

Perancangan Animasi Pembangkit Listrik Biomassa dan Sampah Sebagai Bagian dari Listrik Kerakyatan untuk Media Pembelajaran

Rosida Nur Aziza¹, Meilia Nur Indah Susanti², Abdurrasyid³, Puji Catur Siswipraptini⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Informatika, STT PLN
Jl. Lingkar Luar Barat Duri Kosambi Jakarta Barat, 11750
e-mail: ¹rosida@sttpln.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan akan listrik di Indonesia semakin meningkat. Salah satu usaha untuk memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia adalah dengan melibatkan masyarakat untuk membangun pembangkit listrik yang berbahan bakar biogas dan biomassa, baik yang berasal dari sampah atau berbagai jenis tanaman yang sesuai. Pembangkit listrik yang dikenal sebagai Pembangkit Listrik Biomassa ini sudah banyak diterapkan di berbagai kota di Indonesia, namun proses pembuatannya masih belum diketahui oleh masyarakat. Oleh karena itu, penelitian ini akan menghasilkan animasi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) dan Pembangkit Listrik Biomassa untuk sarana edukasi bagi masyarakat. Pembuatan animasi ini menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic.Net dan metode pengembangan Multimedia Development Life Cycle (MDLC), yang dimulai dari pengumpulan data, perancangan multimedia dan hasil yang dicapai adalah berupa animasi.

Kata kunci: Animasi, Biomassa, Pembangkit Listrik, PLTSa, Sampah

1. PENDAHULUAN

Konsumsi penggunaan listrik di Indonesia semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, tingkat kemakmuran masyarakat, dan pertumbuhan ekonomi secara keseluruhan. Seperti disampaikan oleh Dirut PT PLN (Persero), Bapak Sofyan Basir, bahwa konsumsi listrik di Indonesia pada semester 1 tahun 2017 mengalami kenaikan sekitar 2,5% dari pemakaian sebelumnya (Rachman, 2017). Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, PT. PLN (Perusahaan Listrik Negara) sebagai badan usaha milik negara yang bertanggung jawab akan penyediaan listrik di Indonesia berusaha menambah produksi listrik dengan membangun lebih banyak pembangkit listrik. Bahkan pemerintah mencanangkan program raksasa pembangunan sarana ketenagalistrikan sebesar 35.000 MW. Perlu keterlibatan dari pihak swasta, maupun masyarakat untuk memenuhi produksi listrik sesuai target yang diharapkan. Pihak swasta dan masyarakat diberi kesempatan untuk ikut andil menghasilkan listrik atau menjadi pemilik bisnis kelistrikan yang disebut IPP (*Independent Power Producer*).

Jenis pembangkit listrik yang sesuai dibangun oleh masyarakat adalah pembangkit dengan sumber energi yang terbarukan. Sumber energi yang dapat digunakan dapat diperoleh dari sekitar lingkungan masyarakat, seperti energi matahari, energi angin, energi air, dan energi biomassa. Biomassa, dalam industri produksi energi, merujuk pada bahan organik yang berasal dari organisme atau makhluk hidup. Jadi, bahan bakar pembangkit listrik ini berasal dari sampah organik atau tanaman-tanaman tertentu yang sesuai untuk pembangkitan listrik, seperti tanaman Kaliandra merah (*Caliandra calothyrsus*), tanaman Mahang (*Macaranga Gigan-tean*), dan Karamunting (*Melastoma Malabratium*). Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa, termasuk juga Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa), dapat dipilih karena cara pembangunannya yang sederhana dan dengan bahan bakar yang selalu tersedia selama masih ada manusia.

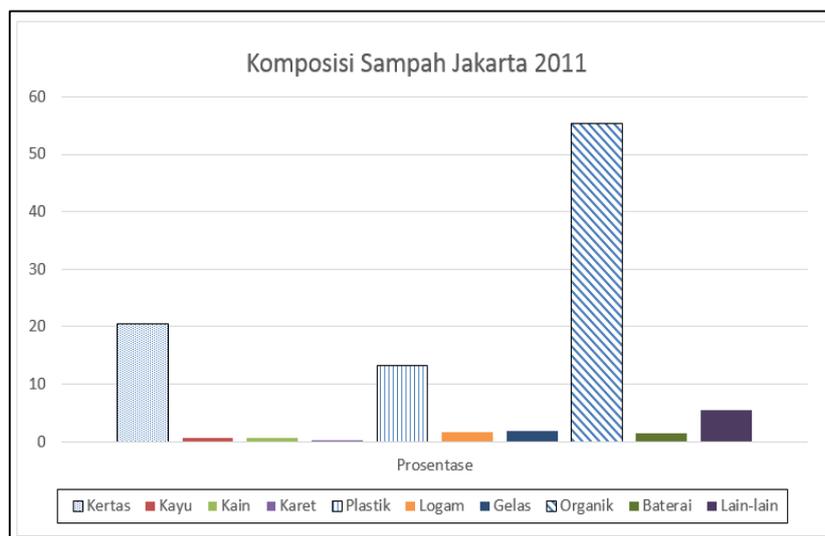
Menurut pernyataan dari Sekjen Pengelolaan Limbah, Sampah, dan Bahan Beracun Berbahaya (PLSB3) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) produksi sampah di Jakarta mencapai 70 ribu ton setiap hari. Sebanyak 60% dari sampah tersebut berasal dari sampah rumah tangga (Widyastuti, 2018). Berdasarkan data dari artikel yang dirilis Bank Dunia, rata-rata sampah rumah tangga yang dihasilkan per orang pada tahun 2005 adalah sekitar 1,2 kg dan akan meningkat menjadi 1,42 kg dalam jangka waktu limabelas tahun (Worldbank, 2005).

Tabel 1. Prediksi Produksi Sampah Tahun 2025 Per Wilayah di Dunia

Region	Projections for 2025			
	Projected Population		Projected Urban Waste	
	Total Population (Millions)	Urban Population (Millions)	Per capita (kg/capita/day)	Total (tons/day)
AFR	1,152	518	0.85	441,840
EAP	2,124	1,129	1.5	1,865,379
ECA	339	339	1.5	354,810
LCR	681	466	1.6	728,392
MENA	379	257	1.43	369,320
OECD	1,031	842	2.1	1,742,417
SAR	1,938	734	0.44	567,545
TOTAL	7,644	4,285	9.75	6,069,703

Tabel 1 di atas menunjukkan prediksi dari Bank Dunia mengenai produksi sampah per kapita di tahun 2025. Prediksi dilakukan berda-sarkan 7 kelompok wilayah di dunia, yaitu: Afrika (AFR), *East Asia and Pasific Region* (EAP), *Eastern and Central Asia* (ECA), *Latin America and the Carribean* (LCR), *Middle East and North Africa* (MENA), *South Asia Region* (SAR), dan wilayah negara-negara OECD (*Organisation for Economic Cooperation and Development*). Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa jumlah sampah yang dihasilkan manusia akan terus bertambah. Oleh karena itu, penggunaan sampah sebagai bahan bakar pembangkit listrik dapat sekaligus menjadi solusi masalah penanganan sampah dan lingkungan hidup di Indonesia, maupun negara-negara lain.

Dari jumlah sampah yang terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, komposisi sampah terbesar adalah berupa sampah organik. Berdasarkan data dari data.go.id, komposisi sampah di Jakarta pada tahun 2011 ditunjukkan oleh grafik batang pada gambar 1. Sumbu x menunjukkan jenis-jenis sampah yang ada, antara lain: kayu, kertas, kain, plastik, dan sebagainya. Sumbu y pada diagram menunjukkan persentase dari masing-masing jenis sampah. Pada tahun 2011, tiga jenis sampah dengan persentase tertinggi diduduki oleh sampah organik yang mencapai 55,37%, sampah kertas 20,57%, dan sampah plastik 13,25%.



Gambar 1 Grafik Komposisi Sampah DKI Jakarta Tahun 2011

Berikut ini adalah beberapa penelitian yang telah dilakukan di Indonesia mengenai pem-bangkitan listrik alternatif dengan sumber energi biomassa atau biogas. Sampah sayuran dari hasil buangan pasar telah diuji coba sebagai bahan bakar penghasil listrik menggunakan *Microbial Fuel Cells* (MFCs) (Imaduddin dkk, 2014). Pengope-rasian reaktor MFCs dengan variasi komposisi biomassa sayur tersebut, pada fase *slurry* selama 21 hari, menghasilkan tegangan terbesar pada reaktor R1+ mencapai 1180 mV, dengan arus listrik sebesar 5,1 µA, daya listrik sebesar 6,02 mWatt, serta kerapatan daya sebesar 462,92 mWatt/m2. Pada penelitian pembangkitan terdistribusi Pembangkit Listrik Tenaga Biomas tipe Incinerator di kota Medan (Safrizal, 2014), diperoleh hasil bahwa listrik yang diperoleh dari sampah biomassa dapat mengurangi defisit kebutuhan listrik sebesar 4,99%. Hasil sampah biomassa

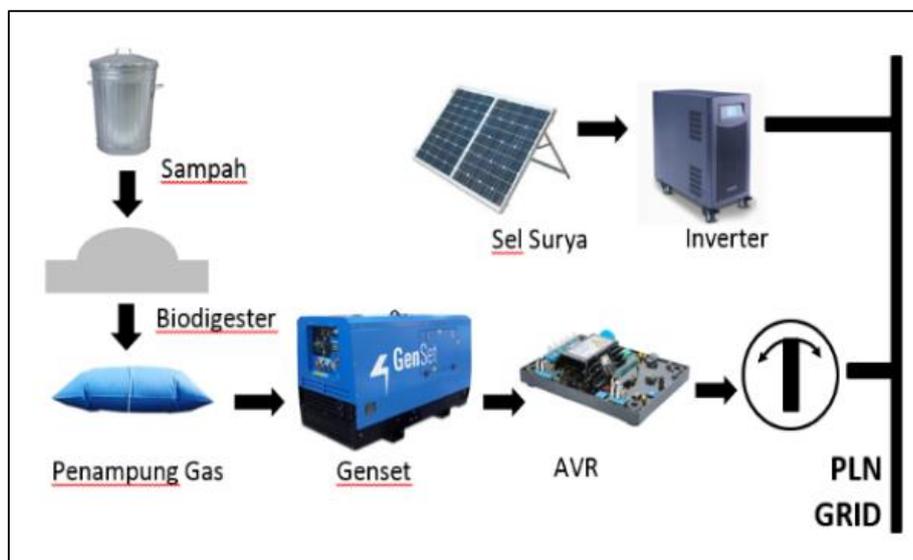
kota Medan yang mencapai 1.812 ton/hari dapat menghasilkan listrik sebesar 21,744 MW. Potensi pembangkit listrik di Pekanbaru juga telah diteliti oleh Perinov (Perinov, 2016). Dari penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa potensi yang dapat dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa di Pekanbaru adalah sekitar 9 MW. Sebagian listrik yang dihasilkan bisa dijual ke PLN. Penelitian di Sumatera Barat juga menunjukkan bahwa listrik hasil Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa, dari sampah maupun gas, dapat dimanfaatkan untuk membantu kondisi beban puncak dengan penjadwalan yang ekonomis (Monice dan Syafii, 2013). Studi kelayakan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa di TPA Air Dingin, kota Padang, menunjukkan bahwa TPA Air Dingin memiliki potensi untuk menghasilkan energi listrik sebesar 28.169.259,47 KWh (Nofri Dodi dkk, 2015). Energi tersebut diperoleh dari *Landfil Gas* (LFG) yang dihasilkan TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Adapun biaya investasi yang dibutuhkan untuk merealisasikan pendirian Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa di TPA Air Dingin tersebut diperkirakan mencapai Rp. 40.089.591.065,4. Penelitian-penelitian di atas menunjukkan bahwa pembangunan Pembangkit Listrik dengan sumber energi dari biomassa dan biogas bisa diwujudkan oleh swadaya masyarakat.

Produksi listrik dari bahan bakar biomassa oleh masyarakat ini merupakan bagian dari program Listrik Kerakyatan. Listrik yang dihasilkan dari pembangkit jenis ini akan bernilai apabila pembangunan pembangkit dilakukan sebanyak mungkin. Perlu adanya tahap sosialisasi untuk memperkenalkan program ini ke kalangan pendidikan, seperti mahasiswa, dosen, dan peneliti, maupun kepada masyarakat. Oleh karena itu diperlukan suatu aplikasi multimedia sebagai media untuk memperkenalkan apa yang dimaksud dengan Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa atau PLTSa dan bagaimana cara kerjanya dengan lebih menarik dan lebih mudah dipahami.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Listrik Kerakyatan

Listrik Kerakyatan (LK) didefinisikan sebagai model penyediaan dan pengembangan energi listrik yang terdiri dari bauran pembangkit sederhana dari energi bersih yang tersedia di sekitar komunitas sehingga dapat dibangun sendiri dilakukan secara bergotong-royong oleh berbagai kelompok masyarakat di tingkat kelurahan di seluruh tanah air (listrik_kerakyatan.id). LK juga dapat dipandang sebagai gagasan berupa perubahan pola pikir dalam mengelola ketenagalistrikan dengan memanfaatkan teknologi yang sederhana dan murah, dengan bahan bakar utama adalah sampah dan energi yang berasal dari biomassa, untuk dikelola oleh masyarakat. Gagasan LK ini muncul didasari oleh pemikiran bahwa membangun 1 unit pembangkit sebesar 1000 MW sama hasilnya dengan membangun 1000 pembangkit berkapasitas 1 MW. Untuk membangun pembangkit 1000 MW diperlukan modal yang besar dan waktu yang lama, sedangkan untuk pembangkit 1 MW tidak memerlukan modal besar dan bisa diselesaikan dalam tempo kurang dari 1 tahun.



Gambar 2 Contoh Diagram Pembangkitan Skala Kecil

Model LK menggunakan konsep pembangkitan tersebar (*distributed generation*) yang memasok daya listrik dari pembangkit-pembangkit kecil di sisi konsumen atau beban ke Jaringan Tegangan Rendah (JTR) atau Tegangan Menengah (JTM). Salah satu keunggulan dari pembangkitan skala kecil tersebar ini adalah dapat dibangun hampir di semua lokasi. Gambar 2 merupakan contoh diagram pembangkit skala kecil tersebar. Pada gambar tersebut, pembangkit pertama menggunakan bahan bakar sampah yang diolah melalui Biodigester (gb.3) dan pembangkit kedua menggunakan sinar matahari sebagai sumber energinya.



Gambar 3 Biodigester di Lokasi Listrik Kerakyatan (LK)

Berdasarkan definisi dan penjelasan mengenai Listrik Kerakyatan di atas, maka kriteria dari LK dapat dijabarkan sebagai berikut (Supriyadi, 2016):

3. Mudah

Pembangkit yang dibangun berkapasitas kecil dan menggunakan teknologi yang sudah ada sehingga masyarakat dapat didik untuk mengoperasikan dan memeliharanya dengan mudah.

4. Bersih

Menggunakan energi bersih yang terdiri dari bauran pembangkit dengan sumber energi terbarukan, seperti tenaga surya (PLTS), tenaga angin/bayu (PLTB), dan tenaga sampah (PLTSa). Model LK ini juga harus menampilkan suasana yang bersih.

5. Cepat

Jenis pembangkit yang digunakan harus menggunakan teknologi yang sederhana sehingga tidak perlu waktu lama untuk membangunnya. Sebagai contoh, waktu untuk membuat pembangkit listrik dari sampah organik dengan tipe biogas, maupun tipe *digester* adalah kurang dari 6 bulan.

6. Mandiri

Pemilik LK adalah rakyat yang diwakili pengusaha lokal atau koperasi. Mereka berperan sebagai *Independent Power Producer* (IPP) yang dapat menjual listriknya ke PLN atau kepada masyarakat langsung untuk daerah-daerah yang belum terjangkau oleh jaringan listrik PLN.

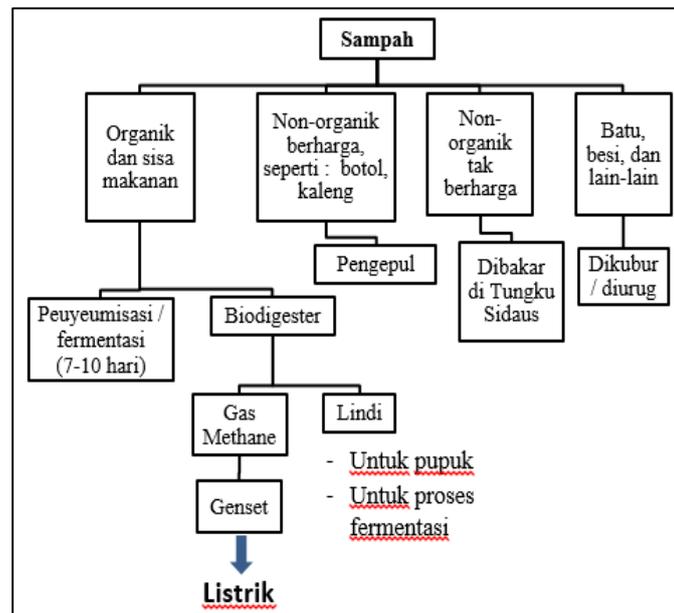
7. Gotong-royong

Model LK ini akan bernilai jika dibangun sebanyak mungkin. LK harus menjadi gerakan nasional yang diikuti oleh seluruh masyarakat di penjuru tanah air secara bergotong royong antar berbagai pemangku kepentingan.

2.2 Pembangkit Listrik Biomassa

Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa bisa dibangun dimana saja dan bisa memberdayakan tenaga kerja setempat. Pembangkit listrik tenaga biomassa dapat memberikan solusi atas masalah pembuangan biomassa dan mengurangi transportasi biomassa ke lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Secara teknik, sudah banyak kelompok masyarakat yang berinisiatif untuk mengelola biomassa termasuk gerakan bank biomassa yang dimulai dengan memisahkan biomassa organik. Pemanfaatannya pun beragam, mulai dari pupuk kompos, kerajinan tangan, biji plastik, gas untuk masak, sampai untuk pembangkitan listrik. Secara regulasi juga PLT Biomassa sudah didukung dengan adanya *Feed in Tarif* tetapi baru dimanfaatkan oleh pemodal besar karena perizinan dan prosedurnya cukup rumit. Untuk itu prosedur IPP kerakyatan yang menggunakan PLTSa perlu disederhanakan dan didelegasikan kepada unit PLN di tingkat cabang sehingga memudahkan pembuatan kontrak jual beli dengan PLN (Supriyadi, 2016).

Telah dijelaskan sebelumnya, keuntungan utama dari PLT Biomassa, termasuk PLTSa, adalah selalu tersedianya biomassa organik selama masih ada manusia. Selain itu, PLTSa relatif sederhana dan sudah banyak yang memanfaatkan hasilnya sebagai pengganti gas elpiji atau dikonversi menjadi listrik dengan menggunakan genset yang khusus untuk gas methane. Pembangunan PLTSa juga tidak terkendala oleh masalah pengadaan lahan karena lahan yang diperlukan per paket relatif kecil dan bisa dilakukan secara swadaya di tingkat kelurahan.



Gambar 4 Diagram Pemilahan dan Pengolahan Sampah

Gambar 4 menjelaskan bagaimana sampah dipilah dan kemudian diolah sehingga dapat dikonversi menjadi listrik, berdasarkan model LK. Sampah biomasa dari rumah tangga bisa dimasukkan ke biodigester. Digester atau biodigester adalah alat, yang biasanya berupa tabung tertutup, untuk mengurai sampah/ limbah organik secara anaerob (tidak membutuhkan oksigen). Hasil dari penguraian sampah tersebut adalah gas Metana (Methane) dan cairan lindi. Gas Metana yang tersebut dapat ditampung di kantong-kantong plastik. Gas dalam kantong tersebut dapat dimasukkan dalam tangki gas atau ruang penampungan gas untuk digunakan sebagai bahan bakar bagi genset. Gas Metana juga dapat langsung digunakan untuk menyalakan kompor gas. Selain gas, digester juga menghasilkan cairan yang disebut lindi. Lindi ini dapat digunakan sebagai pupuk atau untuk proses fermentasi sampah. Jadi, sampah organik yang ditampung terlebih dahulu di wadah-wadah tertentu untuk difermentasi selama beberapa hari. Fermentasi dilakukan dengan menambahkan lindi pada sampah. Selang jangka waktu tertentu (sekitar 7-10 hari), sampah akan mengalami penurunan volume dan bau busuknya mulai menghilang. Setelah itu sampah baru dimasukkan ke digester. Sampah organik kering, seperti daun-daun kering, dapat dicacah kemudian diberi lindi untuk difermentasi. Setelah jangka waktu tertentu, hasil fermentasi dapat diolah menjadi briket.

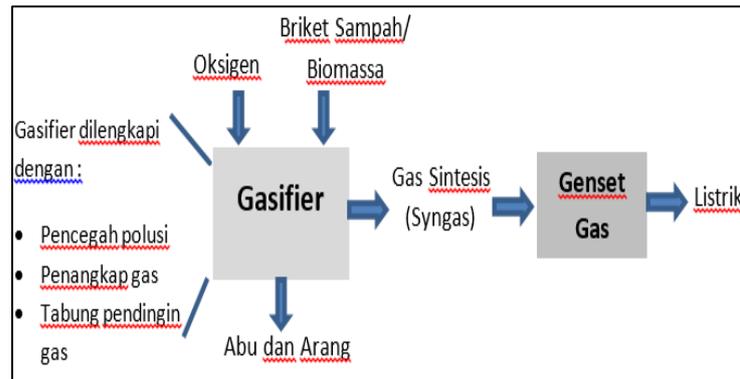
Bahan sampah yang dapat dijadikan bahan bakar pembangkitan listrik biasanya diper-syaratkan memiliki nilai kalori minimum 2.500 kkal/kg (Sidadjaya, 2016). Dengan pemrosesan tertentu, nilai kalori sampah bisa ditingkatkan. Biomassa domestik kota merupakan bahan energi yang berkualitas rendah. Nilai kalori bahan ini sekitar 1.000 kkal/kg, lebih rendah dibandingkan jerami padi (2.400 kkal/kg) atau sekam (3.000 kkal/kg). Nilai kalori biomassa tersebut dapat ditingkatkan dengan cara pemrosesan menjadi RDF (*Refuse Derived Fuel*), baik biomassa *biodegradable* atau *non-biodegradable* dengan cara bio-mekanis (BM), terutama untuk menurunkan kadar air biomassa dan mengurangi emisi gas berbahaya bagi lingkungan. Peletisasi (*pelletization*) atau briketisasi (*briquetting*) RDF meningkatkan kualitas termal RDF sampai di atas 2.500 kkal/kg.



Gambar 5 Contoh Gasifier

Briket atau pellet dari bahan biomassa digunakan untuk pembangkitan listrik melalui proses gasifikasi konvensional atau gasifikasi plasmatis menggunakan *Gasifier* (Gb.5). Gasifikasi konvensional merupakan pembakaran dengan jumlah oksigen yang sedikit dan terkendali pada rentang suhu 600-1.300°C. Gasifikasi plasmatis adalah gasifikasi pada suhu di atas 3.000°C yang bertujuan mengubah semua jenis sampah menjadi lelehan unsur kimia. Hasil dari gasifikasi ini adalah gas sintesis (*syngas*) yang diteruskan ke suatu genset gas yang sesuai. Setiap 1

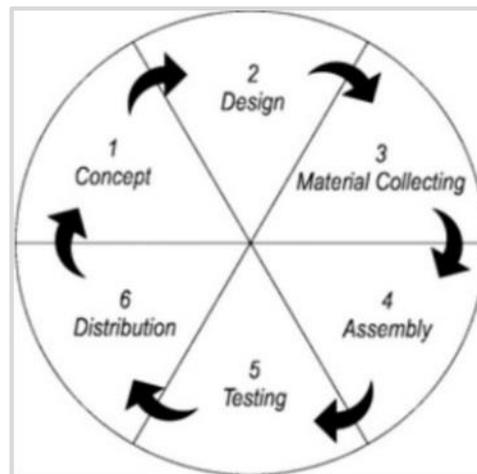
kg briket sampah atau briket biomassa yang digunakan sebagai bahan bakar gasifier akan menghasilkan gas biomassa dengan volume $2,185 \text{ m}^3$ atau setara dengan listrik sebesar $0,75 \text{ kWh}$ (Sundadjaya, 2016). Hasil samping dari gasifikasi ini adalah abu dan arang, yang bisa digunakan sebagai pupuk tanaman. Gambar 6 menunjukkan prinsip dasar gasifikasi.



Gambar 6 Prinsip Dasar Gasifikasi

2.3 Metode Pengembangan Multimedia

Tahapan pembuatan animasi Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa ini menggunakan metode *Multimedia Development Life Cycle* (MDLC). Metode MDLC, yang dikembangkan oleh Luther (Luther, 1994), terdiri dari beberapa tahap seperti ditunjukkan pada gb.7. Tahapan awal adalah tahap *concept* dan tahapan akhirnya adalah *distribusi*. Adapun penjelasan tahapan-tahapan MDLC adalah sebagai berikut:



Gambar 7 Diagram Multimedia Development Life Cycle (Luther, 1994)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

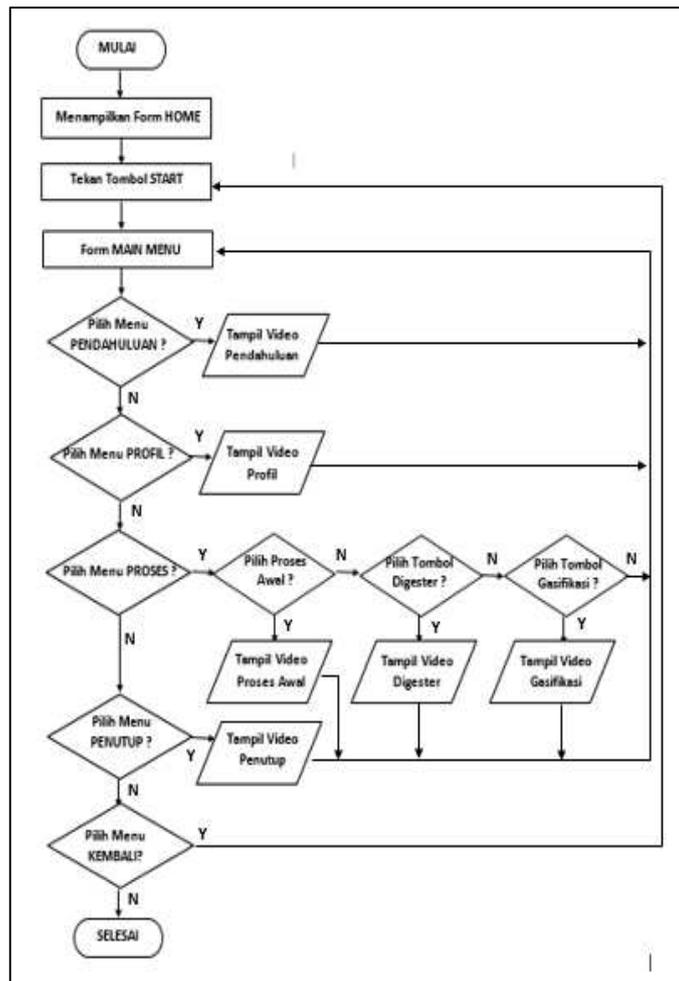
3.1 Concept

Dalam tahapan ini ada beberapa tahap yang perlu diperhatikan, antara lain:

1. Menentukan tujuan animasi yaitu untuk mempermudah pembelajaran Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa dan Sampah (PLTSa) agar masyarakat dapat lebih memahami proses dan cara kerja pembangkit listrik.
2. Animasi ini digunakan sebagai media pembelajaran untuk mahasiswa-mahasiswa Sekolah Tinggi Teknik PLN (STT-PLN), maupun masyarakat pada umumnya.
3. Deskripsi Animasi PLT Biomassa berbasis Multimedia ini berjalan dan dioperasikan pada perangkat berbasis Desktop.

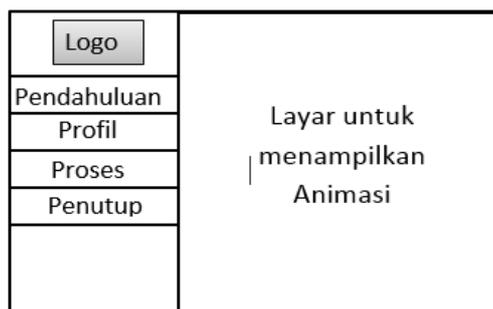
3.2 Design

Tujuan dari tahapan ini adalah membuat spesifikasi aplikasi secara rinci mengenai arsitektur, gaya, dan kebutuhan material yang diperlukan dalam perancangan suatu program animasi. Spesifikasi yang akan dibuat berdasarkan perancangan *storyboard*, perancangan bagan alir, dan perancangan antar muka. Berikut adalah bagan alir dan perancangan antar muka menu utama dari animasi ini.



Gambar 8 Diagram Alir Animasi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah dan Biomassa

Rancangan tampilan untuk aplikasi animasi ini pada dasarnya ditunjukkan pada gambar 9. Layar dibagi menjadi 2 sisi. Sisi kiri berisi pilihan menu yang bisa dipilih oleh pengguna aplikasi, yaitu menu pendahuluan, profil, proses, dan penutup. Sisi kanan berfungsi untuk menampilkan video animasi sesuai dengan pilihan dari pengguna.



Gambar 9 Perancangan Interface Halaman Menu Utama

3.3 Material Collecting

Pada tahapan ini, materi terkait bahan ajar/materi pembelajaran didapatkan dari wawancara kepada nara sumber dan operator Listrik Kerakyatan (LK) yang berada di gedung LK 1 di Pondok Kopi Jakarta Timur, maupun yang berada di lokasi LK 2 di Kampus STT-PLN Jakarta Barat, membaca buku/jurnal terkait dengan pembangkitan listrik dari biomassa dan sumber-sumber referensi lainnya.

Pada tahapan ini juga dilakukan pengumpulan gambar, video, foto, audio, *clipart image*, berikut pembuatan gambar, grafik, perekaman suara, dan bahan lain yang diperlukan pada tahap selanjutnya. Bahan-bahan multimedia yang diperlukan bisa diperoleh dari *library*, bahan yang sudah ada dari pihak LK, atau melalui pembuatan khusus. Dalam pembuatan aplikasi ini, peneliti dan pembuat program mengambil beberapa materi, gambar-gambar, dan video yang telah dimiliki oleh Tim Listrik Kerakyatan (LK).

3.4 Assembly

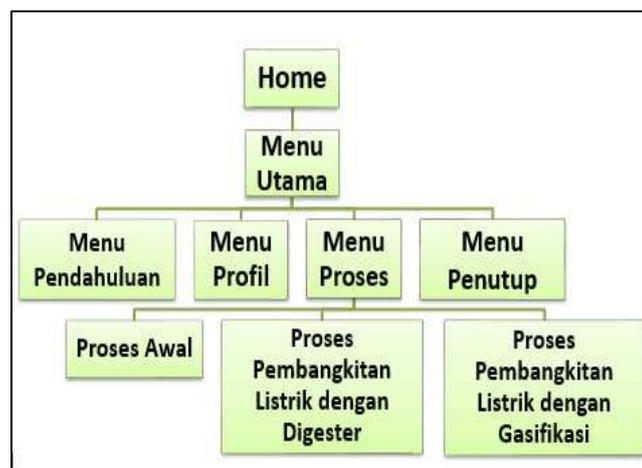
Tahap *assembly* (pembuatan) adalah tahap dimana semua obyek atau bahan-bahan multimedia dibuat dan digabungkan. Pembuatan aplikasi didasarkan pada *storyboard* atau diagram alir yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya. Semua obyek atau material digabungkan menjadi suatu aplikasi yang utuh. Dalam tahapan ini digunakan perangkat lunak VB.Net dan Adobe After Effects CC.

3.5 Testing

Tahap pengujian dilakukan oleh pembuat atau lingkungan pembuatnya sendiri. Dalam pengujian aplikasi ini dilakukan dengan memeriksa apakah tiap bagian telah sesuai dengan yang diharapkan. Perlu diperhatikan bahwa aplikasi harus dapat berjalan dengan baik dan sesuai dengan tujuan awal. Calon pengguna aplikasi harus dapat menggunakan aplikasi ini dengan mudah dan isi aplikasi dapat menjelaskan materi tentang pembangkitan listrik Biomassa dengan interaktif dan menarik.

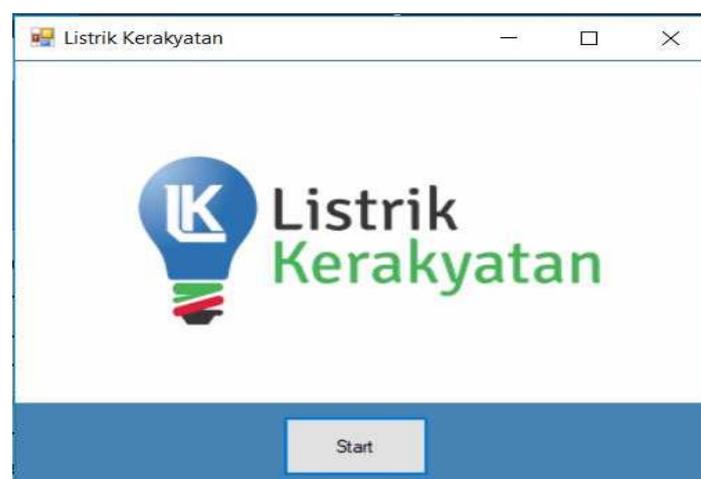
3.6 Distribution

Dalam tahapan ini, aplikasi yang telah selesai di uji dan dinyatakan baik sesuai dengan tujuan pembuatan, akan digandakan melalui piringan DVD, DVD-R, maupun *flash disc*.



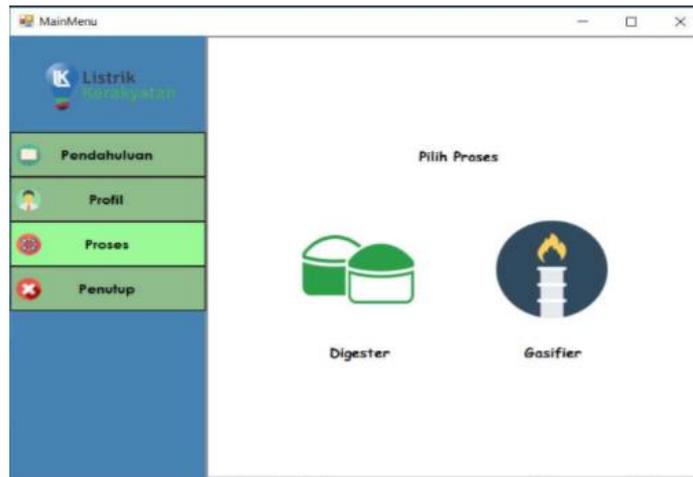
Gambar 10 Hierarki Menu Aplikasi

Sesuai dengan tujuan perancangan, aplikasi ini bertujuan untuk membantu *user* dalam menggunakan media pembelajaran secara digital. Diharapkan dengan bantuan gabungan teks, warna, animasi, dan suara, materi mengenai Listrik Kerakyatan secara umum, maupun mengenai cara kerja pengolahan sampah dan biomasa menjadi listrik dapat lebih menarik dan mudah dipahami. Adapun gambaran umum dari aplikasi animasi yang dirancang ditunjukkan oleh hirarki menu aplikasi pada Gambar 10.



Gambar 11 Halaman Awal Animasi

Gambar 11 merupakan tampilan halaman awal dari program animasi ini. Lambang lampu pijar diambil dari sampul buku mengenai Listrik Kerakyatan (LK) (Supriyadi, 2016). Warna biru dan hijau pada tampilan juga terinspirasi dari buku LK tersebut. Pada halaman awal ini dilengkapi dengan tombol (*button*) START, yang apabila ditekan akan menampilkan halaman home yang berisi beberapa menu.



Gambar 12 Tampilan Menu Utama

Pada halaman menu utama terdapat 4 menu, yaitu: menu Pendahuluan, menu Profil, menu Proses, dan menu Penutup (Gambar 12). Menu Pendahuluan berisi video yang menjelaskan mengenai peran masyarakat dalam pembangkitan listrik, menu Profil berisi video yang berisi latar belakang berdirinya model Listrik Kerakyatan (LK). Menu Proses berisi tiga pilihan, yaitu proses awal, proses pembangkitan listrik tenaga sampah menggunakan *biogaster* dan proses pembangkitan listrik menggunakan *gasifier*.



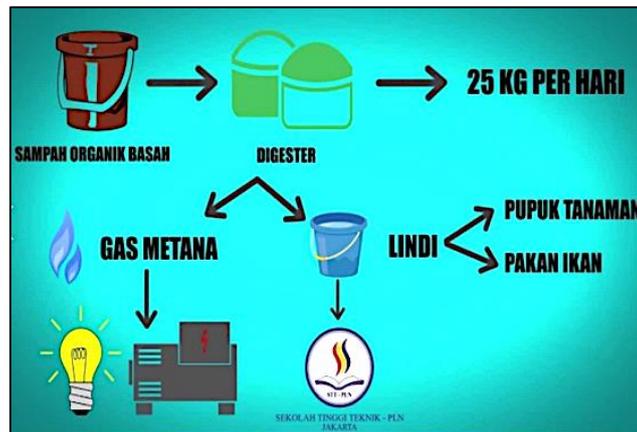
Gambar 13 Tampilan Penyaluran Sampah



Gambar 14 Tampilan Pemisahan Sampah

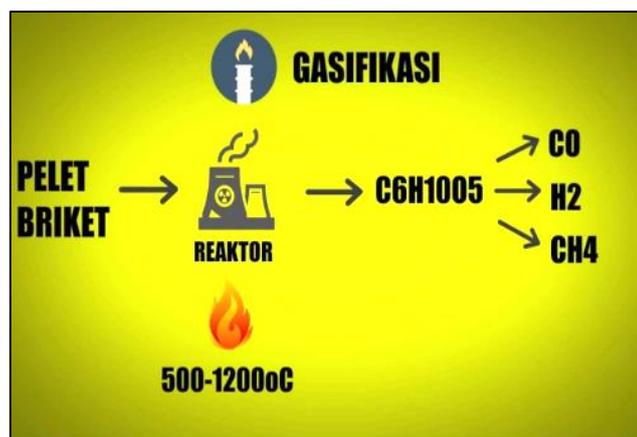
Gambar 13 berisi proses penyaluran sampah. Sampah dari rumah tangga dikumpulkan ke tempat pengumpulan sampah setempat. Kemudian sampah akan dipilah menjadi sampah organik basah, sampah organik kering, dan sampah anorganik, seperti ditunjukkan pada gambar 14. Contoh dari sampah organik basah umumnya berupa sampah sisa-sisa makanan atau sisa hasil pengolahan makanan. Sampah organik kering dapat berupa daun-daun kering yang jatuh ke halaman atau jalanan.

Gambar 15 merupakan potongan video animasi yang menjelaskan proses pengolahan sampah menggunakan *digester*. Hasil dari peguraian sampah dengan *digester* ini adalah gas Metana (*Methane*) dan cairan *lindi*. Kapasitas dari *digester* yang ada pada animasi adalah 25 kg.

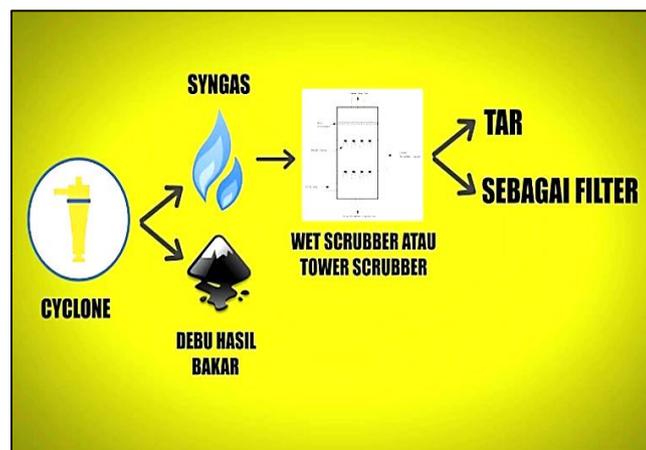


Gambar 15 Proses Pembangkitan Listrik dengan *Biodigester*

Potongan gambar dari film animasi proses gasifikasi ditunjukkan pada gambar 16 dan 17. Gas yang digunakan untuk pembangkitan listrik diperoleh dari pembakaran pelet atau briket pada tungku dengan suhu tinggi. Selain gas Metana, ada jenis gas lain yang dihasilkan, antara lain gas CO, CO₂, Cl₂, dan gas oksida sulfur. Oleh karena itu, *gasifier* dilengkapi dengan beberapa alat / komponen untuk mencegah polusi bagi lingkungan, antara lain: *bottom ash collector*, *particulate cyclon*, *filter*, dan *scrubber* (penangkap gas). Selain itu, *gasifier* juga perlu dilengkapi dengan tabung pendingin gas karena gas akan digunakan pada suhu < 500⁰ Celcius.



Gambar 16 Proses Gasifikasi 1

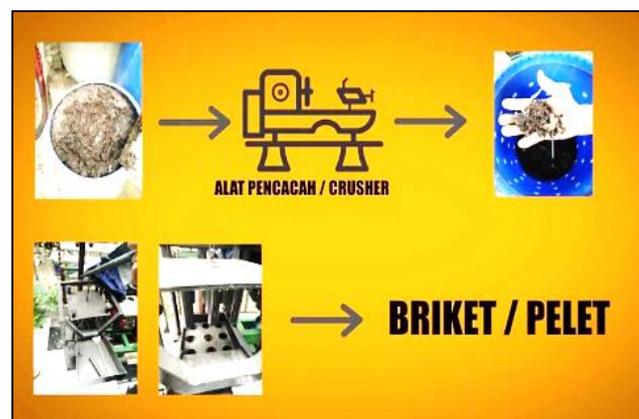


Gambar 17 Proses Gasifikasi 2

Gambar 17(a) dan 17(b) menggambarkan pembuatan briket dari sampah. Sampah organic dari masyarakat difermentasi dalam kotak-kotak atau wadah-wadah terbuka dengan bantuan lindi atau bahan kimia lain. Fermentasi dilakukan selama 7-10 hari. Proses ferementasi tersebut menyebabkan bau busuk sampah menghilang, volume mengecil, dan kadar air berkurang. Hasil fermentasi tersebut dihancurkan lalu dicetak untuk dibuat briket.



Gambar 18 Proses Peyeumisasi



Gambar 19 Pembuatan Briket

8. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari perancangan dan pembuatan aplikasi simulasi ini adalah:

1. Aplikasi ini berisi animasi pengolahan sampah menjadi tenaga listrik dengan bantuan *biodigester* dan *gasifier*. Video animasi dimulai dari pengumpulan sampah, pemisahan sampah, dan pemrosesan sampah menjadi gas Metana, yang kemudian diubah menjadi listrik.
2. Selain proses pembangkitan listrik, aplikasi ini juga berisi penjelasan dan profil dari Listrik Kerakyatan (LK).
3. Aplikasi ini merupakan bagian dari skema penelitian yang mendukung program LK dan dapat digunakan untuk memberikan edukasi mengenai pembangkitan listrik dengan bahan bakar sampah, salah satunya melalui model LK, kepada masyarakat umum maupun mahasiswa.
4. Pembuatan aplikasi animasi ini dimulai dengan observasi ke lokasi LK, melakukan wawancara, serta studi pustaka, untuk menghasilkan konsep animasi yang sesuai. Diikuti dengan proses perancangan, pengumpulan kebutuhan, pembuatan program animasi, pengujian apakah animasi sudah sesuai, dan tahap terakhir adalah distribusi hasil animasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Horvath, I.S., M. Tabatabaei, K. Karimi, R. Kumar. *Recent Updates on Biogas Production – A Review*. Biofuel Research Journal, Vol.10, p.394-402. 2016.
- [2] Legino, S. 2016. *Inisiatif Listrik Kerakyatan yang Ramah Lingkungan: Solusi Masalah Sampah Perkotaan Solusi Pasokan Listrik Daerah Terpencil*. Jakarta: Penerbit Jurusan Teknik Mesin STT-PLN. 2016.
- [3] Luther, A.C. *Authoring Interactive Multimedia*. Academy Press. 1994.
- [4] Imaduddin, M., Hermawan, Hadiyanto. *Pemanfaatan Biomassa Sayur Pasar dalam Produksi Listrik Melalui Microbial Fuel Cells*. Jurnal Media ElektriKa, Vol. 7 No.2. 2014.
- [5] Monice dan Syafii. *Operasi Ekonomis Pem-bangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) dan PLTG dalam Melayani Beban Puncak Kelistrikan SUMBAR*. Jurnal Teknik Elektro Volume 2. 2013.

- [6] Nofri Dodi, Syafii, dan Slamet Raharjo. *Studi Kajian Kelayakan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA) Kota Padang*. Jurnal Teknik Elektro ITP Volume 4, No. 2. 2015.
- [7] Perinov, M. *Analisis Potensi Sampah Sebagai Bahan Baku Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa*. Jurnal SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri), Vol. 1 No. 1. 2016.
- [8] Purwaningsih, M.R. *Analisis Biaya Manfaat Sosial Keberadaan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Gedebage bagi Masyarakat*. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota, Vol. 23 No. 3. 2012.
- [9] Rachman, F.F. *Konsumsi Listrik LPN Semester-I 2017 Tumbuh 2,5%*. Detik-Finance, 21 Juli 2017.
- [10] Safrizal. *Distributed Generation Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Type Incinerator Solusi Listrik Alternatif Kota Medan*. Jurnal Prosiding SNATIF Ke-1. 2014.
- [11] Saragih, B.R. *Analisis Potensi Biogas untuk Menghasilkan Energi Listrik dan Termal pada Gedung Komersial di Daerah Perkotaan (Studi Kasus pada Mal Metropolitan Bekasi)*. Tesis. Fakultas Teknik Program Magister Teknik Elektro Universitas Indonesia. 2010.
- [12] Sundadjaya, S.D. *Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa Briket Sampah*. Inisiatif Listrik Kerakyatan. Jakarta: Penerbit Jurusan Teknik Mesin STT-PLN. 2016.
- [13] Widyastuti, A.Y. *KLHK: Jakarta Produksi 70 Ribu Ton Sampah Setiap Hari*. Tempo, 21 Januari 2018, <https://bisnis.tempo.co/read/1052480>.
- [14] Worldbank. *Waste Generation*. Urban Development Series – Knowledge Papers, p. 8-12. 2015.
- [15] data.go.id
- [16] listrik-kerakyatan.id