

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penyusunan “Laporan Road Map Energi Terbarukan di Kota Surabaya Tahun 2018” dapat terlaksana dengan baik.

Tujuan dari penyusunan Laporan ini adalah untuk memberikan gambaran pengembangan energi terbarukan serta pengetahuan dan informasi kepada masyarakat terkait potensi energi terbarukan, serta proyeksi pengembangannya di Kota Surabaya. Melalui penyusunan laporan ini juga, masyarakat dapat mengetahui penerapan berbagai energi terbarukan diberbagai tempat , khususnya di Kota Surabaya.

Dalam proses penyusunan laporan ini Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya melakukan serangkaian studi literatur, identifikasi, observasi, survei dan analisa data terkait berbagai jenis energi terbarukan yang ada di Kota Surabaya. Luaran dari laporan ini berupa besaran potensi energi terbarukan serta pemetaan dengan beberapa skenario jangka pendek, menengah, dan jangka panjang untuk sumber - sumber yang ada di Kota Surabaya.

Ucapan terima kasih tidak lupa kami sampaikan kepada berbagai pihak yang telah membantu kelancaran pelaksanaan hingga penyusunan “Laporan Road Map Energi Terbarukan di Kota Surabaya Tahun 2018” terutama kepada para narasumber

Semoga “Laporan Road Map Energi Terbarukan di Kota Surabaya Tahun 2018” bermanfaat dalam mendukung Pemerintah Kota Surabaya serta dapat memberikan solusi dalam mengurangi penggunaan energi fosil dan pengambilan kebijakan tentang pengembangan energi terbarukan.

Surabaya, Desember 2018
Kepala Dinas Lingkungan Hidup
Kota Surabaya

ttd

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
BAB 1 PENDAHULUAN	1.1
1.1. LATAR BELAKANG	1.1
1.2. TUJUAN.....	1.4
1.3. MANFAAT	1.5
1.4. RUANG LINGKUP	1.5
BAB 2 LANDASAN HUKUM	2.1
2.1 PERMASALAHAN ENERGI.....	2.1
2.2 LANDASAN HUKUM.....	2.4
BAB 3 GAMBARAN UMUM	3.1
3.1 KONSUMSI ENERGI KOTA SURABAYA	3.1
3.1.1 Konsumsi Energi Listrik.....	3.1
3.1.2 Konsumsi Minyak Bumi.....	3.2
3.1.3 Konsumsi LPG di Kota Surabaya.....	3.2
3.1.4 Konsumsi Energi Per Sektor	3.3
3.2 PENERAPAN ENERGI TERBARUKAN DI KOTA SURABAYA	3.4
3.2.1 Penerapan Sel Surya (Solar Cells)	3.4
3.2.2 Penerapan Gasifikasi di Rumah Kompos.....	3.5
3.2.3 Pemanfaatan Gas Metana di TPA Benowo.....	3.6
3.2.4 Penerapan Biogas di Hutan Kota Pakal.....	3.7
BAB 4 POTENSI ENERGI TERBARUKAN DI KOTA SURABAYA	4.1
4.1 POTENSI ENERGI SURYA DI SURABAYA	4.1
4.1.1 Kondisi Astronomis dan Geografis Kota Surabaya	4.2
4.1.2 Lama Penyinaran Matahari di Surabaya	4.2
4.1.3 Temperatur Kota Surabaya.....	4.4
4.1.4 Curah Hujan di Surabaya.....	4.5
4.1.5 Energi Radiasi Matahari di Surabaya.....	4.7
4.1.6 Jam Puncak Daya Penyinaran Matahari (Sun Peak Hour)	4.10
4.2 POTENSI ENERGI BIOMASSA DARI SAMPAH	4.12
4.2.1. Potensi Energi Di Rumah Kompos Di Kota Surabaya.....	4.12

4.2.2. Analisis Perhitungan Di TPA Benowo Kota Surabaya	4.14
4.3 POTENSI ENERGI BIOMASSA DARI LIMBAH MANUSIA	4.15
4.4 POTENSI ENERGI BIOMASSA DARI KOTORAN TERNAK	4.15
4.4.1 Fermentasi Enterik	4.16
4.5 POTENSI ENERGI DARI SEKTOR PERTANIAN	4.16
4.5.1 Pemanfaatan Jerami Padi Untuk Bioethanol.....	4.16
4.6 POTENSI BIODIESEL MINYAK JELANTAH	4.17
4.7 BESARAN POTENSI KONVERSI ENERGI TERBARUKAN DI KOTA SURABAYA	4.18
BAB V SKENARIO ROAD MAP	5.1
5.1 ROAD MAP ENERGI NASIONAL	5.1
5.2 ROAD MAP ENERGI TERBARUKAN KOTA SURABAYA.....	5.3
5.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)	5.4
5.2.1.1 Skenario Road Map PLTSA di Surabaya	5.5
5.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)	5.7
5.2.2.1 Road Map Skenario PLTS di Surabaya	5.9
5.2.3 Pemanfaatan Minyak Jelantah menjadi Biodisel	5.11
5.2.3.1 Skenario Road Map Minyak Jelantah.....	5.11
5.2.4 Energi dari Limbah Manusia dan Hewan	5.12
5.2.5 Pemanfaatan Energi Angin	5.13
5.2.6 Pemanfaatan Energi Kelautan	5.16
5.2.6.1 Energi Ombak	5.16
5.2.6.2 Energi Pasang	5.18
Turbin Lepas Pantai (Offshore Turbines).....	5.19
5.2.6.3 Energi Panas Laut.....	5.19
5.3 STRATEGI PENCAPAIAN	5.20
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	6.1
6.2 SARAN.....	6.2
DAFTAR PUSTAKA	iii



B^{AB I} PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Energi memiliki peranan yang sangat penting dan tidak dapat dilepaskan dalam kehidupan manusia. Hampir semua aktivitas manusia sangat tergantung pada energi. Keterbatasan cadangan energi fosil seperti minyak bumi, gas alam dan batubara, serta pengaruh negatif terhadap lingkungan akibat pemakaiannya, merupakan persoalan yang mendesak yang harus ditangani. Isu pemanasan global yang berdampak pada perubahan iklim yang ekstrim akhir-akhir ini yang tidak terlepas dengan masalah produksi dan konsumsi/pembakaran energi. Permasalahan energi merupakan permasalahan secara menyeluruh secara nasional maupun global. Keberhasilan pembangunan nasional tidak terlepas dari ketersediaan energi. Disamping itu, tingkat perekonomian suatu bangsa dapat juga tercermin dari jumlah dan pola konsumsi energi.

Sejak lebih satu abad terakhir (sejak revolusi industri 1), kebutuhan energi dunia bergantung pada fosil yang terdiri dari minyak bumi, gas alam, dan batubara. Revolusi Industri merupakan periode antara tahun 1750-1850 di mana terjadinya perubahan secara besar-besaran di bidang pertanian, manufaktur, pertambangan, transportasi, dan teknologi serta memiliki dampak yang mendalam terhadap kondisi sosial, ekonomi, dan budaya di dunia.

Pertumbuhan populasi menyebabkan peningkatan kebutuhan akan energi. Dilai pihak ketersediaan energi fosil yang merupakan sumber utama energi terbatas. Hal ini menjadi suatu permasalahan serius yang harus dicari solusinya. Persoalan lainnya bahwa konsumsi energi fosil telah mengakibatkan konsentrasi gas rumah kaca diudara semakin meningkat. Hal tersebut telah memicu dampak pemanasan global (global warming) yang dampaknya ke berbagai aspek kehidupan.

Solusi dari hal persoalan energi fosil ini adalah dengan secara bertahap mencari dan beralih ke sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan, dan pada saat yang bersamaan menggalakkan pola hidup hemat energi (effisiensi energi). Alam Indonesia, baik dari tinjauan letak geografis maupun sumber daya alamnya, mempunyai potensi yang sangat besar akan energi yang ramah lingkungan, yang disebut dengan energi terbarukan. Dibutuhkan suatu usaha melalui studi dan





penelitian, rekayasa serta pengimplementasian ke masyarakat agar potensi alam tersebut dapat dimanfaatkan dengan benar dan optimal.

Pemerintah Indonesia telah menetapkan kebijakan energi yang tertuang dalam Peraturan Presiden No.22 Tahun 2017, tentang Rencana Umum Energi Nasional yang (RUEN) . RUEN merupakan kebijakan Pemerintah Pusat mengenai rencana pengelolaan energi tingkat nasional yang menjadi penjabaran dan rencana pelaksanaan Kebijakan Energi Nasional yang bersifat lintas sektor untuk mencapai sasaran Kebijakan Energi Nasional. Pemerintah menyusun rancangan rencana umum energi nasional berdasarkan kebijakan energi nasional (KEN).KEN merupakan pedoman untuk memberi arah pengelolaan energi nasional guna mewujudkan kemandirian energi dan ketahanan energi nasional untuk mendukung pembangunan nasional berkelanjutan.

Arah kebijakan energi berpedoman pada paradigma bahwa sumber daya energi menjadikan energi sebagai modal pembangunan nasional yang tujuannya untuk :

- a. mewujudkan kemandirian pengelolaan energi,
- b. menjamin ketersediaan energi dan terpenuhinya kebutuhan sumber energi dalam negeri,
- c. mengoptimalkan pengelolaan sumber daya energi secara terpadu dan berkelanjutan,
- d. meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi,
- e. menjamin akses yang adil dan merata terhadap energi, pengembangan kemampuan teknologi, industri energi dan jasa energi dalam negeri,
- f. menciptakan lapangan kerja dan terkendalinya dampak perubahan iklim dan terjaganya fungsi lingkungan hidup

Dalam rencana implementasi kebijakan energi, pemerintah pusat telah menetapkan semacam **road map energi terbarukan** melalui target-target pemanfaatan energi terbarukan untuk kurun waktu hingga 2025 dan 2050, dimana target bauran energi terbarukan pada tahun 2025 adalah minimal 23%, dan terus ditingkatkan hingga 2050 ditargetkan menjadi 31%. Implementasi dari target ini pada kelanjutannya akan diteruskan oleh pemerintah provinsi dan pemerintah kabupaten/kota. Dengan demikian diperlukan persiapan serta kesiapan ditingkat daerah.

Pengembangan energi alternatif sangat sejalan dengan visi dan misi Kota Surabaya, yaitu:





VISI “SURABAYA KOTA SENTOSA YANG BERKARAKTER DAN BERDAYA SAING GLOBAL BERBASIS EKOLOGI”. **MISI** “UPAYA UNTUK MEWUJUDKAN VISI TERSEBUT, DIJABARKAN MENJADI 10 (SEPULUH) MISI PEMBANGUNAN KOTA”, sebagai berikut :

1. Strategi dan arah kebijakan dimaksudkan untuk mewujudkan tujuan dan sasaran pembangunan dalam mendukung pencapaian visi dan misi walikota dan wakil walikota Surabaya. Mewujudkan sumber daya masyarakat yang berkualitas.
2. Memberdayakan masyarakat dan menciptakan seluas-luasnya kesempatan berusaha.
3. Memelihara keamanan dan ketertiban umum.
4. Mewujudkan penataan ruang yang terintegrasi dan memperhatikan daya dukung kota.
5. Memantapkan sarana dan prasarana lingkungan dan permukiman yang ramah lingkungan.
6. Memperkuat nilai-nilai budaya lokal dalam sendi-sendi kehidupan masyarakat.
7. Mewujudkan Surabaya sebagai pusat penghubung perdagangan dan jasa antar pulau dan internasional.
8. Memantapkan tata kelola pemerintahan yang baik.
9. Memantapkan daya saing usaha-usaha ekonomi lokal, inovasi produk dan jasa, serta pengembangan industri kreatif.
10. Mewujudkan infrastruktur dan utilitas kota yang terpadu dan efisien.

Dengan misi yang ke-5 dimaksudkan untuk melakukan upaya penyediaan sarana dan prasarana lingkungan dan permukiman melalui pemanfaatan teknologi ramah lingkungan yang menjamin pelestarian lingkungan serta mendorong pemanfaatan energi alternatif yang ramah lingkungan dan konservasi energi. Dengan tujuan “Menetapkan sarana prasarana pada kawasan perumahan dan permukiman untuk mewujudkan lingkungan yang berkualitas”, “Meningkatkan upaya pengembangan dan pemanfaatan energi alternative yang ramah lingkungan”, “Meningkatkan upaya konservasi energi”, serta Visi misi dari **Dinas Lingkungan Hidup** “Mewujudkan Lingkungan Hidup Kota Surabaya yang berkualitas dan Berkelanjutan”. Dengan maksud upaya melestarikan fungsi lingkungan hidup yang meliputi kebijaksanaan penataan, pemanfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pemulihan, pengawasan, dan pengendalian lingkungan hidup yang professional, transparan, akuntabel dengan melibatkan peran serta masyarakat, dunia usaha serta





pihak – pihak terkait, sesuai Peraturan Perundangan dalam rangka mendukung misi sebagai berikut :

- a. Mewujudkan Lingkungan Hidup Kota Surabaya yang Berkualitas untuk Memantapkan Daya Dukung Kota Surabaya Berbasis Ekologi.
- b. Mewujudkan Lingkungan Hidup Kota Surabaya yang berkelanjutan untuk menjamin keutuhan Lingkungan Hidup bagi generasi mendatang.
- c. Memantapkan tata kelolah pemerintahan yang baik.

Pada tahun 2016 Pemerintah Kota Surabaya melalui Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya telah melakukan kajian konversi energidengan melakukan analisis dan peninjauan ulang tentang potensi energi baru terbarukan yag pernah dilakukan pada tahun 2012 oleh Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. Potensi energi terbarukan yang dianalisa meliputi surya, potensi energi biomassa (sampah oganik, limbah manusia dan kotoran ternak), potensi energi air limbah, potensi bioetanol dari sektor pertanian dan potensi biodiesel dari minyak jelantah. Selain dilakukannya analisis, kajian ini juga akan melakukan studi kelayakan melalui beberapa aspek penilaian seperti besarnya potensi energi yang dikaji beserta manfaat yang didapatkan. Hasil kajian ini pada nantinya juga bisa diharapkan dalam menentukan kebijakan tentang energi baru terbarukan yang berpotensi di Kota Surabaya yang ramah lingkungan serta tidak menimbulkan tingkat polusi yang tinggi sehingga dampak eksternal untuk mengurangi pemanasan global juga terealisasi.

Dalam rangka mendukung program pemerintah pusat dan provinsi dalam mengembangkan pemanfaatan energi terbarukan, dan juga untuk menjaga kualitas dan meningkatkan kualitas lingkungan hidup di kota Surabaya, maka pada tahun 2018 ini pemerintah kota Surabaya melauai Dinas Lingkungan Hidup melakukan pemetaan dan menyusun roadmap energi terbarukan di kota Surabaya, sesuai dengan potesni yang dimiliki kota. Diharapkan melalui kegiatan ini diperoleh gambaran pengembangan energi terbarukan pada masa yang akan datang, khususnya di kota Surabaya. Diharapkan informasi tersebut akan berguna bagi pembuat kebijakan, masyarakat, dan pegiat usaha energi terbarukan.

1.2. TUJUAN

Tujuan dari kegiatan ini adalahsebagai berikut :

1. Memperoleh gambaran potensi masing-masing jenis sumber energi terbarukan di Surabaya.





2. Membuat skenario roadmap pengembangan energi terbarukan untuk jenis energi terbarukan yang berpotensi untuk dikembangkan dalam jangka waktu pendek, menengah dan panjang.
3. Memperoleh gambaran besaranprosentasi bauran energi terbarukan di Surabaya untuk masa mendatang.

1.3. MANFAAT

Manfaat dari penyusunan roadmap energi terbarukan ini adalah:

1. Mendapatkan rumusan dan besaran energi yang dapat dikembangkan untuk masing-masing jenis sumber energi terbarukan di Kota Surabaya menurut target.
2. Sebagai bahan dalam menyusun Rencana Umum Energi Daerah (RUED) Kota, sebagai implementasi lanjut dari Rencana Umum Energi Daerah Provinsi yang akan segera terbit.
3. Sebagai bahan pertimbangan bagi instansi pembuat kebijakan yang terkait dengan energi.
4. Menjadi sumber informasi bagi masyarakat, khususnya pegiat usaha dibidang energi terbarukan dalam rangka mengembangkan usaha (investasi) dibidang energi, khususnya di Kota Surabaya.

1.4. RUANG LINGKUP

Secara garis besar ruang lingkup dari Penyusunan Road Map Energi terbarukan Tahun 2018 ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan Studi Pendahuluan:
Membuat perencanaan pekerjaan, melakukan kajian terhadap peraturan dan kebijakan, serta literatur terkait.
2. Mengidentifikasi data-data pendukung:
Pengumpulan data-data pendukung pada kajian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai gambaran umum potensi energi terbarukan di Kota Surabaya.
3. Mengidentifikasi Potensi Energi Baru Terbarukan di Kota Surabaya
4. Menentukan prioritas pengembangan menurut jangka waktu berdasarkan potensi yang ada di Kota Surabaya.



5. Menyusun peta pengembangan energi terbarukan, dengan beberapa skenario/pemodelan berdasarkan:
- jenis energi terbarukan
 - prioritas pengembangan
 - target jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang.





AB II B LANDASAN HUKUM

2.1 PERMASALAHAN ENERGI

Indonesia bersama dengan negara - negara lain di dunia telah menetapkan komitmen untuk menahan kenaikan suhu rata - rata global tidak lebih dari 2°C, di atas tingkat pada masa pra industrialisasi, dengan ambisi lebih lanjut untuk menekan kenaikan suhu sebesar 1,5°C seperti tertuang dalam Kesepakatan Paris (*Paris Agreement*) yang disahkan di Paris pada tahun 2015. Kesepakatan tersebut perlu ditindaklanjuti dengan aksi nyata yang melibatkan seluruh elemen para pemangku kepentingan. Ditegaskan dalam Kesepakatan Paris bahwa gaya hidup dan pola konsumsi - produksi berkelanjutan memegang peranan penting dalam penanganan perubahan iklim. Semangat optimisme untuk membangun dunia yang lebih ramah lingkungan sangat dirasakan Negara - negara di dunia ketika Persetujuan Paris yang dihasilkan melalui pelaksanaan COP ke-21 tahun 2015 di Paris dinyatakan berlaku sejak 4 November 2016 setelah lebih dari 55 negara peserta yang meliputi 55 persen emisi gas rumah kaca. Dunia tidak memperhitungkan bahwa Persetujuan Paris siap dijalankan secepat ini. Bahwa perubahan iklim merepresentasikan suatu ancaman yang mendesak dan berpotensi permanen bagi kehidupan manusia dan planet bumi, sehingga memerlukan kerjasama yang seluas – luasnya dari seluruh Negara dunia, serta partisipasinya dalam suatu aksi Internasional yang efektif dan tepat, guna mempercepat pengurangan emisi gas rumah kaca. Mengakui pula bahwa pengurangan emisi gas rumah kaca global yang sangat besar akan diperlukan dalam rangka mencapai tujuan akhir konvensi dan menekankan perlunya urgensi dalam mengatasi perubahan iklim.

Dalam laporan tersebut, hasil penelitian dari ribuan pakar yang terlibat menunjukkan bahwa target agar suhu rata - rata permukaan bumi dibawah 2°C ternyata tidak mencukupi, namun perlu di bawah 1.5°C, agar dampak perubahan iklim tidak mengakibatkan irreversible change pada lingkungan serta dapat dihadapi manusia.

Diperkirakan tahun 2030 emisi sektor energi akan mencapai 1,6 giga ton CO₂e sedangkan target reduksi 41 persen First NDC sektor energi yaitu maksimal 1,2 giga ton CO₂e.





Disisi lain sektor kehutanan mengemisi 0,7 giga ton CO_{2e} atau kurang dari separuh emisi dari energi, namun memiliki target harus menekan sampai 0,06 giga ton CO_{2e}. Sektor energi perlu lebih berambisi dalam melakukan transformasi energi hijau, apalagi saat ini 50 persen kebutuhan minyak bumi nasional sudah mengimpor. Cepat atau lambat, dengan bertambahnya penduduk dan kesejahteraan, impor minyak bumi akan terus meningkat.

untuk menghasilkan emisi di bumi Indonesia, hal ini tentu sangat ironis dalam upaya pengendalian perubahan iklim. Jadi kita butuh Second Nationally Determined Contribution (NDC) Indonesia untuk memudahkan pencapaian komitmen Paris Agreement dan menjaga keberlanjutan pembangunan nasional bahwa sektor energi perlu melakukan perubahan radikal untuk mencapai target 1,5°C, bahkan pembangkit listrik tenaga batubara maksimal hanya 13 giga Watt saja agar emisi dapat terkendali.

Kementerian Lingkungan Hidup berbagi informasi tentang Implementasi proyek-proyek JCM (The Joint Crediting Mechanism) di Indonesia dalam mendukung target Nationally Determined Contribution (NDC) Nasional. Kerjasama JCM (The Joint Crediting Mechanism) merupakan momentum yang sangat potensial untuk implementasi pembangunan rendah karbon di Indonesia serta mencapai target nasional dalam mitigasi perubahan iklim. Hingga saat ini, JCM (The Joint Crediting Mechanism) mampu mengimplementasikan 34 proyek mitigasi perubahan iklim dengan total investasi sebesar 134 juta USD. Implementasi proyek energi baru dan terbarukan terdapat pada proyek panel surya, mulai dari panel surya atap industri, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) maupun Panel Surya pada pusat perbelanjaan. Pembicara menjelaskan potensi dari implementasi energi surya dan manfaatnya pada negara beriklim tropis seperti di Indonesia.

Indonesia sesungguhnya memiliki potensi sumber energi terbarukan dalam jumlah besar. Beberapa diantaranya bisa segera diterapkan, seperti: Bioethanol sebagai pengganti bensin, Biodiesel untuk pengganti solar, tenaga panas bumi, mikrohidro, tenaga surya, tenaga angin, bahkan sampah/limbah pun bisa digunakan untuk membangkitkan listrik. Hampir semua sumber energi tersebut sudah dicoba untuk diterapkan dalam skala kecil di tanah air. Meski saat ini sangat sulit untuk melakukan substitusi total terhadap bahan bakar fosil, namun implementasi sumber energi terbarukan sangat penting untuk segera dimulai. Mengapa energi terbarukan? Energi Terbarukan harus segera dikembangkan secara nasional agar tidak tergantung dengan energi fosil. Ketergantungan terhadap energi fosil, akan menimbulkan setidaknya tiga ancaman serius yakni:





1. Menipisnya cadangan minyak bumi yang diketahui (bila tanpa temuan sumur minyak baru)
2. Kenaikan/ketidakstabilan harga akibat laju permintaan yang lebih besar dari produksi minyak, dan
3. Polusi gas rumah kaca (terutama CO₂) akibat pembakaran bahan bakar fosil.

Adapun Strategi dan Pengembangan Energi Baru dan Terbaruka sebagai berikut :

1. Mewujudkan birokrat bersih, akuntabel, efektif, efisien dan melayani;
2. Melengkapi regulasi;
3. Menyederhanakan perizinan dan non perizinan;
4. Menyediakan insentif;
5. Meningkatkan koordinasi dengan Kementerian/ Lembaga, Pemda dan Asosiasi;
6. Menggalakkan kampanye hemat energi;
7. Memperbaharui data potensi EBT;
8. Memperkuat jejaring kerja;

Konservasi Energi mendorong pemanfaatan energi secara efisien dan rasional tanpa mengurangi penggunaan energi yang benar - benar diperlukan.

- a) Konservasi di sisi pembangkit, yang didahului oleh audit energi
- b) Mengurangi pemakaian listrik yang bersifat konsumtif, keindahan, kenyamanan
- c) Mengganti peralatan yang tidak efisien
- d) Mengatur waktu pemakaian peralatan listrik

Untuk mengatasi berbagai permasalahan sosial serta kerusakan lingkungan, konsep ekonomi hijau harus diterapkan. Konsep tersebut sudah diaplikasikan melalui berbagai kebijakan dan program pembangunan dalam berbagai kegiatan. Indonesia memiliki peran yang sangat besar dalam mewujudkan pembangunan ekonomi hijau baik bagi masyarakatnya sendiri maupun masyarakat dunia. Komitmen Indonesia untuk mengembangkan strategi mitigasi perubahan iklim di tunjukan dalam bentuk target nasional pengurangan emisi sebesar 41%. Pengaruh pembangunan ekonomi hijau dilakukan di semua sektor dan wilayah/daerah.

Pemerintah Indonesia secara aktif berkontribusi dalam upaya penurunan emisi gas rumah kaca yang dan dituangkan ke dalam bentuk perencanaan mitigasi unilateral yang diinisiasi di bawah payung kebijakan nasional yaitu Peraturan Presiden No. 61 tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK), yang mencakup semua sektor yang berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca. penurunan gas emisi rumah kaca ini diturunkan ke



tingkat daerah ke dalam bentuk Rencana Aksi Daerah Penurunan Gas Emisi Rumah Kaca (RAD-GRK). Penyusunan RAD-GRK selayaknya mempertimbangkan kondisi lokal, mengikut sertakan seluruh pemangku kepentingan di daerah untuk bersama - sama menegosiasikan target dan skenario penurunan emisi, mengintegrasikan rencana pembangunan kedalam aksi mitigasi dan menyusun strategi yang paling efisien dan efektif.

Terkait dengan gagasan konsepsi “**green economy**” tersebut hal ini terdapat dua hal yang ingin dicapai. **Pertama**, ekonomi hijau mencoba untuk membuat konsep ekonomi yang bukan hanya sekedar mempertimbangkan masalah makro ekonomi, khususnya investasi di sektor - sektor yang memproduksi produk ramah lingkungan maupun produksi barang dan jasa yang lebih ramah lingkungan (“green investment/investasi hijau”), namun juga difokuskan pada bagaimana kontribusi investasi hijau tersebut terhadap produksi barang dan jasa serta dan pertumbuhan lapangan pekerjaan di bidang yang terkait dengan ramah lingkungan (green job) **Kedua**, green ekonomi mencoba untuk menyiapkan panduan pro-poor green investment, atau investasi hijau yang mampu mendorong pengentasan masalah kemiskinan. **Tujuan utamanya adalah** untuk mendorong agar para pembuat kebijakan mampu membuat semua jajaran pemerintahan dan sektor swasta ikut serta untuk mendukung peningkatan investasi hijau. maka ekonomi hijau secara singkat dicirikan sebagai: (i) peningkatan investasi hijau; (ii) peningkatan kuantitas dan kualitas lapangan pekerjaan pada sektor hijau; (iii) peningkatan pangsa sektor hijau; (iv) penurunan energi/sumberdaya yang digunakan dalam setiap unit produksi; (v) penurunan CO2 dan tingkat polusi per GDP yang dihasilkan; serta (vi) penurunan konsumsi yang menghasilkan (decrease in wasteful consumption).

2.2 LANDASAN HUKUM

Berikut ini beberapa peraturan dan perundang yang berkaitan dengan pengembangan energi terbarukan di Indonesia.

1. Undang-undang Nomor 30 tahun 2007 tentang Energi:

- Pasal 20, (3) Penyediaan energi baru dan energi terbarukan wajib ditingkatkan oleh Pemerintah dan pemerintah daerah sesuai dengan kewenangannya.
- Pasal 21, (2) Pemanfaatan energi baru dan energi terbarukan wajib ditingkatkan oleh Pemerintah dan pemerintah daerah.





2. **Peraturan Presiden (PERPRES) No 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN).**
3. **Peraturan Pemerintah Nomor 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional:**
 - Pasal 9, (f) Pemerintah mewujudkan pasar tenaga listrik paling sedikit melalui:
 - pada tahun 2025 peran Energi Baru dan Energi Terbarukan paling sedikit 23% (dua puluh tiga persen) dan pada tahun 2050 paling sedikit 31% (tiga puluh satu persen) sepanjang keekonomiannya terpenuhi;
 - Pasal 11, (2) Untuk mewujudkan keseimbangan keekonomian Energi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a, prioritas pengembangan Energi nasional didasarkan pada prinsip:
 - Memaksimalkan Penggunaan Energi Terbarukan Dengan Memperhatikan tingkat Keekonomian;
 - Meminimalkan Penggunaan Minyak Bumi;
 - Mengoptimalkan Pemanfaatan Gas Bumi Dan Energi Baru; Dan
 - Menggunakan batubara sebagai andalan pasokan Energi nasional.
4. **Peraturan Presiden Nomor 4/2016 tentang Percepatan Infrastruktur Ketenagalistrikan:**
 - Pasal 14, Pelaksanaan Percepatan Infrastruktur Ketenagalistrikan dilakukan dengan mengutamakan pemanfaatan energi baru dan terbarukan. Pemerintah Pusat dan/ atau Pemerintah Daerah dapat memberikan dukungan berupa pemberian insentif fiskal; kemudahan Perizinan dan Nonperizinan; penetapan harga beli tenaga listrik dari masing - masing jenis sumber energi baru dan terbarukan, pembentukan badan usaha tersendiri dalam rangka penyediaan tenaga listrik untuk dijual ke PT PLN (Persero); dan/atau penyediaan subsidi.
5. Beberapa Peraturan Menteri Keuangan tentang insentif fiskal dan non fiskal pengembangan EBT, Peraturan Menteri ESDM tentang pengaturan perusahaan EBT



AB III B GAMBARAN UMUM

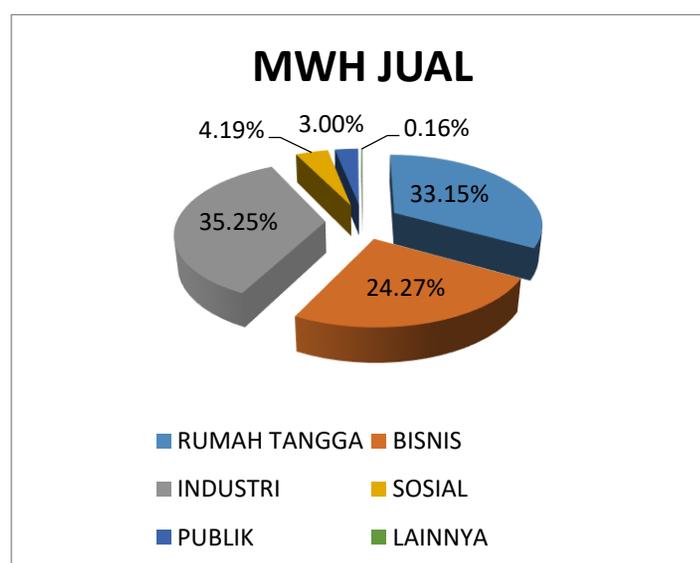
Letak kota Surabaya berada pada posisi geografis: antara 07⁰⁹ s.d 07²¹ Lintang Selatan dan 112⁰³⁶ s.d 112⁰⁵⁴ Bujur Timur, dengan luas wilayah ± 326,36 km². Secara umum wilayahnya Kota Surabaya berada pada ketinggian 3-6 meter diatas permukaan air laut, kecuali di sebelah selatan ketinggian 25-50 meter diatas permukaan air laut Kota Surabaya terbagi menjadi 31 Kecamatan dan 163 Desa/Kelurahan. Berdasarkan data Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil, Kota Surabaya memiliki penduduk yang ber-NIK hingga akhir tahun 2015 sebesar 2.943.528 jiwa

Berikut ini merupakan gambaran umum tentang kondisi energi di Kota Surabaya. Data dan informasi disarikan dari buku “ Laporan Konversi Energi 2016” yang diterbitkan oleh Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya, serta RPMJD Kota Surabaya 2016 – 2021.

3.1 KONSUMSI ENERGI KOTA SURABAYA

3.1.1 Konsumsi Energi Listrik

Konsumsi listrik di Kota Surabaya dapat dikategorikan menurut sektor pemakaian pada: rumah tangga, bisnis, industri, sosial, publik, dan lainnya. Gambar 3.1 menunjukkan dapat dilihat konsumsi penggunaan energi listrik di Kota Surabaya pada masing - masing sektor.



Gambar 3.1

Tenaga Listrik Terjual per Kelompok Tarif Tahun 2015

Sumber : PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur, 2015

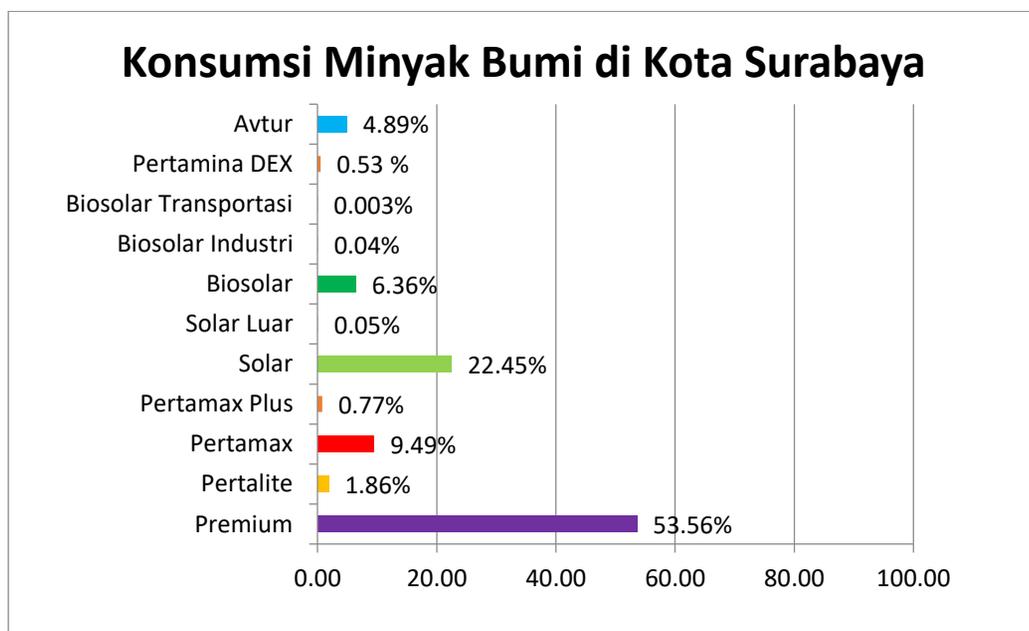




Terlihat bahwa konsumsi energi listrik yang paling banyak digunakan adalah dari sektor industri sebesar 35,25%. Hal ini menunjukkan bahwa masih banyaknya industri yang masih menggunakan energi listrik dalam proses produksinya. Setelah sektor industri, konsumsi energi listrik yang paling banyak adalah sektor rumah tangga dan bisnis yang masing - masing sebesar 33,15% dan 24,27%.

3.1.2 Konsumsi Minyak Bumi

Hasil akhir dari pengolahan minyak bumi terdiri dari berbagai jenis bahan bakar cair. Konsumsi berbagai jenis olahan minyak untuk Kota Surabaya ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2

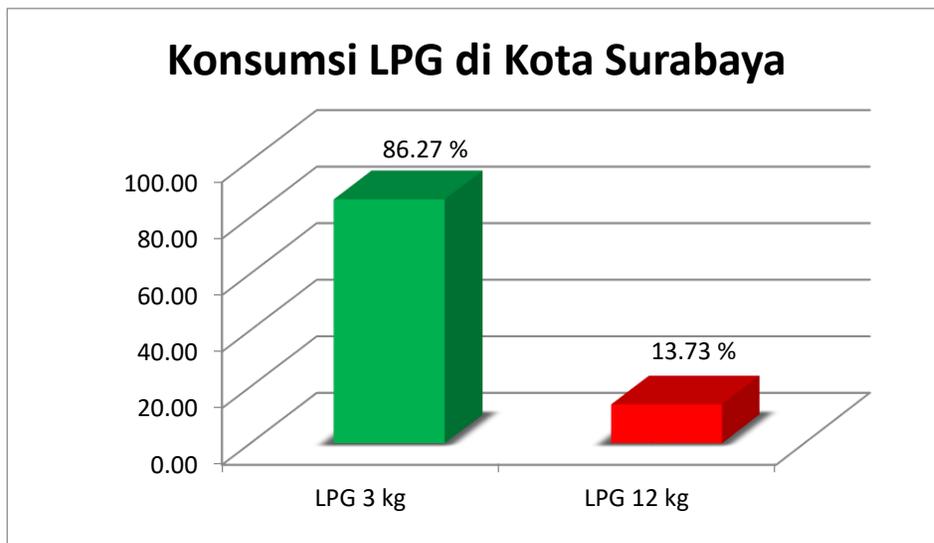
Konsumsi Bahan Bakar Minyak Kota Surabaya Tahun 2015

Sumber : Terminal BBM Surabaya Group, 2015

3.1.3 Konsumsi LPG di Kota Surabaya

Kemasan LPG yang dipasarkan ke konsumen di Kota Surabaya terdiri dari kemasan 12 kg dan kemasan 3 kg. Gambar 3.3 menunjukkan konsumsi LPG di Kota Surabaya, masing - masing untuk kemasan 3 kg dan 12 kg.





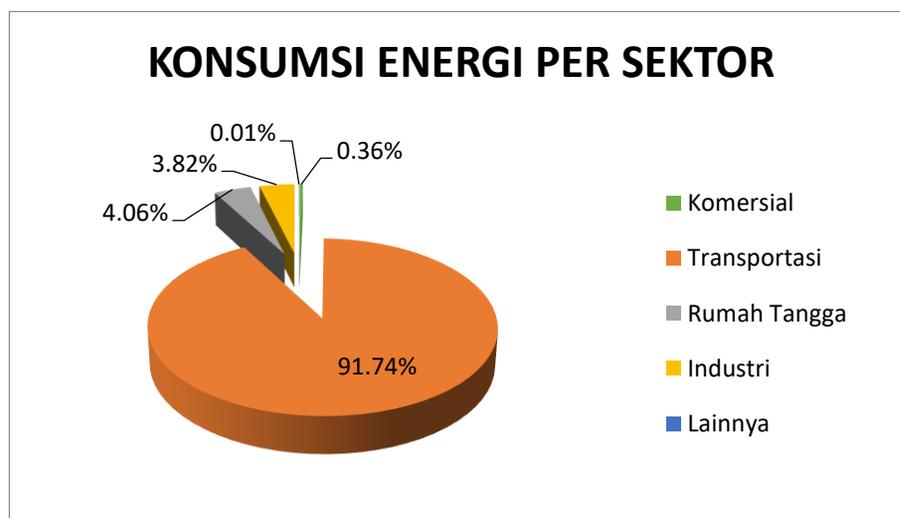
Gambar 3.3

Konsumsi LPG di Kota Surabaya Tahun 2015

Sumber : PT. Pertamina (Persero) MOR V Surabaya, 2015

3.1.4 Konsumsi Energi Per Sektor

Dari tahun ke tahun jumlah penduduk Kota Surabaya sebagai salah satu kota besar di Indonesia terus mengalami pertumbuhan. Pertumbuhan tersebut menimbulkan berbagai dampak terhadap aspek kehidupan manusia. Salah satu aspek yang cukup terpengaruh dengan adanya penambahan jumlah penduduk adalah penggunaan energi untuk menunjang kebutuhan hidup yang meliputi sektor komersial, industri, transportasi, rumah tangga, dan lain sebagainya. Berikut dapat ditunjukkan konsumsi energi per sektor di Kota Surabaya yang dihitung melalui penggunaan energi listrik, minyak bumi, LPG, gas alam, dan batu bara di Kota Surabaya.



Gambar 3.4





Konsumsi Energi per Sektor di Kota Surabaya

3.2 PENERAPAN ENERGI TERBARUKAN DI KOTA SURABAYA

Penerapan energi terbarukan di Kota Surabaya telah dilakukan pada berbagai aspek, meski sebagaimana besar masih dalam skala yang terbatas. Penerapan energi terbarukan ini dilakukan untuk mengantisipasi kebutuhan energi yang meningkat harus diimbangi dengan ketersediaan energi yang memadai.

Berikut beberapa penerapan energi terbarukan yang sudah dilaksanakan di Kota Surabaya:

3.2.1 Penerapan Sel Surya (Solar Cells)

Sel Surya (Solar Cells) sebagai sumber listrik telah dimulai penggunaannya dan diperkenalkan ke masyarakat, salah satunya penerapannya di sekolah. Beberapa sekolah di Kota Surabaya telah dipasang sistem PLTS oleh Dinas Lingkungan Hidup sejak beberapa tahun terakhir. Sistem PLTS yang dipasang terdiri dari

- a. sistem Off Grid, dimana sistem PLTS berdiri sendiri (tanpa terhubung dengan jaringan listrik PLN yang telah ada).
- b. sistem On Grid, yakni sistem PLTS yang terhubung dengan jaringan PLN yang telah ada.

DAFTAR PEMASANGAN PLTS OFF GRID DI SEKOLAH			
18 SEKOLAH		2014	4 SEKOLAH 2017
1. SDN KALIASIN I SURABAYA	10. SMPN 16 SURABAYA		1. SMPN 8 SURABAYA
2. SDN PERAK BARAT SURABAYA	11. SMPN 24 SURABAYA		2. SMPN 9 SURABAYA
3. SDN KANDANGAN I SURABAYA	12. SMPN 26 SURABAYA		3. SMPN 12 SURABAYA
4. SDN KANDANGAN II SURABAYA	13. SMPN 28 SURABAYA		4. SMPN 41 SURABAYA
5. SDN KANDANGAN III SURABAYA	14. SMPN 35 SURABAYA		Energi yang dihasilkan 3200 WP *1 sekolah menghasilkan 800 WP
6. SDN MADE I SURABAYA	15. SMPN 36 SURABAYA		3 SEKOLAH 2018
7. SDN SEMEMI I SURABAYA	16. SMPN 38 SURABAYA		1. SMPN 23 SURABAYA
8. SMPN 4 SURABAYA	17. SMPN 39 SURABAYA		2. SMPN 30 SURABAYA
Energi yang dihasilkan 5400 WP * 1 sekolah menghasilkan 300 WP			3. SMPN 37 SURABAYA
			Energi yang dihasilkan 2400 WP *1 sekolah menghasilkan 800 WP

Gambar 3.5. Data PLTS di sekolah di Surabaya





Gambar 3.5 menunjukkan data sekolah yang telah dipasang sistem PLTS Off Grid, sementara itu sistem On Grid telah dipasang pada tahun 2018 di SMPN 19, dengan kapasitas 3000 Wp.

Selain itu, Kota Surabaya melalui Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH) Kota Surabaya sudah mengaplikasikan penerapan solar cell untuk Penerangan Jalan Umum. Pada tahun 2011, sudah ada pemasangan di area kantor DKP dan Bappeko di masing-masing 2 (dua) titik sedangkan di tahun 2012 di jembatan pemuda sebanyak 4 (empat) titik. Pada tahun 2013, adanya pemasangan PJU solar cell di Taman Jayengrono dan Taman Ronggolawe di masing - masing lokasi sebanyak 4 (empat) titik dan pada tahun 2014 dipasang di Taman Cahaya dan Taman Keputih juga masing-masing di 4 (empat) titik. Akan tetapi, menurut info dari (DKRTH) untuk saat ini pada tahun 2016 baterai penyimpanan solar cell sedang rusak sehingga pemanfaatan solar cell ini dihentikan untuk sementara.

Selain untuk penerangan jalan umum, melalui Program "Energy Challenge" (2012) yang diselenggarakan oleh Tunas Hijau bersama Pemerintah Kota Surabaya dan US Department of State serta didukung oleh PT. SIER dan juga melalui Program "From Learning to Living" (2014-2015) yang digelar oleh Tunas Hijau bersama dengan Kementerian Lingkungan Hidup, Sustainable Consumption and Production (SCP) Indonesia dan Pemerintah Kota Surabaya sudah memberikan bantuan terkait Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

3.2.2 Penerapan Gasifikasi di Rumah Kompos

Kota Surabaya memiliki 2 (dua) rumah kompos yang sudah memanfaatkan sampah dalam menghasilkan tenaga listrik melalui proses gasifikasi. Rumah Kompos tersebut adalah di lokasi UPTD Rumah Kompos Bratang dan Wonorejo.

Bahan yang digunakan dalam proses gasifikasi tersebut adalah batang kayu dan sampah plastik. Dalam satu hari proses gasifikasi ini dapat mengurangi sampah seberat ± 60 kg. Setelah sampah terkumpul akan langsung dimasukkan ke dalam reaktor gasifikasi untuk proses pembakaran. Selanjutnya gas yang dihasilkan dari reaktor gasifikasi ini akan masuk ke dalam cyclone yang berfungsi untuk memisahkan gas dan beberapa partikulat padat yang masih bisa disaring dengan cara gravitasi. Setelah dari cyclone, akan dilanjutkan penyaringan ulang menggunakan water scrubber. Di dalam water scrubber ini terjadi pemisahan antara gas dan partikulat halus dengan bantuan air sehingga partikulat halus tersebut nantinya akan bercampur dengan air dan gas





yang dihasilkan memang benar - benar tidak bercampur dengan beberapa kontaminan. Kemudian gas dialirkan ke filter carbon untuk penyaringan udara dan masuk ke filter penyaringan untuk menyaring air agar tidak merusak penggerak mesin di generator. Setelah itu, gas tersebut langsung masuk ke dalam generator untuk menggerakkan turbin untuk dirubah menjadi aliran listrik. Aliran listrik tersebut akan langsung masuk ke panel listrik yang kemudian akan dialirkan dan disimpan di 4 (empat) baterai penyimpanan listrik yang masing - masing mampu menyimpan listrik sebesar 1000 watt sehingga listrik yang dihasilkan per harinya adalah \pm 4000 watt.

3.2.3 Pemanfaatan Gas Metana di TPA Benowo

TPA Benowo merupakan salah satu TPA yang sudah memanfaatkan gas metana yang dihasilkan dari sampah untuk dimanfaatkan menjadi energi listrik. Sampah yang digunakan untuk menghasilkan gas metana ini adalah sampah organik. Proses pemanfaatan gas metana tersebut melalui sistem Landfill Gas TPA Benowo sudah beroperasi sejak Bulan Nopember Tahun 2015. Proses landfill gas ini berawal dari penimbunan sampah yang ditimbun dari sumur buatan. Terdapat 63 sumur vertikal dan 18 sumur horizontal yang ada di TPA Benowo. Sumur - sumur tersebut sudah dipasang pipa penangkap gas metana. Pipa penangkap gas metana tersebut kemudian akan menuju ke Heat Exchanger. Heat Exchanger ini merupakan alat penukar panas yang berfungsi untuk mendinginkan temperatur agar water counternya rendah sehingga gas yang dihasilkan kering. Setelah itu gas dialirkan melalui blower yang kemudian akan dimasukkan ke dalam gas engine. Di dalam gas engine inilah terjadi proses perubahan gas metana menjadi energi listrik yang dihasilkan melalui generator yang ada di dalam gas engine tersebut dan kemudian akan disalurkan ke panel distribusi. TPA Benowo mempunyai 2 (dua) gas engine yang masing - masing gas engine ini dapat menghasilkan energi listrik sebesar 1 MW per jam. Akan tetapi, listrik yang dihasilkan ini dijual ke PT. PLN (Persero) sebesar 1,65 MW dan untuk sisanya dipakai untuk operasional mesin pendukung yang lain.

Selain landfill gas, sedang direncanakan pemanfaatan sampah melalui proses gasifikasi yang direncanakan akan menghasilkan energi listrik sebesar 8 MW dan luas lahan yang sudah disiapkan untuk proses gasifikasi ini adalah seluas \pm 2-3 Ha dan juga sampah yang dimanfaatkan untuk proses gasifikasi pada nantinya adalah berasal dari sampah anorganik. Rencana untuk proses gasifikasi ini akan diaplikasikan sekitar akhir tahun 2018.



3.2.4 Penerapan Biogas di Hutan Kota Pakal

Hutan Kota Pakal di Surabaya dibagi menjadi 2 (dua) bagian yaitu Hutan Kota Pakal 1 dan Hutan Kota Pakal 2. Luasan masing - masing hutan kota tersebut adalah

± 6,5 Ha. Di Hutan Kota Pakal 1, sudah terdapat percontohan pemanfaatan biogas dari kotoran sapi dan kambing.

Total ternak yang ada di Hutan Kota Pakal ini terdiri dari sapi dengan total jumlah sebanyak 16 ekor dan kambing sebanyak 30 ekor. Kotoran ternak pada semua hewan ini dikumpulkan kemudian dicampur dengan air agar lebih encer. Setelah proses pencampuran dan pengadukan ini, kotoran ternak akan langsung dimasukkan ke Biodigester dengan volume sebesar 11 m³ untuk proses fermentasi. Setelah beberapa hari, Biogas akan muncul dan disalurkan melalui pipa penangkap yang kemudian akan dimanfaatkan. Untuk sementara ini, pemanfaatan Biogas masih digunakan untuk keperluan pengurus di Hutan Kota Pakal seperti untuk membuat minuman ataupun memasak dalam skala yang kecil. Selain untuk memasak, Biogas di Hutan Kota Pakal ini juga dimanfaatkan untuk penerangan lampu Petromax di sore harinya. Untuk limbah cair yang dihasilkan di Biodigester ini dapat dimanfaatkan sebagai pupuk untuk tanaman yang ada di sekitar Hutan Kota Pakal sehingga dapat mempercepat pertumbuhan tanaman dan dapat menyuburkan tanah.





B AB IV **POTENSI ENERGI TERBARUKAN DI KOTA SURABAYA**

Sumber - sumber energi terbarukan terdiri dari berbagai jenis seperti: energi surya, energi geothermal, energi angin, energi air dan kelautan (gelombang, arus laut dan OTEC) dan energi biomassa (termasuk biofuel, biogas, limbah hewan, limbah manusia, sampah, dll.). Setiap daerah memiliki potensi yang berbeda - beda akan sumber energi terbarukan. Pada Bab ini akan diuraikan potensi energi terbarukan yang ada di Kota Surabaya. Data - data diperoleh dari kajian terdahulu, terutama dari sumber laporan Kajian Konversi Energi di Surabaya 2016 yang diterbitkan oleh Badan Lingkungan Hidup, Pemerintah Kota Surabaya serta dari buku Laporan Tata Kelola Pengumpulan, Pengolahan dan Pemanfaatan Kembali Limbah Minyak Goreng (Jelantah) dalam Pengembangan Energi alternatif di Kota Surabaya 2017 yang diterbitkan oleh Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Surabaya. Dari analisa potensi yang ada akan diketahui jenis sumber energi terbarukan yang mempunyai potensi besar untuk dikembangkan.

4.1 POTENSI ENERGI SURYA DI SURABAYA

Pada bagian ini dipaparkan hasil kajian terhadap potensi penyinaran matahari dan faktor yang mempengaruhi dalam kaitannya dengan pemanfaatan, Tenaga Surya khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Kota Surabaya. Analisa dilakukan berdasarkan data - data sekunder dan primer yang diperoleh dari :

- Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun pengukuran Juanda Surabaya
- Aplikasi SolarGIS-pv Planner, aplikasi ini terdiri dari piranti lunak online untuk sistem Photovoltaics matahari. Piranti tersebut menggabungkan simulasi numerik dari model - model yang dihasilkan dari penelitian terkini dengan basis data cuaca baru menggunakan teknologi pemrograman web Google Web Toolkit. Metodologi SolarGIS didasarkan pada analisis secara statistik keseluruhan data penyinaran dan suhu yang tersimpan dalam database.
- Situs internet
- Data primer.





Potensi penyinaran matahari dalam kajian ini diasumsikan sama untuk masing - masing lokasi di Kota Surabaya, dan selanjutnya disebut sebagai potensi penyinaran Kota Surabaya, kesamaan ini dikarenakan :

Analisa data satelit dari SolarGis menunjukkan hasil bahwa potensi penyinaran di beberapa lokasi yang berbeda dalam wilayah Kota Surabaya menunjukkan hasil yang sama.

Asumsi tersebut berlaku untuk umum, namun pada aplikasinya harus diperhatikan kondisi lokal berkaitan dengan hal - hal yang menghalangi penyinaran, semisal pohon - pohon, bangunan tinggi dan lain - lain disekitar lokasi rencana pemasangan Panel Surya.

Kajian terhadap potensi energi penyinaran matahari dalam bahasan ini dilakukan dengan menyertakan faktor - faktor yang mempengaruhi efektifitas dan efisiensi pemanfaatan PLTS, yaitu:

- Kondisi Astronomis dan Geografis
- Lama penyinaran Matahari
- Temperatur Udara
- Curah Hujan
- Energi Radiasi Matahari, dan
- Sun Peak Hour,

4.1.1 Kondisi Astronomis dan Geografis Kota Surabaya

Surabaya terletak di antara 07° 21' Lintang Selatan dan 112° 36' s/d 112° 54' Bujur Timur. Sebagian besar wilayah Kota Surabaya merupakan dataran rendah dengan ketinggian 3 – 6 meter di atas permukaan air laut, kecuali di sebelah Selatan dengan ketinggian 25 – 50 meter di atas permukaan air laut. Kota Surabaya merupakan dataran rendah yaitu 80,72 % (25.919,04 Ha) dengan ketinggian antara -0,5 – 5m SHVP atau 3 – 8 m LWS, sedang sisanya merupakan daerah perbukitan yang terletak di Wilayah Surabaya Barat (12,77%) dan Surabaya Selatan (6,52%).

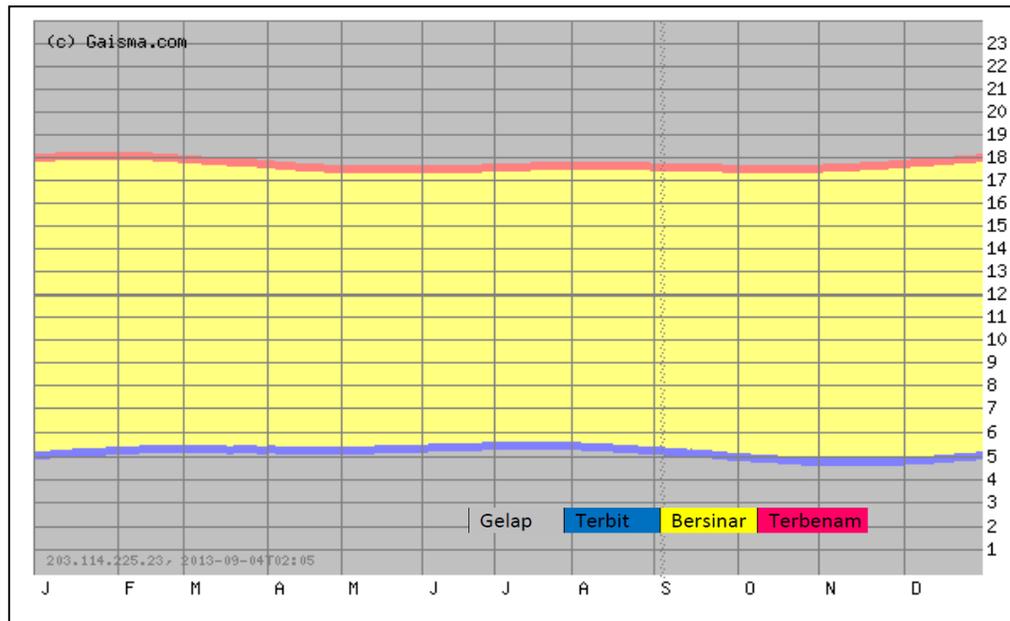
4.1.2 Lama Penyinaran Matahari di Surabaya

Lama Penyinaran Matahari didefinisikan sebagai lamanya waktu dari terbitnya matahari hingga waktu terbenam. Dalam kaitannya dengan potensi energi maka semakin lama matahari bersinar, semakin banyak energi yang diterima pada hari



tersebut. Setiap tempat mempunyai penyinaran matahari berbeda - beda tergantung letak astronomisnya terutama posisi latitude (posisi lintang).

Pada Gambar 4.1 ditunjukkan grafik lama penyinaran matahari di Kota Surabaya. Sumbu Horizontal pada gambar mewakili bulan, dimulai dari J untuk Januari, F untuk Februari dan seterusnya hingga D untuk Desember.

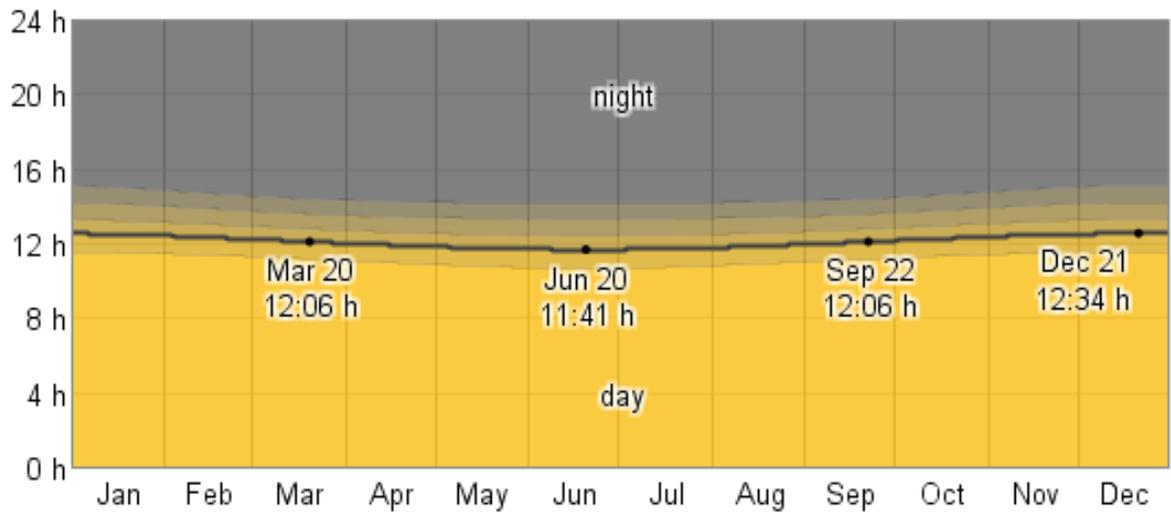


Gambar 4.1. Waktu Penyinaran Matahari di Kota Surabaya

Sedangkan sumbu vertikal mewakili waktu jam dalam format 24 jam. Warna - warna pada grafik mewakili kondisi penyinaran, masing-masing : abu - abu mewakili gelap pada malam hari, warna ungu mewakili waktu terbit matahari, warna kuning mewakili matahari bersinar dari pagi hingga petang, dan warna merah mewakili matahari saat terbenam.

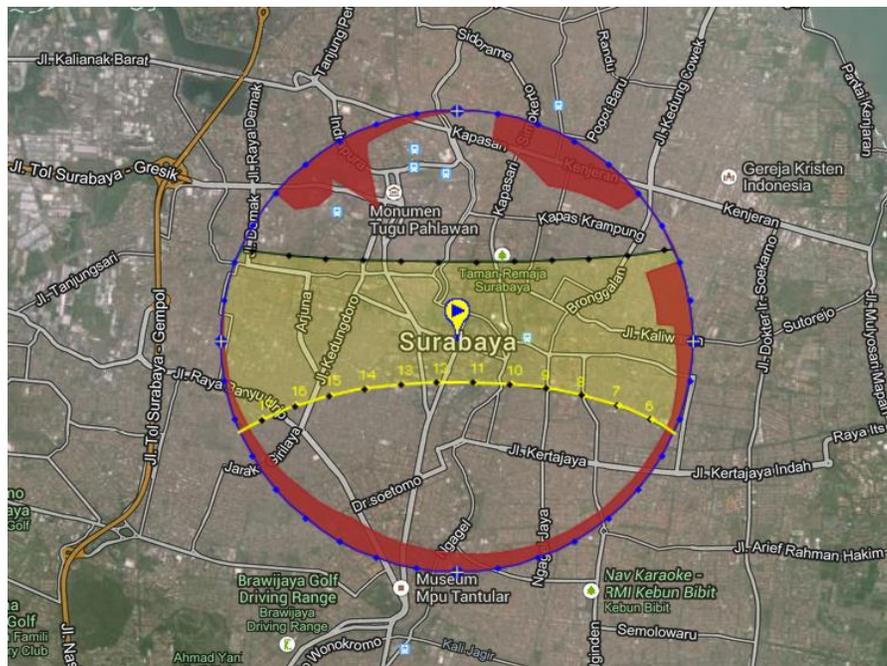
Karena posisi astronomisnya disekitar katulistiwa maka matahari bersinar sepanjang tahun sehingga memiliki waktu penyinaran yang relatif. Lama penyinaran di Kota Surabaya berkisar antara 11 jam 41 menit pada Bulan Juni dan maksimum 12 jam 34 menit pada Bulan Desember. Rata - rata penyinaran sepanjang tahun berada pada kisaran 12 jam, sebagaimana ditunjukkan dalam gambar 2.4 sebagai berikut :





Gambar 4.2 Lama Penyinaran Matahari di Kota Surabaya

Pada pola peredaran matahari selama setahun di Kota Surabaya, dengan latar belakang GoogleMap, ditunjukkan pada Gambar 4.3

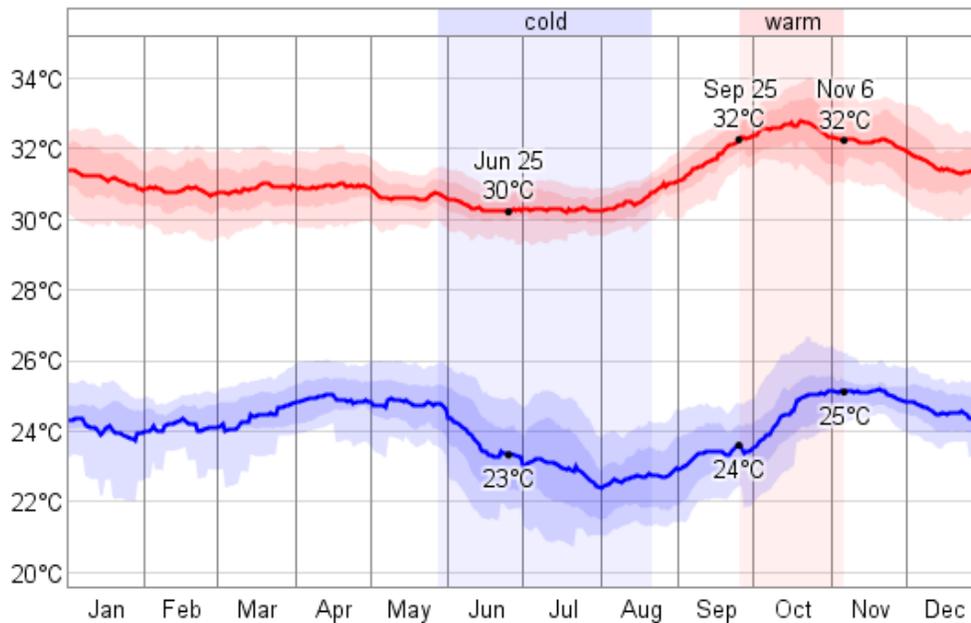


Gambar 4.3 Peredaran matahari di Surabaya

4.1.3 Temperatur Kota Surabaya

Temperatur lingkungan akan mempengaruhi Efisiensi Sel Surya, oleh sebab itu temperatur perlu diperhatikan dalam mendesain suatu sistem PLTS. Secara umum semakin tinggi temperatur lingkungan dimana sel surya dioperasikan maka semakin menurun efisiensi sel surya tersebut. Secara ilmiah terbukti bahwa setiap penurunan temperatur sel surya sebesar $1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ dapat menaikkan daya keluaran sel surya sebesar 1%. Hal ini juga berlaku sebaliknya, setiap kenaikan temperature sel surya akan menurunkan daya keluaran sel surya.





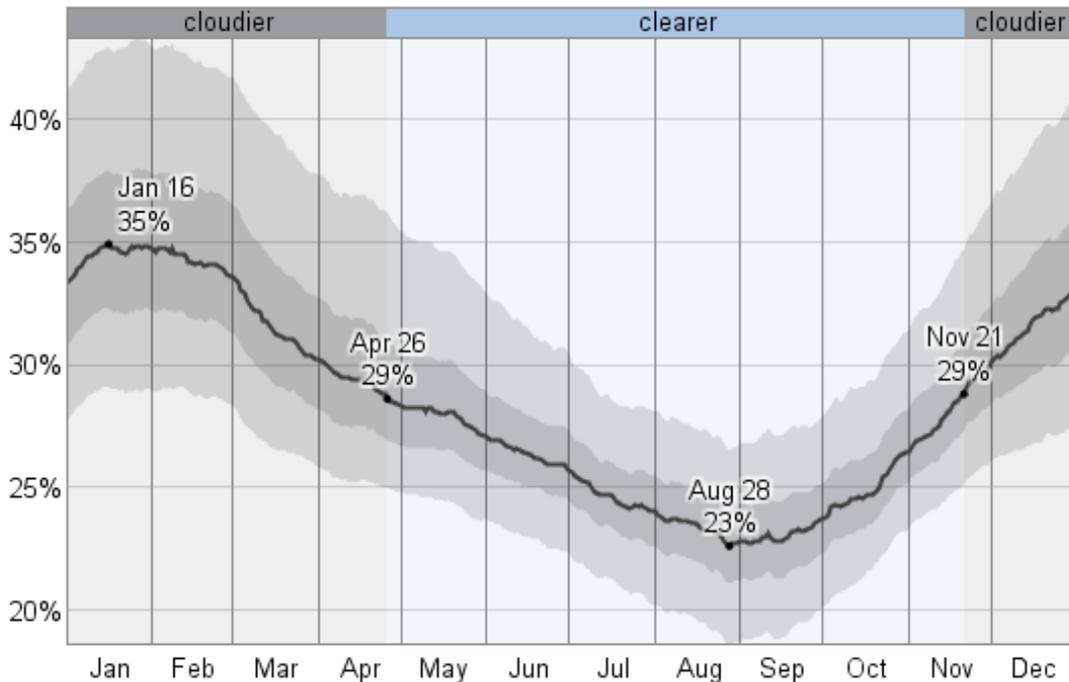
Gambar 4.4 Temperatur rata-rata Kota Surabaya

Salah satu referensi menunjukkan data temperatur minimum dan maksimum untuk Kota Surabaya yang sama dengan sumber pertama, yang ditampilkan dalam bentuk grafik tahunan seperti ditunjukkan pada gambar 4.4

Secara teoritis variasi temperatur diatas akan mempengaruhi daya keluaran sel surya sampai dengan 10%, khususnya Bulan September, Oktober dan November.

4.1.4 Curah Hujan di Surabaya

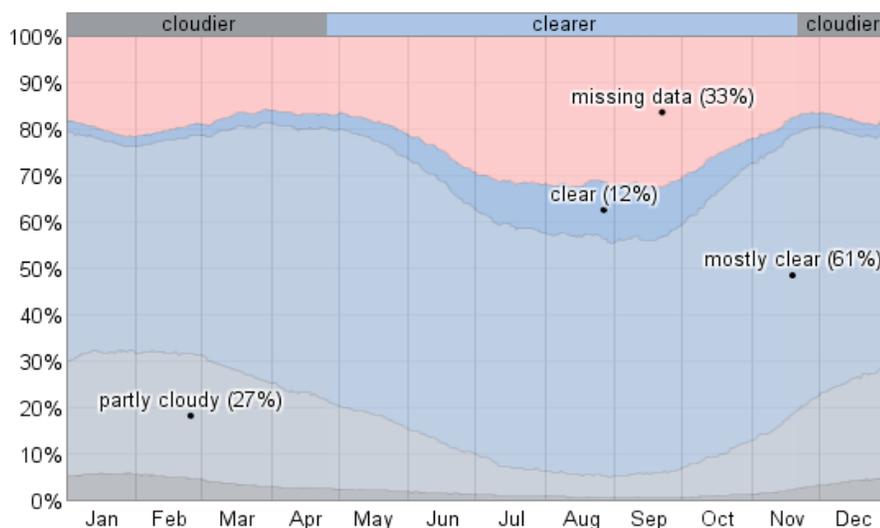
Curah hujan akan mempengaruhi jumlah radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi yang secara langsung mempengaruhi jumlah energi keluaran sistem PLTS. Secara umum berlaku bahwa curah hujan yang tinggi mengakibatkan turunnya intensitas radiasi matahari. Hal tersebut berkaitan karena pada kondisi hujan matahari tertutup awan. Pola curah hujan bergantung dari musim yang berlangsung. Curah hujan meningkat pada saat musim hujan sekitar Bulan November - April. Demikian juga rata-rata jumlah hari hujan maksimum pada bulan-bulan tersebut.



Gambar 4.5 Tingkat keberawanan di Kota Surabaya

Selain curah hujan, tingkat keberawanan (cloudiness) juga berpengaruh terhadap energi keluaran sebuah sistem PLTS. Tingkat keberawanan Kota Surabaya selama setahun dari hasil pencatatan data ditampilkan pada Gambar 4.5 dan 4.6

Pada Gambar 4.6 Keberawanan dibagi menjadi 4 kategori masing - masing cerah (clear), agak cerah (mostly clear), berawan sebagian (partly cloudy), berawan (cloudy), dan gelap (overcast). Prosentasi untuk kombinasi cerah dan agak cerah (dimana PLTS diharapkan beroperasi optimal) terdiri dari 73% dari total waktu. Untungnya sepanjang tahun terdapat waktu cerah atau agak cerah di Kota Surabaya sehingga sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat diandalkan sebagai sumber listrik tanpa harus bergantung pada cuaca atau musim



Gambar 4.6 Prosentasi kategori keberawanan Kota Surabaya





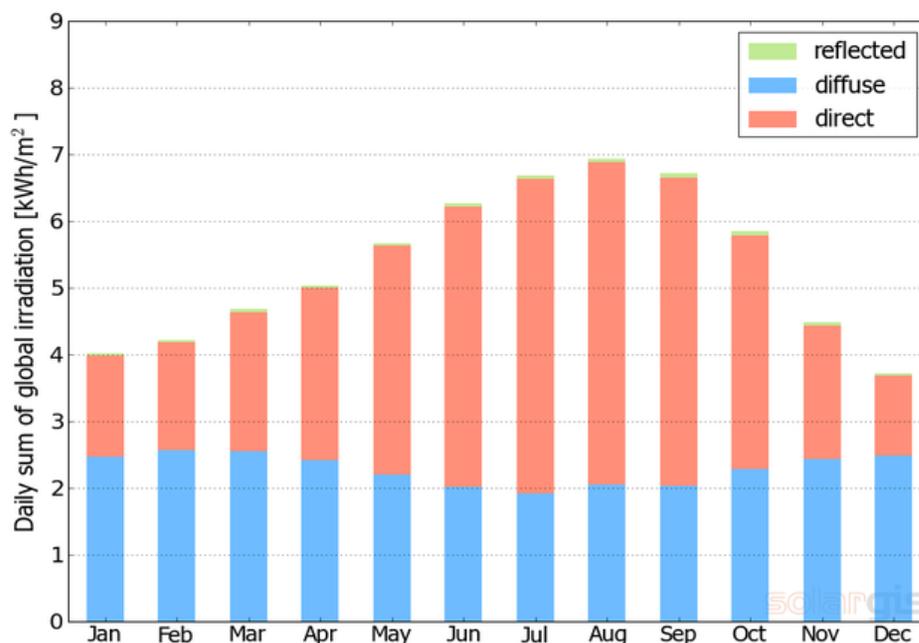
4.1.5 Energi Radiasi Matahari di Surabaya.

Faktor terpenting yang menentukan besarnya energi keluaran sebuah sistem PLTS adalah besarnya potensi energi radiasi dilokasi telah terpasang. Energi radiasi matahari biasanya dinyatakan dalam satuan kWh/m² perhari. Potensi radiasi matahari disatu tempat sebaiknya didasarkan pada pengukuran data dalam rentang waktu yang memadai, minimal untuk 3 Tahun.

Dalam kajian ini data radiasi matahari didapatkan dari sumber data primer dan sekunder. Untuk data sekunder berasal dari data satelit yang terdapat dalam data base SolarGIS dan juga NASA Langley Reserch Center. Data base tersebut merupakan olahan data satelit secara statistik yang didasarkan pada pengamatan rentang waktu 8 Tahun. Sementara data primer diperoleh dari pengukuran langsung oleh Badan Meterologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Pada stasiun pengukuran di Juanda Surabaya, dipadu dengan data primer yang dilakukan sendiri.

Energi tersebut berasal dari komponen - komponen radiasi dengan masing-masing : radiasi langsung (direct), radiasi hamburan (diffuse), dan radiasi pantulan (reflected). Jumlah ketiga komponen tersebut adalah radiasi global (global radiation). Berbeda dengan sistem tenaga matahari lainnya yang membutuhkan salah satu komponen radiasi tertentu, sistem PLTS terkait langsung dengan radiasi global.

Rata - rata radiasi global yang merupakan energi radiasi matahari, setiap bulannya di Surabaya berdasarkan data base satelit SolarGIS ditampilkan dalam bentuk tabel pada Gambar 4.7



Gambar 4.7. Energi radiasi matahari di Surabaya berdasarkan data satelit SolarGIS





Dari gambar 4.7 diketahui bahwa energi radiasi matahari di Surabaya adalah 5.54 kWh/m² per hari dengan nilai maksimum 6.81 kWh/m² (September) dan minimum 4.82 kWh/m² (Desember). Komponen diffuse dari radiasi cukup signifikan khususnya selama Bulan Maret sampai Bulan Oktober, sedangkan komponen reflected relatif kecil dalam setahun. Perlu diperhatikan bahwa data tersebut merupakan data olahan yang berasal dari data pemetaan secara statistik.

Sumber lain dari gaisma.com yang mendasarkan hasil olahan data dari NASA Langley Research Center Atmospheric Science Data Center menunjukkan bahwa rata-rata energi radiasi matahari di Kota Surabaya adalah 5.77 kWh/m² perhari, dengan nilai maksimum 7.05 kWh/m² pada Bulan September dan minimum 4.86 kWh/m² pada Bulan Januari. Data selengkapnya ditunjukkan pada tabel 4.01. Terlihat bahwa trend yang hampir sama untuk bulan-bulan selama setahun dari hasil analisa data SolarGIS pada Gambar 4.7 diatas.

Tabel 4.1. Energi radiasi matahari dan tingkat kecerahan di Kota Surabaya

Bulan	Energi Radiasi kWh/m ²	Kecerahan 0 - 1
Januari	4.86	0.46
Februari	5.12	0.48
Maret	5.73	0.55
April	5.65	0.58
Mei	5.64	0.63
Juni	5.44	0.64
Juli	5.81	0.67
Agustus	6.52	0.70
September	7.05	0.70
Oktober	6.72	0.64
November	5.78	0.54
Desesember	4.99	0.47





Tingkat kecerahan harian dengan skala 0 – 1 ditampilkan juga pada Tabel 4.1. Tingkat kecerahan Kota Surabaya berkisar antara 0.46 – 0.7. Hal ini dapat difahami karena Kota Surabaya merupakan kota yang terletak di dekat pantai yang mengakibatkan tingkat kelembapan (uap air) yang tinggi, disamping itu Kota Surabaya merupakan kota industri sehingga besar kemungkinan asap industri mengakibatkan penurunan tingkat kecerahan.

Dari data primer hasil pengukuran oleh Badan Meterologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) stasiun pengukuran di Juanda Surabaya selama 1 tahun 2016, serta dipadu dengan data primer yang pengukurannya dilakukan sendiri dilokasi Universitas Surabaya (Ubaya) selama beberapa bulan didapatkan bahwa energi radiasi matahari di Surabaya rata-rata 4.2 kWh/m² dengan dengan nilai maksimum 6.72 kWh/m² pada Bulan September dan minimum 3.26 kWh/m² pada Bulan Maret. Data selengkapnya ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2. Energi Radiasi Matahari di Surabaya 2016

Bulan	Energi Radiasi kWh/m ²
Januari	3.46
Februari	3.73
Maret	3.26
April	3.33
Mei	3.62
Juni	3.35
Juli	4.18
Agustus	4.77
September	5.48
Oktober	6.72
November	5.48
Desember	4.10





Dari masing - masing sumber data tersebut diatas terlihat perbedaan yang cukup signifikan terutama antara data satelit dan data pengukuran langsung (primer) selama 1 Tahun. Dalam hal ini diperkirakan karena beberapa faktor, antara lain:

- Waktu pengukuran yang berbeda
- Rentang waktu (jumlah tahun) yang berbeda
- Perubahan iklim dan cuaca yang berbeda dari tahun ke tahun

Metode pengukuran yang berbeda, khususnya posisi pengukuran antara ketinggian tertentu (yang umum pada GIS) dan pengukuran dipermukaan tanah (untuk data pengukuran langsung).

Pada kajian ini potensi energi matahari di Surabaya didefinisikan dari perhitungan rata-rata kesemua sumber tersebut. Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh angka potensi rata - rata energi matahari di Kota Surabaya seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Rata - rata Energi Radiasi Matahari di Kota Surabaya

Bulan	Rata - rata Energi Radiasi Matahari (kWh/m ²)
Januari	4,44
Februari	4,59
Maret	4,66
April	4,62
Mei	4,75
Juni	4,66
Juli	5,20
Agustus	5,85
September	6,43
Oktober	6,70
Nopember	5,61
Desember	4,60

4.1.6 Jam Puncak Daya Penyinaran Matahari (Sun Peak Hour)

Dalam PLTS sering dikenal istilah Sun Peak Hour atau jam puncak daya penyinaran matahari, yang didefinisikan sebagai lamanya matahari bersinar dengan intensitas 1000 kWh/m². Besaran ini diperlukan untuk memudahkan perhitungan, karena standar pengujian Panel Surya adalah pada kondisi radiasi 1000W/m².





Satuan dari Panel Surya dinyatakan dalam Watt Peak (Wp), yang berarti bahwa daya keluaran panel yang dimaksud pada kondisi radiasi matahari 1000 W/m^2 dan temperatur standard 25°C . Misalnya sebuah panel mempunyai spesifikasi 100 Wp berarti daya keluaran Sel Surya tersebut adalah 100 Watt jika dioperasikan dibawah radiasi matahari dengan intensitas 1000 W/m^2 dan temperatur standard.

Di lain pihak, dalam kondisi nyata, radiasi matahari selalu berubah - ubah terhadap waktu dan jarang sekali mencapai 1000 W/m^2 dipermukaan tanah. Dalam hal ini perlu dibuat konversi waktu penyinaran dalam satu hari seakan - akan matahari bersinar dengan intensitas 1000 W/m^2 , yang dinamakan Sun Peak Hour. Sebagai ilustrasi dalam satu hari pada Bulan Januari matahari bersinar selama 12 jam dengan intensitas bervariasi sepanjang hari. Jika dijumlah energi selama beberapa hari tersebut didapatkan 4440 Wh/m^2 maka berarti kondisi ini ekuivalen dengan 4,44 jam matahari bersinar dengan intensitas 1000 W/m^2 . Dalam hal ini dapat dinyatakan bahwa Sun Peak Hour pada Bulan Januari di Surabaya adalah 4,44 jam. Rata - rata Sun Peak Hour selama 1 tahun di Surabaya ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 4.4
Rata - rata jam puncak daya (Sun Peak Hour) di Surabaya

Bulan	Jam Daya Puncak (Sun Peak Hour)
Januari	4,44 Jam
Februari	4,59 Jam
Maret	4,66 Jam
April	4,62 Jam
Mei	4,75 Jam
Juni	4,66 Jam
Juli	5,20 Jam
Agustus	5,85 Jam
September	6,43 Jam
Oktober	6,70 Jam
Nopember	5,61 Jam
Desember	4,60 Jam

Rata rata jam daya puncak (Sun Peak Hour) di Surabaya selama setahun adalah 5,18 jam dengan nilai minimum 4,44 pada Bulan Januari dan maksimum 6,7 jam pada Bulan Oktober.





Dari laporan sebelumnya (Kajian Konversi Energi, 2016) diketahui bahwa luas kawasan terbangun di Kota Surabaya adalah 185.608.235,84 m².

Dari luasan tersebut, jika diasumsikan untuk dipasang Panel Surya seluas 10% dari luasan kawasan terbangun, maka dapat diketahui potensi luasan yang dapat terpasang adalah 1.856.082,4 m².

Selain dimanfaatkan di kawasan terbangun PLTS ini juga dapat dimanfaatkan di taman - taman Kota Surabaya. Menurut Buku Profil DKP Kota Surabaya Tahun 2015 dapat diketahui bahwa luas taman pasif adalah seluas 420.397,88 m² dan luas taman aktif adalah seluas 765.902,23 m². Jika ditotal maka luas taman di Kota Surabaya adalah seluas 1.186.300,12 m². Jika dari luasan ini akan dipasang PLTS seluas 10% dari luas taman, maka estimasi luasan yang dapat dimanfaatkan adalah 11.863 m² lahan.

4.2 POTENSI ENERGI BIOMASSA DARI SAMPAH

Sampah adalah material sisa suatu aktivitas yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Pemanfaatan limbah sampah tidak hanya dapat dilakukan dengan cara mendaur ulang sampah menjadi barang kerajinan ataupun barang jadi lainnya melainkan dapat pula dengan memanfaatkannya sebagai sumber pembangkit listrik. Saat ini sudah banyak pemanfaatan limbah biomassa atau sampah menjadi suatu pilihan sumber energi alternatif.

Kota Surabaya sudah mempunyai pembangkit listrik yang berasal dari sampah di TPA Benowo dan di UPTD Rumah Kompos Bratang dan juga Wonorejo. Analisis perhitungan untuk besaran potensi energi biomassa yang berasal dari sampah ini akan dibagi menjadi 2 (dua) bagian yaitu berdasarkan lokasi di UPTD Rumah Kompos yang tersebar di Kota Surabaya dan di TPA Benowo.

4.2.1. Potensi Energi Di Rumah Kompos Di Kota Surabaya

UPTD Rumah Kompos Kota Surabaya memiliki 26 Rumah Kompos yang tersebar di beberapa wilayah Kota Surabaya. Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya sudah melakukan survei dan wawancara di UPTD Rumah Kompos Bratang yang telah menerapkan proses gasifikasi (Bab III Metodologi dan Gambaran Umum). Dari hasil survei dan wawancara tersebut dapat diperkirakan dan dilakukan perhitungan mengenai potensi energi dari beberapa rumah kompos yang ada di Kota Surabaya. Data yang dibutuhkan adalah kapasitas dari masing - masing rumah kompos dan diasumsikan mesin yang digunakan memiliki spesifikasi yang sama dengan yang ada





di UPTD Rumah Kompos Bratang sehingga nantinya akan dapat diketahui perkiraan besaran energi yang didapatkan pada masing - masing rumah kompos. Akan tetapi, menurut Buku Profil DKP Kota Surabaya Tahun 2015, ada 6 (enam) rumah kompos yang tidak memiliki data kapasitas sampah yang dikelola yang diantaranya adalah Liponsos Babat Jerawat, Makam Babat Jerawat, Taman Jangkar Jambangan, Wonorejo II dan Medokan Ayu. Tabel 4.5 menampilkan perhitungan selengkapnya mengenai estimasi besaran potensi energi untuk masing - masing rumah kompos tersebut.

Tabel 4.5

Perhitungan Potensi Energi di Rumah Kompos di Kota Surabaya

No	Nama Rumah Kompos	Kapasitas (m ³ /hari)	Pemanfaatan Sampah untuk Proses Gasifikasi (kg)	Daya (watt)
1	Bratang	12	60	4000
2	Bibis Karah	2	10	666,67
3	Keputran	4	20	1333,33
4	Tenggilis Utara	6	30	2000
5	Menur	12	60	4000
6	Tenggilis Rayon Taman	12	60	4000
7	Rungkut	12	60	4000
8	Wonorejo I	6	30	2000
9	Gayungsari	3	15	1000
10	Sonokwijenan	18	90	6000
11	Putat Jaya	12	60	4000
12	Sumber rejo	3	15	1000
13	Liponsos Keputih	3	15	1000
14	Srikana	6	30	2000
15	Jambangan	6	30	2000
16	Balas Klumprik	6	30	2000
17	Gunungsari	6	30	2000





18	Tubanan		2	10	666,67
19	Rungkut Timur	Asri	12	60	4000
20	Tambak Deres		4	20	1333,33
			TOTAL	735	49.000

Sumber : Hasil Analisis dan Perhitungan, 2016

Catatan : Rumah Kompos Bratang merupakan acuan perhitungan pemanfaatan sampah untuk proses gasifikasi dan besaran potensi daya listrik yang dihasilkan

Pada Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa reduksi sampah yang dapat dikurangi jika diterapkan proses gasifikasi ini adalah ± 735 kg per hari. Selain itu total daya potensi energi yang dihasilkan dari proses gasifikasi ini adalah sebesar ± 49.000 watt (setara dengan 588 kWh/hari atau setara dengan 214.620 kWh/tahun jika dimanfaatkan untuk penerangan selama 12 jam) dan daya yang dihasilkan tersebut dapat membantu mengurangi biaya energi listrik yang dikeluarkan oleh Pemerintah Kota Surabaya. Akan tetapi juga perlu diketahui bahwa pemanfaatan gasifikasi ini tidak berasal dari sampah organik melainkan sampah anorganik yaitu plastik yang mengandung aluminium. Sampah - sampah anorganik ini berasal dari Depo Sutorejo dan juga ditambah dengan ranting - ranting pohon yang ada di taman sekitar yang tidak masuk dalam proses pengomposan.

4.2.2. Analisis Perhitungan Di TPA Benowo Kota Surabaya

TPA Benowo yang terletak di Kota Surabaya bagian Barat ini merupakan satu - satunya Tempat Pembuangan Akhir Sampah yang ada di Kota Surabaya. TPA Benowo juga merupakan salah satu TPA yang terbesar di Indonesia. Sebelumnya sudah banyak literatur dan penelitian yang menjelaskan bahwa sampah merupakan salah satu potensi energi baru terbarukan yang cukup besar potensinya untuk dapat dikembangkan khususnya di kota - kota besar seperti Kota Surabaya.

Menurut informasi yang didapatkan bahwa TPA Benowo sudah mengembangkan potensi sampah yang ada untuk dimanfaatkan menjadi energi melalui landfill gas dan pengembangan proses gasifikasi yang akan segera diaplikasikan. Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya juga sudah melakukan survei dan wawancara dengan pihak terkait (DKP Kota Surabaya dan PT. Sumber Organik) di TPA Benowo secara langsung. Untuk hasil yang didapatkan dapat diketahui bahwa listrik yang terjual ke PT. PLN (Persero) melalui landfill gas adalah sebesar 1,65 MWh per jam.



Menurut data kajian 2016, diketahui bahwa rata - rata sampah yang masuk ke TPA Benowo pada tahun 2015 adalah 1.477,65 Ton/hari. Jumlah ini diperkirakan meningkat dari tahun ketahun seiring dengan pertumbuhan populasi dan peningkatan perekonomian dan daya beli masyarakat. Presentase sampah organik di Kota Surabaya adalah sebesar 54,31 % (DKP Kota Surabaya, 2015).

4.3 POTENSI ENERGI BIOMASSA DARI LIMBAH MANUSIA

Pemanfaatan limbah manusia sebagai sumber energi dalam bentuk biogas dapat menghasilkan gas metana melalui proses fermentasi, dimana gas metana yang dihasilkan tersebut dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam memproduksi hidrogen dengan proses reforming (perubahan bentuk molekul dari proses fermentasi sampai menjadi bahan bakar Biogas), sehingga limbah manusia tersebut yang tadinya merupakan suatu bahan yang tidak berharga dapat dijadikan sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan dan tentu saja penggunaannya akan mengurangi ketergantungan akan pemakaian minyak bumi.

Dengan estimasi jumlah di Kota Surabaya adalah sebanyak 2.958.391 jiwa orang (hasil kajian Tahun 2016) maka didapatkan potensi gas metana yang dihasilkan dari perhitungan adalah 2.085.882 m³ per tahun.

4.4 POTENSI ENERGI BIOMASSA DARI KOTORAN TERNAK

Indonesia dikenal dengan kekayaan sumber energi fosil yang sangat melimpah. Namun meskipun sumber energi tersedia melimpah di Indonesia, secara perlahan cadangan sumber energi tersebut akan habis. Salah satu energi alternatif yang dapat dimanfaatkan ini adalah dari kotoran ternak. Kota Surabaya memiliki jumlah ternak yang cukup banyak. Hal ini bisa dilihat dari data Dinas Pertanian Kota Surabaya Tahun 2015 bahwa hewan ternak tersebut tersebar di beberapa wilayah bagian Kota Surabaya. Selain itu, Kota Surabaya juga memiliki 2 (dua) Rumah Potong Hewan (RPH) yaitu di RPH Pegirian dan RPH Kedurus. Kotoran - kotoran hewan ini jika dimanfaatkan secara maksimal akan menjadi sumber energi alternatif yang cukup besar yaitu Biogas.

Rumus perhitungan untuk mengetahui potensi gas metana dari kotoran ternak ini dapat menggunakan rumus dari IPCC 2006. Terdapat 2 (dua) rumus perhitungan untuk mendapatkan gas metana dari kotoran ternak ini yaitu dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran ternak. Rumus dari fermentasi enterik ini akan digunakan untuk RPH Kota Surabaya dan rumus dari pengelolaan kotoran ternak akan digunakan untuk jumlah ternak yang tersebar di Kota Surabaya.





4.4.1 Fermentasi Enterik

Fermentasi enterik adalah gas metana yang dihasilkan oleh hewan memamah biak (herbivora) sebagai hasil samping dari suatu proses dimana karbohidrat dari hasil pencernaan dipecah menjadi molekul sederhana oleh mikroorganisme untuk diserap ke dalam aliran darah. Untuk rumus fermentasi enterik ini akan digunakan untuk perhitungan potensi biogas di RPH. Hal ini disebabkan karena hewan ternak di RPH Kota Surabaya merupakan hewan ternak siap potong sehingga hewan ternak tersebut hanya menginap ± 1 hari saja yang selanjutnya nanti akan langsung disembelih sehingga tidak ada proses pengelolaan kotoran ternak.

Dari kajian sebelumnya (BLH, 2016) diketahui potensi gas metana yang ada di RPH Kota Surabaya adalah $1.615.854 \text{ m}^3$ per tahun, yang merupakan gabungan dari hewan ternak sapi, babi dan kambing ditambah dengan sejumlah $1.682,1 \text{ m}^3$ dari berbagai ternak unggas. Sehingga potensi total adalah $1.617.536,1 \text{ m}^3$ pertahun.

4.5 POTENSI ENERGI DARI SEKTOR PERTANIAN

Untuk dapat memperkirakan besaran potensi energi dari sektor pertanian ini, Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya sebelumnya (tahun 2015) memperoleh data dari Dinas Pertanian Kota Surabaya terkait data luas tanam, luas panen dan produksi per komoditas yang ada di Kota Surabaya, dan analisa menunjukkan bahwa potensi dari sektor pertanian didominasi oleh tanaman padi yang terdiri dari sekam dan jerami padi. Sekam padi dapat digunakan untuk membuat bahan bakar padat dalam bentuk arang dan bricket, selain itu dapat juga dipakai untuk membangkitkan listrik melalui proses termal gassifikasi. Sementara untuk jerami padi dapat dipakai sebagai sumber bahan bakar cair berupa Bioethanol.

Perkiraan besaran potensi pemanfaatan sekam padi jika dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tersebut adalah :

- Produksi padi di Kota Surabaya selama Tahun 2015 adalah 11.177,96 ton, maka sekam padi yang dihasilkan adalah sebesar 2.235.592 kg.
- potensi tersebut setara dengan energi sekitar 33.086.761,6 MJ atau 9.190.774 kWh per tahun, atau 765.897 kWh per bulan

4.5.1 Pemanfaatan Jerami Padi Untuk Bioethanol

Menurut hasil kajian sebelumnya oleh Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya besaran potensi Bioethanol yang dapat diperoleh dari jerami padi di Kota Surabaya, sebagai berikut:



- Perkiraan setiap kg panen menghasilkan 1,25 kg jerami padi dan produksi padi di Kota Surabaya adalah 11.177,96 ton (11.177.960 kg) maka besaran jerami padi yang dihasilkan adalah $1,25 \times 11.177.960 = 13.972.450$ kg.
- Jika perhitungan menurut Kim and Dale (2004) maka kisaran bioethanol yang dihasilkan adalah $0,28 \text{ L/kg} \times 13.972.450 \text{ kg} = 3.912.286 \text{ L}$.
- Jika perhitungan menurut Badger (2002) maka kisaran bioethanol yang dihasilkan adalah $0,20 \text{ L/kg} \times 13.972.450 \text{ kg} = 2.794.490 \text{ L}$.

Menurut penelitian L. David Roper (2016) yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa nilai energi Bioethanol setara dengan 6,1 kWh/liter. Jika menggunakan persamaan tersebut, maka besaran Bioethanol jika dikonversikan ke satuan kWh adalah $3.912.286 \text{ liter} \times 6,1 \text{ kWh/liter} = 23.864.944 \text{ kWh}$ per tahun.

4.6 POTENSI BIODIESEL MINYAK JELANTAH

Minyak jelantah (*waste cooking oil*) adalah minyak limbah yang bisa berasal dari jenis - jenis minyak goreng seperti halnya minyak jagung, minyak sayur, minyak samin dan sebagainya, dan minyak ini merupakan minyak bekas pemakaian kebutuhan rumah tangga umumnya, dapat digunakan kembali untuk keperluan kuliner. Tapi bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa - senyawa yang bersifat karsinogenik, yang terjadi selama proses penggorengan. Jadi jelas bahwa pemakaian minyak jelantah yang berkelanjutan dapat merusak kesehatan manusia, menimbulkan penyakit kanker, dan akibat selanjutnya dapat mengurangi kecerdasan generasi berikutnya. Untuk itu perlu penanganan yang tepat agar limbah minyak jelantah ini dapat bermanfaat dan tidak menimbulkan kerugian dari aspek kesehatan manusia dan lingkungan. Minyak bekas penggorengan bisa diolah kembali menjadi energi baru lagi sebagai energi Biodiesel dengan melalui tahapan proses kimiawi dan pemanasan.

Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya pada Tahun 2016 telah mengkaji potensi biodiesel dari minyak jelantah ini. Lokasi studi yang dipilih adalah Kelurahan Gading. Volume minyak jelantah per KK (Kepala Keluarga) setiap bulannya dapat diperkirakan berdasarkan hasil kuesioner dan trial pengumpulan minyak jelantah di salah satu lokasi studi yaitu Dukuh Setro Kelurahan Gading. Terdapat ± 20 liter minyak jelantah setiap bulannya yang dihasilkan dari kelompok rumah tangga (27 KK) dan pedagang gorengan (13 orang) di Kelurahan Gading. Jumlah tersebut sangat tergantung pada pemakaian minyak goreng masing - masing kelompok.



Berdasarkan Kajian Potensi Biofuel Minyak Jelantah Tahun 2016, dapat diketahui bahwa estimasi Biodiesel yang dihasilkan berdasarkan reaksi kimia dari 32 liter bahan baku (minyak jelantah) adalah 23.055,67 gr atau sebanyak 26,23 liter (sekali proses) dengan estimasi % konversi sebesar 78,31%. Pada kajian tersebut dapat dijelaskan bahwa terdapat 2 (dua) proses dalam menghasilkan biodiesel tersebut yaitu proses esterifikasi (1.511,6 gr) dan transesterifikasi (21.544,07 gr) sehingga didapatkan total massa sebesar 23.055,67 gr. Dengan demikian maka dapat diketahui bahwa dengan asumsi 0,5 liter per KK di Kota Surabaya dapat menghasilkan potensi minyak jelantah sebanyak 5.620 liter/bulan. Jika mengacu pada persamaan 11 bahwa dengan 32 liter dapat menghasilkan biodiesel sebanyak 26,23 liter maka biodiesel yang akan didapatkan adalah sebanyak 4.606,64 liter/bulan. Jika perhitungan ini ditotal selama 1 (satu) tahun maka Biodiesel yang akan dihasilkan adalah 55.279,68 liter/tahun. Maka besaran Biodiesel jika dikonversikan ke satuan kWh adalah $55.279,73 \text{ liter/tahun} \times 9,58 \text{ kWh/liter} = 529.579,33 \text{ kWh per tahun}$.

4.7 BESARAN POTENSI KONVERSI ENERGI TERBARUKAN DI KOTA SURABAYA

Sesuai dengan informasi dan data - data pada bagian 4.1 - 4.5 diatas maka dapat dipetakan sebagai potensi energi terbarukan menurut jenisnya sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.6. Besaran energi pada tabel telah dikonversi ke dalam satuan energi pertahun yakni kWh/Tahun.

Tabel 4.6

Besaran Potensi Konversi Energi Terbarukan di Kota Surabaya

NO.	POTENSI ENERGI	KLASIFIKASI	BESARAN POTENSI (kWh/tahun)
1.	Surya	Luas Kawasan Terbangun	4.257.560.597,20
		Luas 10% Taman di Kota Surabaya	27.211.856,241
2.	Biomassa dari Sampah	UPTD Rumah Kompos	214.620
		TPA Benowo (Landfill Gas)	14.454.000
		TPA Benowo (Gasifikasi)	67.452.000
3.	Biomassa Limbah Manusia	Biomassa Limbah Manusia	9.803.646
4.	Biomassa Kotoran Ternak	RPH Kota Surabaya	7.594.512





	Populasi Hewan Ternak	127.688,2
	Populasi Unggas	7.906
5. Sektor Pertanian	Pemanfaatan Sekam Padi untuk Arang dan Briket	-
	Biomassa Sekam Padi untuk Gasifikasi	9.190.774
	Biomassa Jerami Padi untuk Bioethanol	23.864.944
6. Biodiesel Minyak Jelantah	Biodiesel Minyak Jelantah	529.579,33

Sumber : diolah dari Laporan Kajian Konversi Energi, oleh BLH Kota Surabaya 2016.

Sementara untuk sumber energi kelautan yang terdiri dari energi gelombang, energi arus laut, dan konversi panas laut (OTEC) serta sumber energi angin belum dilakukan kajian, dan hal ini dibahas pada Bab V laporan ini.

Letak kota Surabaya berada pada posisi geografis: antara 0709 s.d 07021 Lintang Selatan dan 112036 s.d 112054 Bujur Timur, dengan luas wilayah ± 326,36 km². Secara umum wilayahnya Kota Surabaya berada pada ketinggian 3-6 meter diatas permukaan air laut, kecuali di sebelah selatan ketinggian 25-50 meter diatas permukaan air laut Kota Surabaya terbagi menjadi 31 Kecamatan dan 163 Desa/Kelurahan. Berdasarkan data Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil, Kota Surabaya memiliki penduduk yang ber-NIK hingga akhir tahun 2015 sebesar 2.943.528 jiwa

Berikut ini merupakan gambaran umum tentang kondisi energi di Kota Surabaya. Data dan informasi disarikan dari buku “Laporan Konversi Energi 2016” yang diterbitkan oleh Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya, serta RPMJD Kota Surabaya 2016 – 2021.

Letak kota Surabaya berada pada posisi geografis: antara 0709 s.d 07021 Lintang Selatan dan 112036 s.d 112054 Bujur Timur, dengan luas wilayah ± 326,36 km². Secara umum wilayahnya Kota Surabaya berada pada ketinggian 3-6 meter diatas permukaan air laut, kecuali di sebelah selatan ketinggian 25-50 meter diatas permukaan air laut Kota Surabaya terbagi menjadi 31 Kecamatan dan 163 Desa/Kelurahan. Berdasarkan data Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil, Kota





Surabaya memiliki penduduk yang ber-NIK hingga akhir tahun 2015 sebesar 2.943.528 jiwa

Berikut ini merupakan gambaran umum tentang kondisi energi di Kota Surabaya. Data dan informasi disarikan dari buku “Laporan Konversi Energi 2016” yang diterbitkan oleh Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya, serta RPMJD Kota Surabaya 2016 – 2021.





B^{AB V} SKENARIO ROAD MAP

5.1 ROAD MAP ENERGI NASIONAL

Terkait dengan target pengembangan energi Tabel Sasaran yang diamanatkan dalam KEN Tahun 2015 - 2050 dan Bauran Energi Nasional Tahun 2015 sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.1 Bauran energi terbarukan secara nasional ditargetkan hingga 23% pada tahun 2025 dan mencapai 31% pada tahun 2050 dengan indikator - indikator energi lainnya sebagaimana ditunjukkan secara grafis dan tabel angka pada Gambar 5.1.

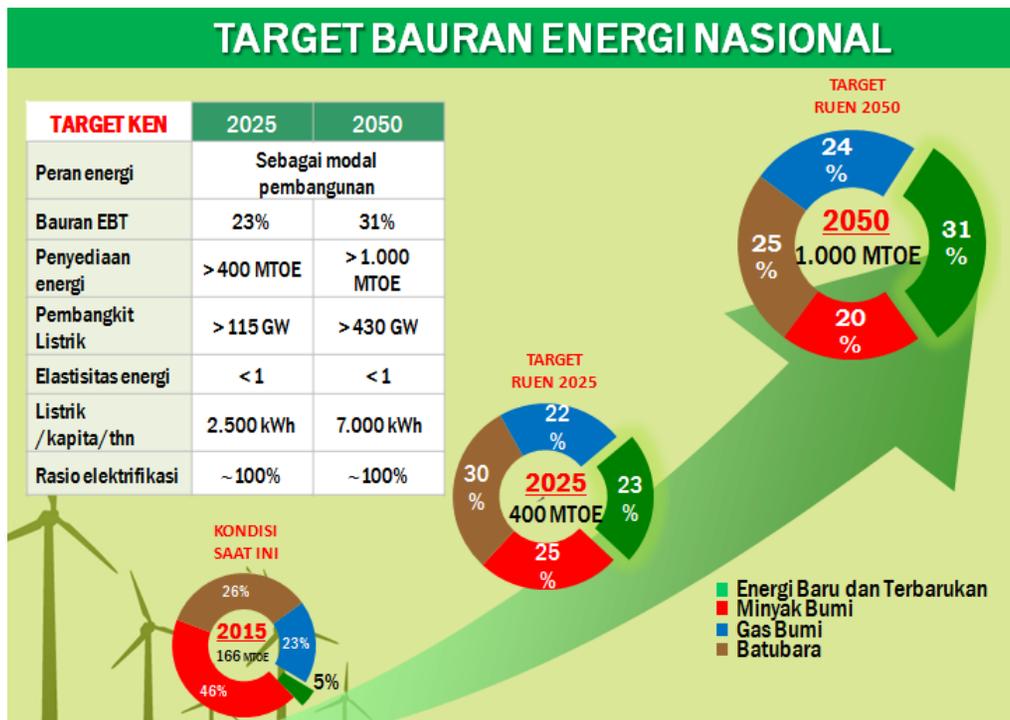
Tabel 5.1. Target KEN 2015 - 2050

No	Sasaran KEN	Satuan	2015	2020	2025	2050
1	Penyediaan energi primer	MTOE			>400	>1.000
2	Target bauran energi					
	a. EBT	%	5		>23	>31
	b. Minyak bumi	%	46		<25	<20
	c. Batubara	%	26		>30	>25
	d. Gas bumi	%	23		>22	>24
3	Penyediaan pembangkit tenaga listrik	GW			>115	>430
4	Rasio elektrifikasi	%	85	100		
5	Pemanfaatan energi primer perkapita	TOE			1,4	3,2
6	Pemanfaatan listrik perkapita	KWh			2.500	7.000
7	Elastisitas energi				<1	
8	Penurunan intensitas energi final	%	1% pertahun			
9	Rasio penggunaan gas rumah tangga	%	85			

Sumber: RUEN Lampiran Hal 12

Rencana Umum Energi Daerah Provinsi (RUED-P) adalah kebijakan pemerintah provinsi mengenai rencana pengelolaan energi tingkat Provinsi yang merupakan penjabaran dan rencana pelaksanaan RUEN yang bersifat lintas sektor untuk mencapai sasaran RUEN, sebagaimana sendiri adalah kebijakan Pemerintah mengenai rencana pengelolaan energi tingkat nasional yang merupakan penjabaran dan rencana pelaksanaan Kebijakan Energi Nasional yang bersifat lintas sektor untuk mencapai sasaran Kebijakan Energi Nasional.





Gambar 5.1. Target RUEN dalam bentuk Grafis

Tabel 5.2 Target RUED-P Jawa Timur (berdasarkan Draft RUED)

DRAFT RUED JATIM	2025	2050
Peran energi	Sebagai modal pembangunan	
Bauran EBT	13%	14%
Penyediaan energi	> 45 MTOE	> 136 MTOE
Pembangkit Listrik	> 17 GW	> 52 GW
Elastisitas energi	< 1	< 1
Listrik /kapita/thn	1.822 kWh	6.375 kWh
Rasio elektrifikasi	~100%	~100%

Sumber : Draft RUEN-P Jatim

RUEN akan menjadi pedoman dalam menyusun Rencana Umum Energi Daerah Provinsi (RUED-Provinsi). Sedangkan RUED akan menjadi arah pengembangan energi daerah untuk jangka panjang dan berkelanjutan dengan mengoptimalkan potensi energi daerah. Sesuai dengan Draft RUED-P Jawa Timur, Bauran energi terbarukan ditargetkan sebanyak 13% hingga 2025 dan 14% pada tahun 2050. Indikator - indikator energi lainnya sebagaimana dicantumkan pada Tabel 5.2



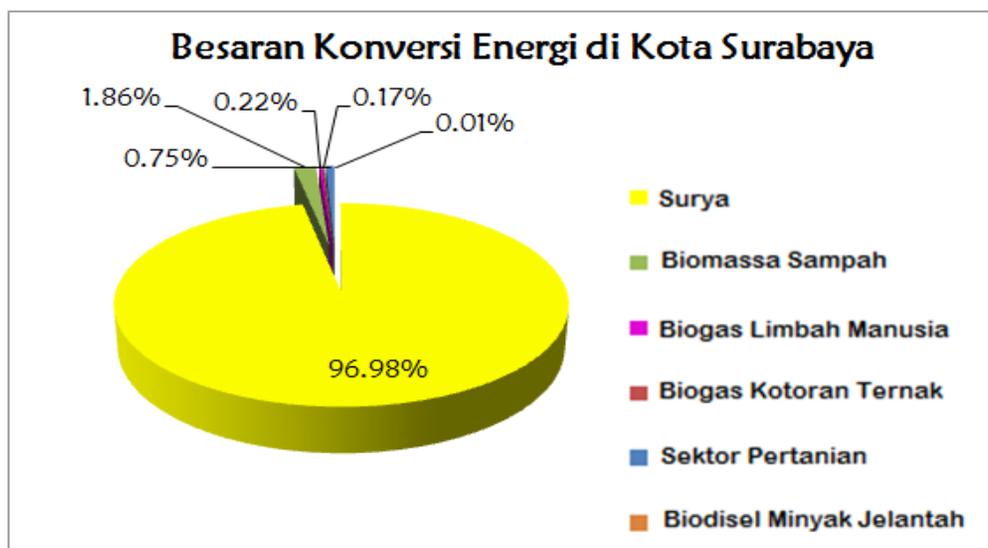


5.2 ROAD MAP ENERGI TERBARUKAN KOTA SURABAYA

Kota Surabaya menjadi bagian dari Provinsi Jawa Timur mendukung tercapainya RUEN yang telah diterjemahkan kedalam RUED-P Jawa Timur sebagaimana telah diuraikan pada Bagian 5.1. Dalam hal ini, sesuai dengan Target RUED-P Jatim terkait Bauran energi terbarukan yang ditargetkan ditargetkan hingga 13% pada Tahun 2025, dan 14% hingga Tahun 2050, maka Kota Surabaya akan mendukung sesuai dengan potensi yang ada di wilayah kota.

Berdasarkan analisa pada Bab 4 dapat dipetakan sumber energi Terbarukan Surabaya menurut jenis dan prosentasinya sebagaimana digambarkan dalam bentuk diagram pada Gambar 5.2

Gambar 5.2
Diagram Prosentase Potensi Energi Baru Terbarukan di Kota Surabaya



Mengacu pada potensi energi terbarukan yang ada di wilayah Kota Surabaya sebagaimana pada Gambar 5.2 serta telah dijelaskan pada Bab 4, maka prioritas pengembangan energi terbarukan dalam jangka waktu pendek (hingga 2025) diprioritaskan pada pengembangan :

- Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)
- Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)
- Pemanfaatan Minyak Jelantah menjadi Biodisel.

Sementara itu, untuk jangka waktu menengah (2030) dan jangka panjang (2050), pengembangan yang telah dilakukan pada jangka pendek akan ditambahi dengan sumber energi terbarukan lainnya, sehingga diharapkan dapat meningkatkan



bauran energi terbarukan lebih signifikan. Jenis energi terbarukan yang akan dikembangkan dalam jangka menengah dan jangka panjang adalah:

- a. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)
- b. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)
- c. Pemanfaatan Minyak Jelantah menjadi Biodiesel
- d. Pemanfaatan Biogas dari limbah
- e. Angin
- f. Arus laut

5.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)

Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) merupakan pembangkit yang dapat membangkitkan tenaga listrik dengan memanfaatkan sampah sebagai bahan utamanya, baik dengan memanfaatkan sampah organik maupun anorganik. PLTSa merupakan bagian dari energi Biomassa yang menjadi salah satu prioritas Pemerintah untuk dikembangkan dalam rangka pemenuhan energi nasional sekaligus meningkatkan Bauran EBT. Selain itu PLTSa merupakan solusi dalam penanggulangan sampah, terutama di daerah perkotaan seperti Kota Surabaya. Pemanfaatan Biomassa secara khusus, Pemerintah melalui RUEN menargetkan pembangkit listrik dari biomassa sekitar 5500 MW pada Tahun 2025 dan 26000 MW pada tahun 2050, dari sekitar 32.653 MW potensi yang ada, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.3.

KETERANGAN		TOTAL	
Potensi		32.653,8	

KETERANGAN			TOTAL	
	2025	2050		
Rencana Pengembangan	5.500	26.000		

Sumber: Perpres No. 22/2017 tentang RUEN

Gambar 5.3. Potensi dan Rencana Pengembangan Listrik Bioenergi di Indonesia

Mekanisme Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan proses Konversi Thermal dan proses Konversi Biologis. Proses Konversi Thermal memanfaatkan teknologi Pirolisis dan Teknologi gasifikasi. Sedangkan proses Konversi Biologis adalah dengan Anaerob Digestion dan Landfill Gasification.

Secara teoritis jumlah timbunan sampah perharinya dapat ditentukan berdasarkan standar SNI 19-3964-1994 yaitu untuk kota besar : 2-2,5 L/o/h atau





0,4-0,5 kg/o/h dan untuk kota sedang /kecil : 1,5-2 L/o/h atau 0,3-0,4 Kg/o/h. Untuk Kota Surabaya, karena di Jawa Timur termasuk kota terbesar maka untuk menentukan potensi sampah yang dihasilkan perharinya dapat menggunakan standar tersebut. Jumlah penduduk Kota Surabaya selama 2015 – 2017 menunjukkan angka pertumbuhan sebesar 1,917% pertahun dimana jumlah penduduk ditunjukkan pada Gambar 5.4. Dengan jumlah penduduk kota sekitar 3,074 juta jiwa (asumsi 2017), maka secara teoritis potensi sampah yang dihasilkan dapat mencapai 1500 ton perharinya.



(Sumber: Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (IKPLHD) Kota Surabaya (2017))

Gambar 5.4. Jumlah penduduk Kota Surabaya 2015 – 2017

Secara teoritis tiap 50 ton/hari sampah berpotensi untuk membangkitkan listrik sekitar 1 MW (Monice dan Syafi (2013)). Dengan demikian berdasarkan data 2017, Kota Surabaya memiliki potensi untuk PLTSa sebanyak 28 MW.

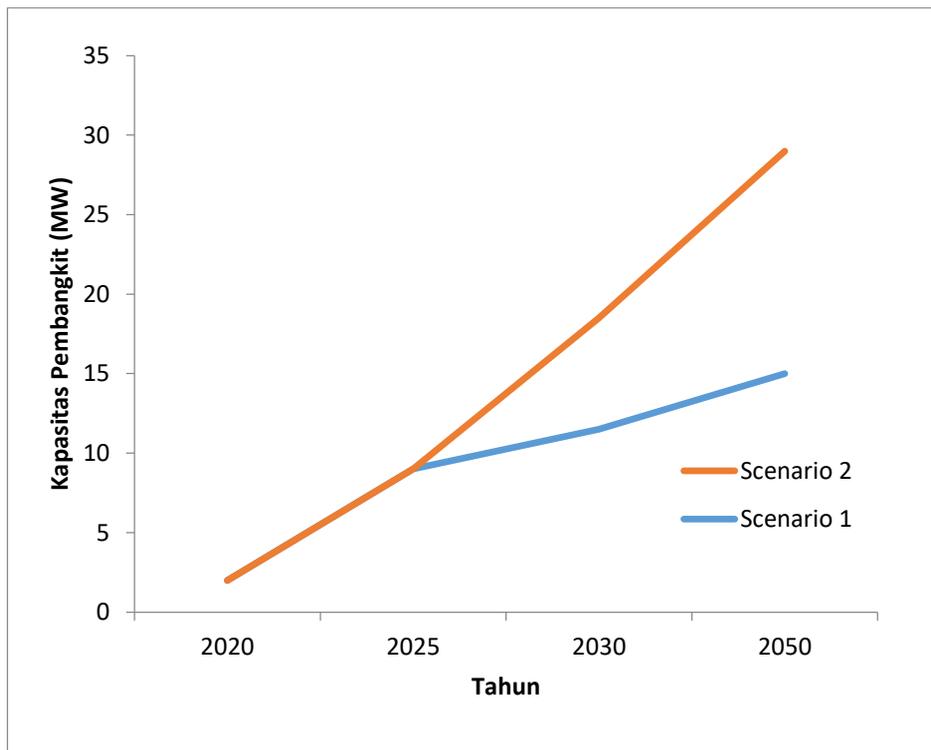
5.2.1.1 Skenario Road Map PLTSA di Surabaya

Jika pada Tahun 2020 PLTSA di Kota Surabaya diasumsikan 2 MW, dan ditargetkan minimal 9 MW pada Tahun 2025 (*timesindonesia.co.id*), dan setelah 2025 – 2050 dipetakan menjadi 2 skenario, masing masing:

- Skenario1 : 50% produksi sampah (acuan tahun 2017) ditargetkan dikonversi menjadi energi pada Tahun 2050
- Skenario 2 : 100% produksi sampah ditargetkan dikonversi menjadi energi listrik pada tahun 2050.



Maka Road Map PLTSa seperti terlihat pada Gambar 5.5 dibawah ini. Terlihat bahwa 15 MW dan 28 MW akan dihasilkan dari PLTSa masing - masing skenario pada tahun 2050.



Gambar 5.5. Skenario Roadmap PLTSa di Kota Surabaya, masing - masing untuk 50% dan 100 % pada Tahun 2050.

Salah satu TPA di Kota Surabaya yang berpotensi pengembangan PLTSa adalah TPA Benowo yang saat ini memiliki luas 37,4 Ha (lihat Gambar 5.6). Landfill Gas TPA Benowo sudah beroperasi sejak Bulan Nopember Tahun 2015. Proses landfill gas ini berawal dari penimbunan sampah yang ditimbun dari sumur buatan. Terdapat 63 sumur vertikal dan 18 sumur horizontal yang ada di TPA Benowo. Sumur - sumur tersebut sudah dipasang pipa penangkap gas metana. Besaran listrik yang dihasilkan dari Landfill Gas Metana di TPA Benowo ini yang dijual ke PT. PLN (Persero) adalah sebesar 1,65 MW.





Gambar 5.6. Peta dan Lokasi TPA dan PLTSA Benowo Kota Surabaya

5.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang paling mudah didapat dan berlimpah jumlahnya, yang beberapa waktu belakangan mulai meningkat pemanfaatannya. Energi surya dalam bentuk radiasi dapat dirubah secara langsung menjadi energi listrik dengan menggunakan teknologi Photo Voltaic (PV), yang perangkatnya sering disebut sel surya, serta sistemnya dinamakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Pengukuran potensi energi matahari di lokasi yang direncanakan untuk pemasangan sistem PLTS sangat diperlukan dan akan mempengaruhi keberhasilan implementasi sistem itu sendiri. Potensi energi yang akan dihasilkan sangat bergantung pada tingkat sinar matahari di area tersebut. Pemantapan atap bangunan sebagai sumber energi menggunakan PLTS yang sering disebut dengan Rooftop PV merupakan salah satu potensi untuk daerah perkotaan seperti Kota Surabaya. Pemerintah melalui ESDM menargetkan 5000 MW lebih akan terpasang hingga 2025.

Secara ekonomis, berdasarkan survey pasar saat ini harga satuan instalasi PLTS saat ini bervariasi antara US\$2-4/Wp, Angka ini berkorelasi dengan harga satuan listrik antara 0.15 – 0.25 USD/kWh. Dilain pihak, harga Tarif Dasar Listrik (TDL) saat ini masih relatif murah jika dibandingkan dengan harga listrik PLTS. Namun harga listrik yang dibayarkan masyarakat adalah harga bersubsidi yang dibayarkan oleh pemerintah. Sementara harga TDL bersubsidi tersebut naik dari waktu ke waktu. Gambar 5.7 menunjukkan grafik kenaikan TDL dimasa lampau.

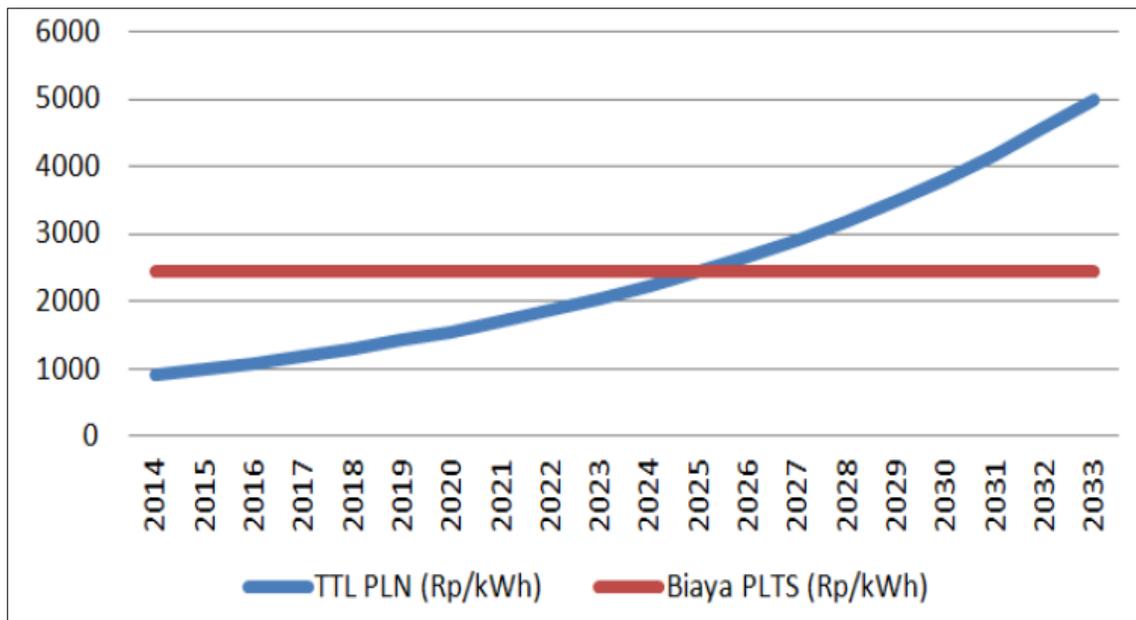




sumber: <http://jembo-energindo.com>

Gambar 5.7 Kenaikan tarif dasar listrik

Berdasarkan grafik 5.7 dibuat sebuah prediksi terhadap estimasi TDL bersubsidi dimasa mendatang dan dibandingkan dengan harga listrik PLTS saat ini, hasilnya ditampilkan pada gambar 5.8



Gambar 5.8 Prediksi perbandingan harga TDL dan listrik PLTS

Dari gambar 5.8 dapat terlihat bahwa kemungkinan pada Tahun 2025 harga listrik PLTS akan kompetitif dengan harga TDL bersubsidi. Tentunya hal tersebut akan lebih cepat jika perlakuan kebijakan subsidi berlaku sama untuk PLTS. Kenaikan listrik terkait dengan kebijakan Pemerintah dan sangat sulit diprediksi apa yang akan terjadi dimasa mendatang. Kenaikan TDL juga dipengaruhi oleh laju inflasi yang terjadi. Dari analisa tersebut maka PLTS merupakan salah satu Opsi EBT yang memiliki potensi untuk dikembangkan di Kota Surabaya.





5.2.2.1 Road Map Skenario PLTS di Surabaya

Berdasarkan data dalam Laporan Konversi Energi tahun 2016, kegiatan Pengendalian Dampak Perubahan Iklim, Badan Lingkungan Hidup, Pemerintah Kota Surabaya, dapat diketahui bahwa potensi matahari untuk PLTS terdiri dari :

- Potensi dari luasan Kawasan terbangun = 4.257.560 MWh/Tahun
- Potensi Luasan 10% Taman = 27.211MWh/Tahun.

Dengan demikian potensi PLTS yang terdapat di Kota Surabaya mencapai 4.284.772 MWh/Tahun. Angka ini setara dengan pembangkit listrik 500 MW. (Dalam skenario satuan dari besaran pembangkit dinyatakan dalam Watt (W) atau Megawatt (MW), bukan dalam satuan besaran daya Sel Surya Wattpeak (Wp).

Kota Surabaya melalui dinas terkait (Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau Kota Surabaya, Dinas Lingkungan Hidup, dll) sudah mengaplikasikan penerapan PLTS untuk berbagai keperluan seperti: Penerangan Jalan Umum di beberapa titik lokasi serta PLTS di sekolah. Disamping itu beberapa pihak Swasta juga diprediksi telah memanfaatkan PLTS sebagai salah satu sumber listrik mereka. Namun jika dibandingkan dengan total konsumsi listrik secara keseluruhan di Kota Surabaya, maka kapasitas Sel Surya yang sudah terpasang hingga saat ini masih sangat kecil. Diperkirakan total kapasitas terpasang saat ini sekitar 200 kW, atau 0.2 MW (angka ini digunakan sebagai baseline dalam skenario dibawah ini).

Dalam dokumen RUEN dinyatakan bahwa target Pemerintah secara nasional untuk PLTS adalah minimum 5000 MW pada Tahun 2025 dengan baseline 100 MW pada tahun 2017. Skenario pemetaan untuk Kota Surabaya dicoba dibuat dengan perhitungan dan pertimbangan sistem "*Pemerataan Pembangkit*" yakni perhitungan berdasarkan prosentasi jumlah penduduk.

Diperkirakan jumlah penduduk Kota Surabaya dalam angka 3 juta, sementara jumlah penduduk nasional diasumsikan 270 juta, sehingga target kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya hingga 2025 secara sederhana dapat dihitung:

$$\begin{aligned} \text{Target PLTS 2025} &= \frac{\text{Jumlah Penduduk Kota}}{\text{Jumlah Penduduk Nasional}} \times \text{Target Nasional} \\ &= \frac{3}{270} \times 5000 \text{ MW} = 58 \text{ MW} \end{aligned}$$

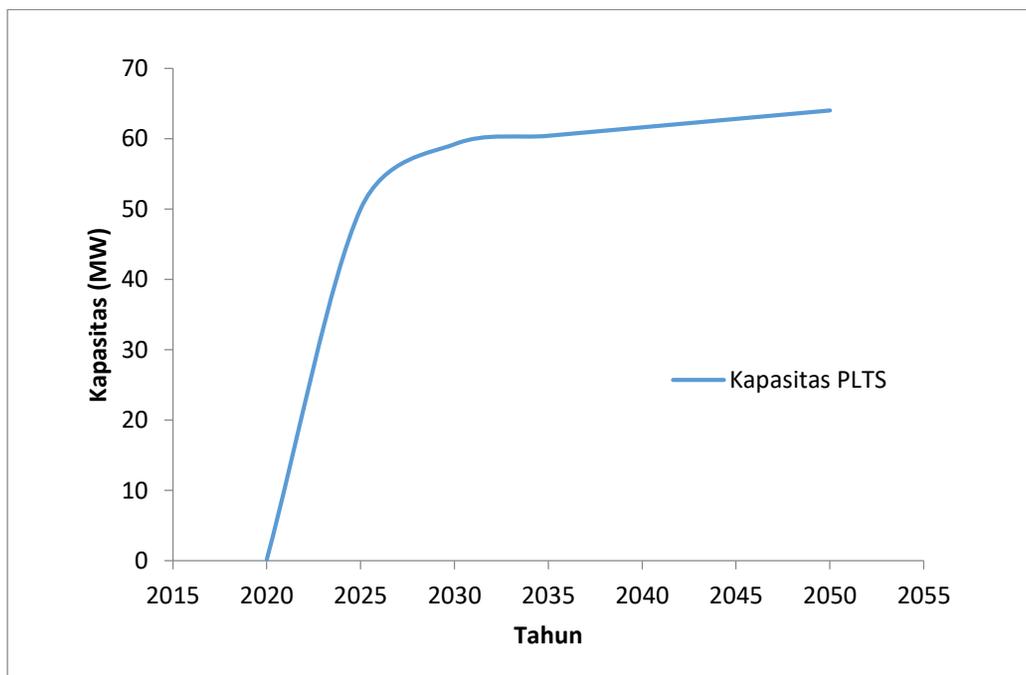
Jika mengikuti peningkatan prosentasi Bauran EBT secara umum dalam RUEN yakni dari 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050, maka dapat dihitung kapasitas PLTS di Kota Surabaya pada Tahun 2050 adalah sekitar 62 MW. Gambar 5.9 dibawah





ini menunjukkan skenario Road Map PLTS di Kota Surabaya berdasarkan perhitungan dengan sistem “*Pemerataan Pembangkit*”

Jika memperhatikan target RUED-P Jawa Timur (sebagaimana tercantum dalam draft), dimana pada tahun 2025 ditargetkan Bauran EBT di Jatim adalah 13%. Untuk Kota Surabaya PLTS merupakan salah satu sumber yang memiliki potensi, khususnya untuk kontribusi EBT pembangkit listrik.



Gambar 5.9. Skenario Readmap PLTS di Surabaya

Dari sisi instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat berupa sistem *stand alone*, *hybrid* dan *grid-connected*. Sistem PLTS *stand alone* merupakan pembangkit listrik mandiri menggunakan modul dari Sel Surya, biasanya dilengkapi dengan perangkat pendukung seperti baterai penyimpan, regulator (*controller*), dan lain-lain seperti ditunjukkan pada Sistem PLTS *grid-connected* dan *hybrid* merupakan sistem pembangkit listrik dari panel Sel Surya yang terhubung dengan suplai dan jaringan listrik yang sudah ada. Tipe *grid connected* adalah suatu tipe pemakaian PLTS yang digabungkan dengan sistem jaringan listrik komersial di Indonesia disebut PLN (Perusahaan Listrik Negara). *Grid-connected* atau juga kadang disebut sebagai *grid connect solar photovoltaic systems* (ketika sistem photovoltaik yang menggunakan sumber daya dari sinar matahari di hubungkan dengan jaringan listrik yang sudah ada sebelumnya) merupakan cara pembiayaan yang paling efektif untuk pemakaian PLTS untuk rumah tangga. Untuk sistem *hybrid* selain dengan PLTS, jaringan listrik PLN juga terhubung dengan sistem pembangkit listrik tenaga angin atau tenaga diesel mandiri, atau tenaga sumber terbarukan lainnya.



Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) terus mendorong pengembangan pembangkit listrik tenaga surya di Indonesia. Dalam waktu dekat regulasi baru akan dikeluarkan terkait pemanfaatan panel surya atap atau solar photovoltaic (Solar PV) rooftop yang akan dipasang di rumah - rumah, instansi pemerintahan, bisnis dan industri (sumber: www.viva.co.id).

5.2.3 Pemanfaatan Minyak Jelantah menjadi Biodiesel

Sesuai dengan Laporan “Tata kelola pengumpulan, pengolahan dan pemanfaatan kembali limbah minyak goreng (jelantah) kegiatan usaha restoran dan rumah tangga dalam pengembangan energi alternatif di Kota Surabaya” yang dilaksanakan pada tahun 2017 oleh Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Surabaya, didapatkan informasi bahwa potensi jelantah di Surabaya tahun 2017 (dari sumber Rumah Tangga dan Restoran pembayar pajak) minimal sebesar 463,69 m³/bulan, potensi ini akan menjadi lebih besar apabila hotel, catering, rumah sakit, kantin, pedagang kaki lima, pujasera, pabrik, ruko, dll ikut dalam program tata kelola tersebut. Limbah minyak goreng bekas (jelantah) akan menjadi potensi positif apabila limbah ini dimanfaatkan sebagai bahan baku energi alternatif yaitu Biodiesel, dalam arti tidak hanya dibuang ke tempat sampah. Hal positif lain dari pemanfaatan jelantah ini adalah ketahanan pangan masih terjaga karena mengurangi pemakaian CPO sebagai feed stock industri Biofuel.

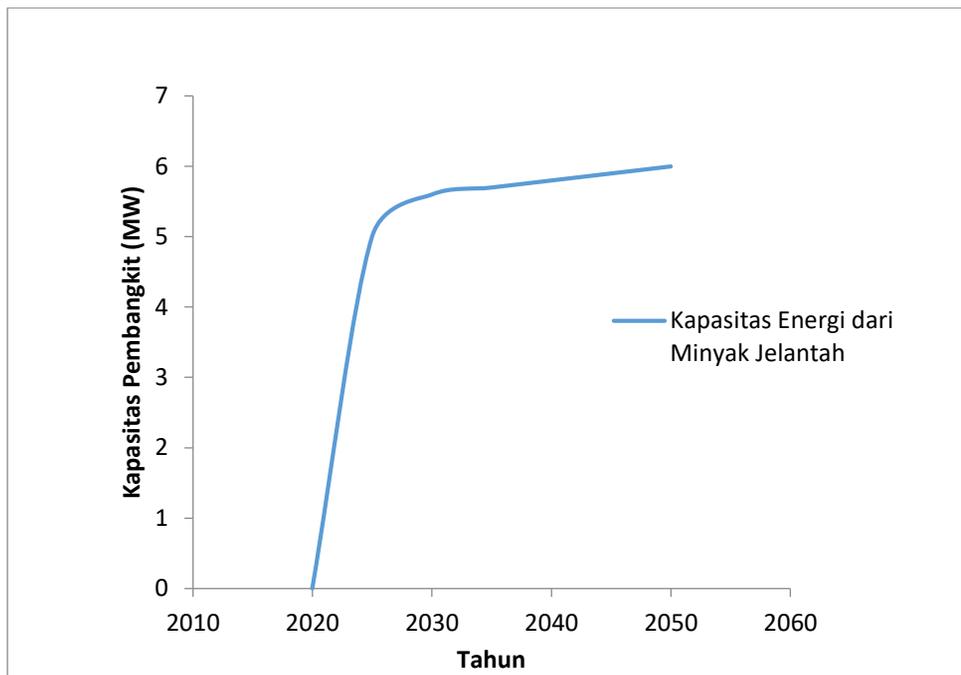
Pemanfaatan jelantah ini juga akan membawa manfaat pada pencegahan limbah minyak goreng (jelantah) kegiatan usaha restoran dan rumah tangga tidak masuk ke saluran dan tidak didaur ulang dengan cara yang tidak bertanggung jawab, serta mengembangkan potensi Kota Surabaya sebagai penyedia feed stock untuk industri Biofuel di Indonesia.

5.2.3.1 Skenario Road Map Minyak Jelantah

Jika diasumsikan mulai 2020 tatakelola minyak jelantah dapat diterapkan di Kota Surabaya secara bertahap, hingga 2025 dapat menghasilkan sekitar 400 m³ (Biodiesel siap pakai) setiap bulan, serta dapat diandalkan sebagai salah satu sumber energi (Biodiesel), maka Road Map produksi energi dari minyak jelantah dapat digambarkan seperti diagram Gambar 5.10. Dengan asumsi bahwa kenaikan kapasitas setelah 2025 adalah sebesar 1,8% pertahun. Secara teoritis dan perhitungan matematis diperkirakan bahwa 1 liter Biodiesel setara dengan 10 kWh energi, maka untuk 400 m³ setara dengan



4.000.000 kWh/bulan. Jika digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik secara kontinue maka kapasitas pembangkit setara dengan 5.5 MW.



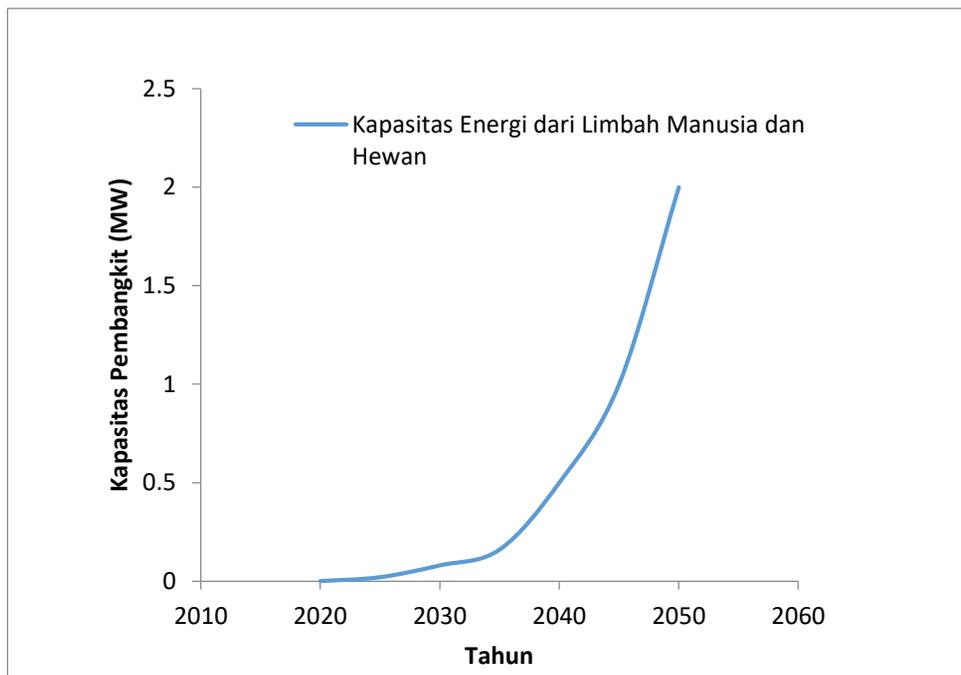
Gambar 5.10. Skenario Road Map Biodisel dari minyak Jelantah

5.2.4 Energi dari Limbah Manusia dan Hewan

Pemanfaatan limbah manusia maupun hewan sebagai sumber energi dalam bentuk Biogas dapat menghasilkan gas metana melalui proses fermentasi, dimana gas metana yang dihasilkan tersebut dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam memproduksi hidrogen dengan proses reforming (perubahan bentuk molekul dari proses fermentasi sampai menjadi bahan bakar biogas), sehingga limbah manusia tersebut yang tadinya merupakan suatu bahan yang tidak berharga dapat dijadikan sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan dan tentu saja penggunaannya akan mengurangi ketergantungan akan pemakaian minyak bumi.

Perhitungan matematis menunjukkan bahwa potensi energi dari limbah manusia dan hewan di Kota Surabaya untuk Tahun 2016 (berdasarkan Laporan Konversi Energi 2016) mencapai masing - masing 9.803.646 kWh/tahun untuk limbah manusia dan 7.730.106 kWh/tahun untuk limbah ternak, dengan total 17.533.752 kWh/Tahun. Angka ini setara dengan 2 MW pembangkit listrik secara kontinue.

Jika limbah manusia dan limbah hewan tersebut dapat dikembangkan secara perlahan dalam waktu jangka menengah dan panjang maka dapat dibuat skenario Road Map energi limbah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11. Skenario Road Map Energi Limbah Manusia dan Hewan

5.2.5 Pemanfaatan Energi Angin

Energi angin telah dimanfaatkan oleh manusia sejak lama. Dahulu kala energi angin dimanfaatkan untuk sarana transportasi laut yakni untuk menggerakkan perahu layar, disamping itu pada perkembangannya energi angin banyak juga digunakan untuk pengolahan dan proses pertanian. Akhir - akhir ini energi angin merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang dimanfaatkan untuk pembangkit listrik.

Sebelum pendirian suatu sistem pembangkit energi angin, perlu diidentifikasi ke daerah - daerah yang memiliki potensi energi angin yang tinggi dan tetap pemanfaatannya optimal.

Angin terjadi akibat dari sirkulasi udara dipermukaan bumi yang dipengaruhi oleh penyinaran matahari dan rotasi bumi yang mengakibatkan adanya perbedaan tekanan dan berat jenis udara. Perbedaan berat jenis dan tekanan udara inilah yang akan menimbulkan adanya pergerakan udara yang didefinisikan sebagai angin. Berdasarkan prinsip terjadinya angin dapat dibedakan sebagai angin global dan angin lokal.

Karena angin memiliki massa dan bergerak (mempunyai kecepatan) maka angin memiliki energi kinetik. Dalam fisika energi kinetik dirumuskan sebagai berikut:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

dengan v adalah kecepatan angin dalam m/s. Jika massa jenis angin ρ dan dengan ditinjau suatu luasan A yang dilalui angin yang bergerak dengan kecepatan v , maka massa angin m yang lewat setiap pada selang waktu t adalah:





$$m = \rho \times A \times v \times t$$

sementara daya adalah energi per satuan waktu, sehingga dengan mensubstitusikan massa angin ke persamaan 5.1 dapat dirumuskan daya angin sebagai berikut:

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

Dimana:

P = daya angin (watt)

ρ = massa jenis angin (kg/m^3)

A = luas penampang yang dilalui angin (m^2)

v = kecepatan angin (m/s)

Seringkali potensi daya di suatu daerah didefinisikan sebagai daya persatuan luas dengan satuan W/m^2 , dituliskan

$$P_{potensi} = \frac{1}{2} \rho v^3 \quad [\text{W/m}^2]$$

Perhatikan bahwa daya angin berbanding lurus dengan pangkat tiga kecepatannya. Hal tersebut sangat penting diperhatikan dalam merancang suatu pembangkit energi tenaga angin. Meskipun perbedaan kecepatan yang kecil pada kecepatan akan mempengaruhi daya keluaran yang signifikan. Misalnya kecepatan angin 2 m/s dan 3 m/s akan menghasilkan potensi daya perbedaan daya keluaran antara 8 W/m^2 dan 27 W/m^2 .

Secara umum daya keluaran sebuah turbin angin dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_{turbin} = \eta_{turbin} \times \frac{1}{2} \times \rho \times A \times v^3$$

Daya angin maksimum yang dapat diekstrak oleh turbin, angin dengan luas sapuan rotor A bergantung dari efisiensi turbin. Penelitian menunjukkan bahwa untuk turbin angin jenis sumbu horizontal efisiensi maksimum adalah 16/27 (= 59.3%). Angka ini dinamakan batas Betz (*Betz limit*), diambil dari nama seorang ilmuwan Jerman Albert Betz. Pada kenyataannya karena ada rugi - rugi gesekan dan kerugian di ujung sudu, efisiensi aerodinamik dari turbin atau rotor, η_{turbin} ini akan lebih kecil lagi yaitu berkisar pada harga maksimum 0.45 saja untuk sudut yang dirancang dengan sangat baik.





Untuk keperluan praktisi sering dipakai rumus pendekatan sederhana dengan menganggap efisiensi turbin dan massa jenis angin menjadi suatu konstanta k , sehingga persamaan menjadi

$$P_{turbin} = k \times A \times v^3$$

Dengan nilai konstanta $k = 1.37 \times 10^{-5}$

Sebelum memutuskan untuk mendirikan suatu sistem pembangkit tenaga angin disuatu lokasi maka dipertimbangkan potensi angin dilokasi yang dimaksud untuk mengetahui perkiraan jumlah energi yang dapat diperoleh, penentuan turbin yang sesuai dengan biaya dan teknis. Analisa potensi angin bertujuan untuk memperoleh informasi sebagai berikut:

1. Durasi kecepatan angin rendah dan kecepatan angin tinggi,
2. Pola angin berkala dalam periode tertentu,
3. Kecepatan angin di daerah yang tidak jauh dengan lokasi pengukuran,
4. Berapa banyak energi yang dapat tersedia pertahunnya.

Kecepatan angin dianalisa dan dihitung berdasarkan data pengukuran, baik dari Badan Meterologi dan Geofisika (BMG) maupun hasil pengukuran sebagai suplemen dan bahan rujukan. Pada umumnya data kecepatan angin yang tersedia dalam rata - rata per jam atau rata - rata per hari selama kurun waktu satu bulanan dalam satu tahun akan diolah dengan menggunakan metode - metode statistik standar pengolahan data angin.

Untuk aplikasi di Kota Surabaya perlu dilakukan studi apakah pemanfaatan energi angin feasible dilakukan di Kota Surabaya. Hal tersebut dapat diketahui dari analisa data - data angin dari pengukuran secara kontinue minimal dalam kurun waktu 5 Tahun. Mengingat Kota Surabaya merupakan area perkotaan yang dipenuhi dengan bangunan dan area perumahan maka beberapa pertimbangan untuk dikembangkan adalah:

1. kincir angin dengan sistem sumbu vertikal, sehingga turbulensi angin tidak terlalu menjadi masalah
2. sistem pembangkit energi angin diketinggian bangunan. Namun hal ini harus mempertimbangkan aspek lain seperti kekuatan bangunan, interferensi telekomunikasi, dan aspek lainnya.

Mempertimbangkan hal-hal tersebut diatas maka energi angin dasumsikan dapat dikembangkan di Kota Surabaya untuk jangka panjang.





5.2.6 Pemanfaatan Energi Kelautan

Mempertimbangkan bahwa Kota Surabaya memiliki wilayah yang berada ditepi pantai, maka Energi Kelautan dapat menjadi salah satu sumber yang dapat dipertimbangkan, khususnya dalam waktu jangka panjang. Energi laut (*ocean energy*) merupakan energi kinetik air laut yang dapat dikonversikan menjadi energi bentuk lain, terutama energi listrik melalui turbin dan generator. Secara garis besar energi yang berasal dari laut dapat dikategorikan menjadi tiga jenis dengan masing - masing:

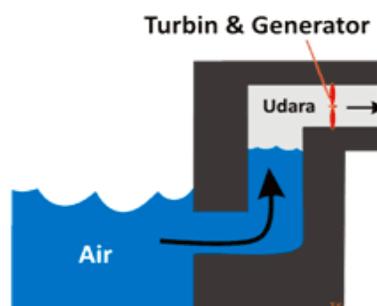
1. Energi ombak (*wave energy*),
2. Energi pasang surut (*tidal energy*),
3. Hasil konversi energi panas laut (*ocean thermal energy conversion*).

5.2.6.1 Energi Ombak

Ombak terjadi oleh angin yang bertiup di permukaan laut. Ombak mempunyai sumber energi yang cukup besar namun diperlukan teknologi untuk mengubahnya menjadi listrik.

Ada berbagai metode yang telah digunakan untuk menangkap energi ombak antara lain:

- **Kolom Osilasi Air (*Oscillating Water Column*)**; Pada sistem ini aliran masuk dan keluarnya ombak kedalam ruangan khusus menyebabkan terdorongnya udara keluar dan masuk melalui sebuah saluran di atas ruang tersebut.



Gambar 5.12 Diagram *Oscillating Water Column*

Jika di ujung saluran diletakkan sebuah turbin, maka aliran udara yang keluar masuk tersebut akan memutar turbin yang menggerakkan generator.

- ***Pelamis***; Pelamis merupakan nama sebuah perusahaan yang mendesain teknologi pembangkit listrik yang diberi nama pelamis (sebelumnya *Ocean Power Delivery*). Perusahaan ini mendesain tabung - tabung yang sekilas terlihat seperti ular mengambang di permukaan laut sebagai penghasil listrik. Setiap tabung memiliki panjang 100 meter lebih dan terbagi menjadi empat segmen. Setiap ombak yang



melalui alat ini akan menyebabkan tabung silinder tersebut bergerak secara vertikal maupun lateral. Gerakan yang ditimbulkan akan mendorong piston diantara tiap sambungan segmen yang selanjutnya memompa cairan hidrolik bertekanan melalui sebuah motor untuk menggerakkan generator listrik. Supaya tidak ikut terbawa arus, setiap tabung ditahan di dasar laut menggunakan jangkar khusus.



Gambar 5.13. Pelamis-salah satu jenis alat pembangkit listrik tenaga ombak.

(sumber: <http://www.pelamiswave.com>)

- **Renewable Energy Holdings;** Produk pembangkit tenaga gelombang dari perusahaan *Renewable Energy Holdings* menghasilkan listrik dari tenaga ombak menggunakan peralatan yang dipasang di dasar laut dekat tepi pantai sedikit mirip dengan Pelamis. Prinsipnya menggunakan gerakan naik turun dari ombak untuk menggerakkan piston yang bergerak naik turun pula di dalam sebuah silinder.



Gambar 5.14 Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang *Renewable Energi Holdings*

Gerakan dari piston tersebut selanjutnya digunakan untuk mendorong air laut guna memutar turbin.

- **SRI International;** Perusahaan ini mengembangkan pembangkit dengan memanfaatkan bahan sejenis plastik khusus bernama elastomer dielectric yang bereaksi terhadap listrik. Ketika listrik dialirkan melalui elastomer tersebut, elastomer akan meregang dan terkompresi bergantian. Sebaliknya jika elastomer



tersebut dikompresi atau diregangkan, maka energi listrik pun timbul. Berdasarkan konsep tersebut idenya ialah menghubungkan sebuah pelampung dengan elastomer yang terikat di dasar laut. Ketika pelampung diombang-ambing oleh ombak, maka regangan maupun tahanan yang dialami elastomer akan menghasilkan listrik.

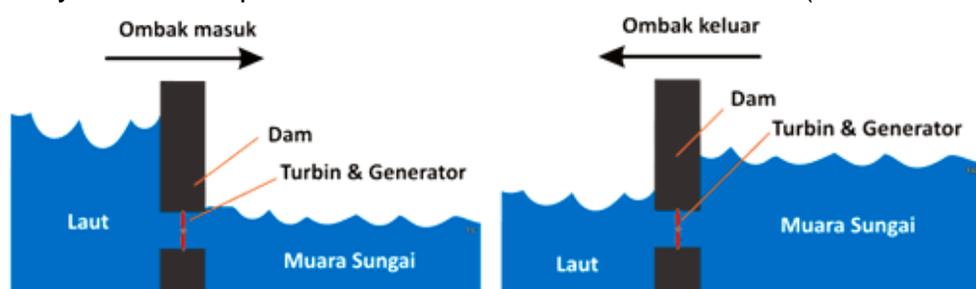
- **BioPower Systems;** Konsep pengembangan pembangkit listrik oleh perusahaan adalah mengembangkan sirip ekor ikan hiu buatan dan rumput laut, mekanik untuk menangkap energi dari ombak. Ketika arus ombak menggoyang sirip ekor mekanik dari samping ke samping, sebuah kotak gir akan mengubah gerakan osilasi tersebut menjadi gerakan searah yang menggerakkan sebuah generator magnetik. Rumput laut mekaniknya pun bekerja dengan cara yang sama, yaitu dengan menangkap arus ombak di permukaan laut dan menggunakan generator yang serupa untuk merubah pergerakan laut menjadi listrik.

5.2.6.2 Energi Pasang

Pasang surut menggerakkan air dalam jumlah besar setiap harinya dan pemanfaatannya dapat menghasilkan energi dalam jumlah yang cukup besar. Dalam sehari bisa terjadi hingga dua kali siklus pasang surut. Oleh karena waktu siklus bisa diperkirakan (kurang lebih setiap 12,5 jam sekali), suplai listriknya pun relatif lebih dapat diandalkan dari pada pembangkit listrik bertenaga ombak, pada dasarnya ada dua metodologi untuk memanfaatkan energi pasang surut yaitu :

a. Dam Pasang Surut (tidal barrages)

Metode Dam Pasang Surut (tidal barrages) mirip dengan pembangkit listrik tenaga air biasa yang terdapat di dam atau waduk penampungan air sungai. Perbedaannya terletak pada bendungan/dam yang dibangun untuk memanfaatkan siklus pasang surut. Dam ini biasanya dibangun di muara sungai dimana terjadi pertemuan antara air sungai dengan air laut. Ketika ombak masuk atau keluar (terjadi pasang atau surut), air mengalir melalui terowongan yang terdapat di dam. Aliran masuk atau keluarnya ombak dapat dimanfaatkan untuk memutar turbin (Gambar 5.15)



Gambar 5.15. Gerakan air dalam muara sungai ketika terjadi pasang yaitu : pasang naik (kiri) dan pasang surut (kanan)



Pembangkit Listrik Tenaga Pasang Surut (PLTPs) terbesar di dunia terdapat di muara sungai Rance di sebelah utara Perancis. Pembangkit listrik ini dibangun pada tahun 1966 dan berkapasitas 240 MW. PLTPs La Rance didesain dengan teknologi canggih dan beroperasi secara otomatis, sehingga hanya membutuhkan dua orang saja untuk pengoperasian pada akhir pekan dan malam hari. PLTPs terbesar kedua di dunia terletak di Annapolis, Nova Scotia, Kanada dengan kapasitas “hanya” 16 MW.

Kekurangan terbesar dari pembangkit listrik tenaga pasang surut adalah mereka hanya dapat menghasilkan listrik selama ombak mengalir masuk (pasang) ataupun mengalir keluar (surut), yang terjadi hanya selama kurang lebih 10 jam per harinya. Namun, karena waktu operasinya dapat diperkirakan, maka ketika PLTPs tidak aktif, dapat digunakan pembangkit listrik lainnya untuk sementara waktu hingga terjadi pasang surut lagi.

Turbin Lepas Pantai (Offshore Turbines)

Turbin Lepas Pantai bekerja seperti pembangkit listrik tenaga angin versi bawah laut dengan air laut sebagai fluida penggerak turbin. Keunggulannya dibandingkan metode pertama yaitu: lebih murah biaya instalasinya, dampak lingkungan yang relatif lebih kecil dari pada pembangunan dam, dan persyaratan lokasinya pun lebih mudah sehingga dapat dipasang di lebih banyak tempat. Beberapa bentuk turbin lepas pantai untuk pembangkit listrik tenaga pasang surut ditunjukkan pada gambar 5.16.



Gambar 5.16. Berbagai macam jenis turbin lepas pantai yang digerakkan oleh arus pasang surut. (dari berbagai sumber)

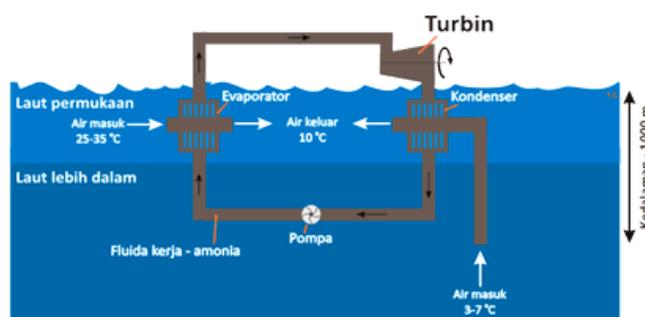
5.2.6.3 Energi Panas Laut

Secara alami terdapat perbedaan temperatur antara air di kedalaman dengan permukaan laut. Temperatur di permukaan laut pada umumnya lebih tinggi karena



panas dari sinar matahari diserap sebagian oleh permukaan laut. Perbedaan ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber pembangkit energi listrik yang disebut dengan konversi energi panas laut (*Ocean Thermal Energy Conversion* atau OTEC).

Perbedaan temperatur antara permukaan yang hangat dengan air laut dalam yang dingin dibutuhkan minimal 25°C agar dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan listrik. Teknologi OTEC biasanya memanfaatkan fluida kerja yang mudah menguap seperti misalnya amonia. Gambar 5.17 menunjukkan diagram sebuah sistem pembangkit listrik tenaga panas laut dengan fluida kerja amonia siklus tertutup.



Gambar 5.17 Pembangkit listrik tenaga panas laut dengan siklus tertutup

5.3 STRATEGI PENCAPAIAN

Road Map dan skenario pemanfaatan energi terbarukan di Kota Surabaya sebagaimana telah diuraikan pada Bab IV haruslah diusahakan dengan strategi yang feasible agar target yang ditetapkan dapat tercapai. Sebagaimana diasumsikan bahwa berdasarkan potensi energi terbarukan yang terdapat di Kota Surabaya, maka prioritas pengembangan dalam jangka waktu pendek adalah pada tiga sumber masing – masing : Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSA), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pemanfaatan Minyak Jelantah menjadi Biodiesel. Selanjutnya untuk jangka waktu menengah dan jangka panjang akan dikembangkan juga sumber lainnya, termasuk: Pemanfaatan Biogas dari limbah, angin, dan Arus laut. Tidak tertutup kemungkinan, dengan berkembangnya teknologi maka sumber lain selain yang telah disebutkan juga dapat dijangkau atau dijalankan.

Keberhasilan pengembangan energi terbarukan tergantung serta harus melibatkan berbagai pihak terkait. Dengan demikian, penyusunan strategi dan implementasi mesti melibatkan unit/lembaga lain baik dalam Pemerintah (pusat, provinsi, kabupaten dan kecamatan) juga pihak swasta dan masyarakat. Sebagaimana seharusnya dirancang dalam RUED.





Berikut merupakan matriks atau susunan strategi yang ditampilkan dalam bentuk tabel yang terdiri dari:

1. Strategi
2. Program
3. Kegiatan
4. Kelembagaan (sebagai Koordinator)
5. Instrumen (unit yang terkait, dan
6. Perkiraan periode Kegiatan.





Road Map Pengembangan Energi

STRATEGI		PROGRAM		KEGIATAN		KELEMBAGAAN	INSTRUMEN	Periode Kegiatan
1	Meningkatkan eksplorasi potensi energi baru dan terbarukan (Secara Umum)	1	Peningkatan kualitas data potensi Energi Baru dan Terbarukan	1	Survei dan updating data potensi energi air, energi surya (<i>solar</i>), energi angin (<i>wind</i>), energi gelombang (<i>wave</i>), energi arus laut (<i>current</i>), PLTSa, biogas dan panas laut (OTEC) di Kota Surabaya	OPD yang membidangi energi	Renstra SKPD, Renstra K/L	2019-2025
2	Pengembangan energi dan sumber daya energi diprioritaskan untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri	1	Peningkatan kebutuhan energi daerah	1	Meningkatkan pemanfaatan EBT minimal 50% berdasarkan potensi yang dimiliki	OPD yang membidangi energi, Dinas Perhubungan, Dinas Kebersihan dan RTH, Dinas Perumahan Rakyat dan Kawasan Permukiman Cipta Karya dan Tata Ruang (Dinas PRKPCKTR)	Renstra SKPD, RPJMD, Renstra K/L	2019-2030
3	Meningkatkan pemanfaatan energi surya	1	Perumusan kebijakan pemanfaatan energi surya	1	Perumusan kebijakan tentang kewajiban pemanfaatan energi surya PLTS rooftop on-grid	OPD yang membidangi energi, Bappeko.	perwali	2020-2021





Road Map Pengembangan Energi

STRATEGI		PROGRAM		KEGIATAN		KELEMBAGAAN	INSTRUMEN	Periode Kegiatan
					untuk bangunan Gedung Perkantoran Pemerintah Kota			
				2	Perumusan kebijakan tentang kewajiban pemanfaatan energi surya PLTS rooftop on-grid untuk bangunan rumah mewah, hotel, apartemen, melalui penerbitan Izin Mendirikan Bangunan (IMB)	OPD yang membidangi energi, Dinas PRKPKTR	perwali	2020-2021
				3	Perumusan kebijakan mengenai penyediaan tanah untuk keperluan pengembangan energi baru terbarukan oleh Kota	OPD yang membidangi energi, Bappeko, Dinas Pengelolaan Bangunan dan Tanah (DPBT)	perwali	2020-2021
		2	Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya.	1	Pembangunan PLTS on grid	OPD yang membidangi energi, Swasta/IPP	Renstra SKPD, RPJMD	2021-2030





Road Map Pengembangan Energi

STRATEGI		PROGRAM		KEGIATAN		KELEMBAGAAN	INSTRUMEN	Periode Kegiatan
				2	Pembangunan Solar Home System (SHS) dan PLTS Komunal/Terpusat off grid	OPD yang membidangi energi	Renstra SKPD, RPJMD	2017-2030
				3	Pembangunan PLTS roof top on-grid pada gedung sekolahan, komersial dan pemerintahan:	OPD yang membidangi energi, Dinas PRKPKTR	Renstra SKPD, RPJMD	2020-2030
					a. Studi Kelayakan Instalasi PLTS			
					b. Penyusunan DED Instalasi PLTS			
					c. Pembangunan PLTS	OPD yang membidangi, Swasta/IPP.	Renstra SKPD, RPJMD, Renstra K/L	2020-2030
				4	Pembangunan PLTS roof top on-grid pada fasilitas transportasi (bandara, terminal, pelabuhan, stasiun kereta):	OPD yang membidangi energi, Dinas Perhubungan, Dinas PRKPKTR	Renstra SKPD, RPJMD	2020-2030
					a. Studi Kelayakan Instalasi PLTS			





Road Map Pengembangan Energi

STRATEGI		PROGRAM		KEGIATAN		KELEMBAGAAN	INSTRUMEN	Periode Kegiatan
					b. Penyusunan DED Instalasi PLTS			
				5	Memberlakukan kewajiban pemanfaatan sel surya minimum sebesar 25% dari luas atap bangunan kompleks industri dan bangunan komersial, penerangan jalan umum serta bangunan fasilitas umum lainnya melalui Izin Mendirikan Bangunan (IMB)	OPD yang membidangi energi, Bappeko.	Renstra SKPD, RPJMD, Renstra K/L	2025-2030
				6	Memberlakukan kewajiban pemanfaatan sel surya minimum sebesar 30% dari luas atap untuk seluruh bangunan Pemerintah Kota	OPD yang membidangi energi, Bappeko	Renstra SKPD, RPJMD, Renstra K/L	2021-230
				7	Memfasilitasi pendirian industri hulu hilir PLTS	OPD yang membidangi, Bappedako	Renstra SKPD, RPJMD, Renstra K/L	2021-2030





Road Map Pengembangan Energi

STRATEGI		PROGRAM		KEGIATAN		KELEMBAGAAN	INSTRUMEN	Periode Kegiatan
				8	Membangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) bagi fasilitas transportasi	OPD yang membidangi energi, Bappeko, Dishub	Renstra SKPD, RPJMD, Renstra K/L	2021-2030
4	Meningkatkan pemanfaatan sampah kota	1	Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah	1	Pembangunan PLTSa dengan target total kapasitas paling sedikit 9 MW pada tahun 2025 dan 14 MW pada tahun 2050	OPD yang membidangi energi, Bappeko, Dinas Lingkungan Hidup	Renstra SKPD	2021-2030
					a. Studi Kelayakan PLTSa			
					b. Penyusunan DED PLTSa			
					c. Pembangunan PLTSa di Kota Surabaya	OPD yang membidangi, Dinas Lingkungan Hidup, Swasta/IPP	RPJMD, Renstra SKPD, Pergub, Renstra K/L	2021-2030
5	Meningkatkan pemanfaatan energi angin	1	Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Angin	1	Pembangunan PLTB dengan target total kapasitas	OPD yang membidangi, Bappeko	Renstra SKPD, RPJMD	2021-2030
					a. Studi Kelayakan Instalasi PLTB			





Road Map Pengembangan Energi

STRATEGI		PROGRAM		KEGIATAN		KELEMBAGAAN	INSTRUMEN	Periode Kegiatan
					b. Penyusunan DED Instalasi PLTB			
					c. Pembangunan PLTB	OPD yang membidangi, Swasta/IPP	Renstra SKPD, RPJMD, Renstra K/L	2021-2030
				2	Meningkatkan kualitas dan kuantitas survei dan pemetaan potensi tenaga angin	OPD yang membidangi, Kementerian ESDM	Renstra SKPD, RPJMD, Renstra K/L	2021-2030
				3	Mengelola PLT Bayu melalui BUMD	OPD yang membidangi,	Renstra SKPD, RPJMD, Renstra K/L	2021-2030
6	Meningkatkan pemanfaatan energi biomassa	1	Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa	1	Pembangunan PLTBm	OPD yang membidangi, Bappeko	Renstra SKPD, RPJMD	2021-2030
					a. Studi Kelayakan Instalasi PLTBm			
					b. Penyusunan DED Instalasi PLTBm			
					c. Pembangunan PLTBm			





Road Map Pengembangan Energi

STRATEGI		PROGRAM		KEGIATAN		KELEMBAGAAN	INSTRUMEN	Periode Kegiatan
				2	Menggalakkan budi daya tanaman-tanaman biomassa non-pangan	OPD yang membidangi, Dinas Lingkungan Hidup .	Renstra SKPD, RPJMD, Renstra K/L	
7	Meningkatkan pemanfaatan biogas	1	Pembangunan Biogas sebagai substitusi Mitan/LPG untuk sektor rumah tangga	1	Pengembangan produksi Biogas dari limbah Manusia + hewan	OPD yang membidangi energi, Dinas Ketahanan Pangan dan Pertanian, Dinas DKRTH, Dinas Lingkungan Hidup	Renstra SKPD, RPJMD	2017-2050
8	Meningkatkan pemanfaatan jelantah	1.	Identifikasi, sosialisasi, regulasi dan pengawasan	1	Identifikasi badan usaha yang bergerak di bidang jual beli jelantah	OPD yang membidangi energi, Dinas DKRTH, Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Kop dan Usaha Mikro	Renstra SKPD, RPJMD, perda, perwali	2021-2030
				2	Sosialisasi ke pemilik kegiatan/usaha pengguna minyak goreng		Renstra SKPD, RPJMD, perda, perwali	2019-2021





Road Map Pengembangan Energi

STRATEGI		PROGRAM		KEGIATAN		KELEMBAGAAN	INSTRUMEN	Periode Kegiatan
				3	Sosialisasi ke masyarakat dan pelaku usaha minyak jelantah		Renstra SKPD, RPJMD, perda, perwali	2019-2021
				4	Pendampingan bank-sampah dengan pelaku usaha minyak jelantah		Renstra SKPD, RPJMD, perda, perwali	2021
				5	Penyusunan instrumen pengawasan dan regulasi		Renstra SKPD, RPJMD, perda, perwali	2019 - 2021
		2	perhitungan kuantias dan kualitas jelantah serta visibility study	1	Sosialisasi ke pemilik kegiatan/usaha pengguna minyak goreng	OPD yang membidangi energi, Dinas DKRTH, Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Kop dan Usaha Mikro	Renstra SKPD, RPJMD, perda, perwali	2019 - 2021
				2	Sosialisasi ke masyarakat dan pelaku usaha minyak jelantah	Dinas Kebersihan dan RTH, DLH	Renstra SKPD, RPJMD, perda, perwali	2019 - 2021





Road Map Pengembangan Energi

STRATEGI		PROGRAM		KEGIATAN		KELEMBAGAAN	INSTRUMEN	Periode Kegiatan
				3	Pendampingan bank-sampah dengan pelaku usaha minyak jelantah	Dinas Kebersihan dan RTH, DLH	Renstra SKPD, RPJMD, perda, perwali	2021-2025
				4	Penyusunan instrumen pengawasan dan regulasi	Dinas Kebersihan dan RTH, DLH, Bagian Hukum	Renstra SKPD, RPJMD, perda, perwali	
				5	Feasibility studi pengolahan jelantah menjadi biodiesel	Dinas Kebersihan dan RTH, DLH	Renstra SKPD, RPJMD, perda, perwali	2021-2025
		3	Penjajakan Pengolahan Pengolahan Mandiri menjadi Biodiesel	1	Pendampingan bank-sampah dengan pelaku usaha minyak jelantah	OPD yang membidangi energi, Dinas DKRTH, Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Kop dan Usaha Mikro	Renstra SKPD, RPJMD, perwali	2021-2025
				2	Penyusunan instrumen pengawasan dan regulasi		Renstra SKPD, RPJMD, perwali	2021-2025
				3	Feasibility studi pengolahan jelantah menjadi biodiesel		Renstra SKPD, RPJMD, perwali	2021-2025





Road Map Pengembangan Energi

STRATEGI		PROGRAM		KEGIATAN		KELEMBAGAAN	INSTRUMEN	Periode Kegiatan
				4	Penjajakan pengolahan mandiri jelantah ke biodisel		Renstra SKPD, RPJMD, perwali	2021-2025
		4	Design Pengolahan Jelantah menjadi BioDisel	1	Feasibility studi pengolahan jelantah menjadi biodiesel	OPD yang membidangi energi, Dinas DKRTH, Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Kop dan Usaha Mikro	Renstra SKPD, RPJMD, perwali	2021-2025
				2	Penjajakan pengolahan mandiri jelantah ke biodisel	DKRTH, DLH	Renstra SKPD, RPJMD, perwali	2021-2025
				3	Design pengolahan jelantah dan bahan lain menjadi biodiesel	DKRTH, DLH	Renstra SKPD, RPJMD, perwali	2021-2025
		5	Monitoring dan evaluasi			Bappeko	Renstra SKPD, RPJMD, perda, perwali	2021-2025
9	Insentif penggunaan energi baru dan terbarukan	1	Pemberian insentif penggunaan energi baru dan terbarukan	1	Perumusan dan pelaksanaan kebijakan insentif penggunaan energi baru dan terbarukan	OPD yang membidangi energi,	Renstra SKPD, RPJMD	2025-dst





Road Map Pengembangan Energi

STRATEGI		PROGRAM		KEGIATAN		KELEMBAGAAN	INSTRUMEN	Periode Kegiatan
10	Pemberdayaan Masyarakat	1	Pemberdayaan masyarakat untuk menunjang keberlanjutan instalasi EBT	1	Pelatihan pemeliharaan dan pengoperasian instalasi EBT(PLTS Komunal/Terpusat, PLTMH, Biogas) untuk operator	OPD yang membidangi energi, Perguruan Tinggi	Surat Keputusan walikota	2019-2025
				2	Pelatihan bisnis dengan memanfaatkan komoditas lokal bagi masyarakat pengguna instalasi EBT(PLTS Komunal/Terpusat, Biogas)	OPD yang membidangi energi, Dinas Koperasi dan Usaha Mikro, Perguruan Tinggi	Renstra K/L, Renstra SKPD, RPJMD	2021-2025





Dalam memanfaatkan potensi energi baru terbarukan di Kota Surabaya diharapkan dapat dilakukan terlebih dahulu dengan studi secara lebih mendetail untuk masing-masing jenis energi terbarukan, termasuk kajian dari berbagai aspek hukum, aspek sosial ekonomi budaya dan aspek lingkungan. Selain itu, biaya investasi untuk pengembangan energi baru terbarukan ini membutuhkan biaya yang sangat besar sehingga Pemerintah maupun masyarakat diharapkan dapat bekerja sama yang nantinya dapat menjadikan Kota Surabaya menjadi kota maju yang lebih mandiri dari ketergantungan sumber energi fosil sehingga target Bauran energi di Kebijakan Energi Nasional (RUEN).





BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Laporan Road Map Energi Alternatif di Kota Surabaya 2018 ini sudah di modelkan dan diuraikan skenario dan Road Map untuk masing - masing jenis energi terbarukan yang ada di Kota Surabaya. Berikut ini kesimpulan penting yang diperoleh:

1. Mengacu pada potensi energi terbarukan yang ada di wilayah Kota Surabaya maka dipertimbangkan bahwa prioritas pengembangan energi terbarukan dalam jangka waktu pendek (hingga 2025) diprioritaskan pada pengembangan : (i) Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa); (ii) Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), dan (iii) Pemanfaatan Minyak Jelantah menjadi Biodisel.
2. Untuk Jangka Waktu Menengah (2030) dan Jangka Panjang Panjang (2050), pengembangan yang telah dilakukan pada jangka pendek akan ditambahi dengan sumber energi terbarukan lainnya, sehingga diharapkan dapat meningkatkan bauran energi terbarukan lebih signifikan. Jenis energi terbarukan yang akan dikembangkan dalam jangka menengah dan jangka panjang adalah: (iv) Pemanfaatan Biogas dari limbah; (v) Angin; dan (vi) Energi kelautan.
3. Jika pada Tahun 2020 PLTSa di Kota Surabaya diasumsikan 2MW, dan ditargetkan minimal 9 MW pada Tahun 2025 (*timesindonesia.co.id*), dan setelah 2025 – 2050 dipetakan menjadi 2 skenario, masing - masing:
 - Skenario1: 50% produksi sampah (acuan tahun 2017) ditargetkan dikonversi menjadi energi pada Tahun 2050
 - Skenario 2: 100% produksi sampah dapat ditargetkan dan dikonversi menjadi energi listrik pada tahun 2050.Didapati bahwa 15 MW dan 28 MW akan dihasilkan dari PLTSa masing - masing skenario pada tahun 2050.
4. Jika skenario pemetaan untuk Kota Surabaya dibuat dengan perhitungan dan pertimbangan sistem “*pemerataan pembangkit*” yakni perhitungan berdasarkan prosentasi jumlah penduduk, maka target kapasitas pembangkit hingga 2025 secara sederhana terhitung 58 MW, dan pada tahun 2050 menjadi sekitar 62 MW.
5. Jika diasumsikan mulai 2020 tatakelola minyak jelantah dapat diterapkan di Kota Surabaya secara bertahap, hingga 2025 dapat menghasilkan sekitar 400 m³ (biodisel siap pakai) setiap bulan, serta dapat diandalkan sebagai salah satu sumber





energi (biodisel), maka Road Map produksi energi dari minyak jelantah menunjukkan sekitar 5 MW pada Tahun 2025 dan sekitar 5.5 – 6.6 MW pada 2050.

6. Jika limbah manusia dan limbah hewan tersebut dapat dikembangkan secara perlahan dalam waktu jangka menengah dan jangka panjang maka dapat dibuat skenario Road Map energi mencapai 2 MW pada tahun 2050.
7. Untuk jangka panjang dan jangka menengah, Kota Surabaya mempunyai potensi energi alternatif lainnya untuk dikembangkan, yakni: limbah ternak dan manusia, energi angin, dan energi kelautan.

6.2 SARAN

Dalam memanfaatkan potensi energi baru terbarukan di Kota Surabaya diharapkan dapat dilakukan terlebih dahulu studi secara lebih mendetail untuk masing-masing jenis energi terbarukan, termasuk kajian dari berbagai aspek hukum, aspek sosial ekonomi budaya dan aspek lingkungan. Selain itu, biaya investasi untuk pengembangan energi baru terbarukan ini membutuhkan biaya yang sangat besar sehingga Pemerintah maupun masyarakat (SWASTA) diharapkan dapat bekerja sama yang nantinya dapat menjadikan Kota Surabaya menjadi kota maju yang lebih mandiri dari ketergantungannya sumber energi fosil, sehingga target bauran energi di Kebijakan Energi Nasional (RUEN) maupun RUED-P.



DAFTAR PUSTAKA

1. Pemkot Surabaya (2017), laporan Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (IKPLHD) Kota Surabaya
2. Monice dan Syafi (2013) OPERASI EKONOMIS (Economic Dispatch) PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SAMPAH (PLTSa) DAN (PLTG) DALAM MELAYANI BEBAN PUNCAK KELISTRIKAN SUMBARJurnal Teknik Elektro Volume 2 No. ;November 2013
3. <https://www.timesindonesia.co.id/read/129354/20160726/183612/pln-kontrak-kedua-pltsa-benowo-surabaya-juni-2019/>
4. <http://ekonomi.metrotvnews.com/energi/aNrDJGak-konsumsi-listrik-tumbuh-3-67-di-kuartal-i-2018>
5. Laporan Konversi Energi tahun 2016, kegiatan pengendalian dampak perubahan iklim, Badan Lingkungan Hidup, Pemerintah Kota Surabaya
6. <https://www.viva.co.id/berita/bisnis/1082768-esdm-bakal-terbitkan-aturan-pemanfaatan-listrik-panel-surya-rooftop>
7. Tata kelola pengumpulan, pengolahan dan pemanfaatan kembali limbah minyak goreng (jelantah) kegiatan usaha restoran dan rumah tangga dalam pengembangan energi alternatif di Kota Surabaya” yang dilaksanakan pada tahun 2017 oleh Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Surabaya, didapatkan informasi bahwa potensi jelantah di Surabaya tahun 2017
8. <https://www.unitjuggler.com/convert-energy-from-kcal-to-kWh.html>
9. <https://www.forbes.com/sites/dominicdudley/2018/01/13/renewable-energy-cost-effective-fossil-fuels-2020/#2de08ed84ff2>
10. <http://wartakota.tribunnews.com/2018/07/27/pemanfaatan-energi-baru-dan-terbarukan-masih-terbentur-biaya-investasi-mahal>
11. https://id.wikipedia.org/wiki/Revolusi_Industri