

Inovasi Gedung Pengolahan Sampah Berbasis Insinerasi yang Ramah Lingkungan

Wasilah¹, Andi Hildayanti², Muhammad Zaldi Suradin³

^{1,3} Teknologi Bangunan, Teknik Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar.

² Rancang Kota, Teknik Arsitektur, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar.

Korespondensi : wasilah@uin-alauddin.ac.id

Abstrak

Sampah merupakan persoalan yang tiada habisnya dan menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir di Kota Makassar. Berdasarkan data Dinas Pertamanan dan Kebersihan Kota Makassar, jumlah timbulan sampah Kota Makassar pada tahun 2016 mencapai 4.183,41 m³/hari, sedangkan sampah yang tertangani hanya sebesar 3.962,63 m³/hari, yakni hanya 95,37% terhadap timbulan sampah. Jumlah tersebut tentu saja membutuhkan penanganan lebih lanjut dalam hal pengolahan sampah secara terpadu. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan sumbangan ide tentang inovasi gedung pengolahan sampah yang dapat mengkonversi sampah menjadi energi listrik atau *Waste to Energy* yaitu dengan penerapan teknologi insinerasi. Dengan pendekatan penelitian eksploratif bertujuan mencari bentuk dan fungsi bangunan yang sesuai dengan permasalahan timbulan sampah. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi langsung, dokumentasi dan wawancara pada instansi terkait. Hasil penelitian meliputi area pengolahan sampah pada TPA Tamangapa Makassar didesain dalam bentuk bangunan agar timbulan sampah tidak mengganggu kenyamanan masyarakat yang bermukim disekitarnya. Bentuk bangunan dibuat ekspresif dengan tujuan mengubah citra negatif masyarakat tentang sampah. Penciptaan bentuk bangunan mengacu pada proses integrasi lingkungan dan jauh dari kesan kumuh dan jorok. Aplikasi desain menguatkan citra gedung pengolahan sampah yang inovatif, efektif dan edukatif. Spesifikasi bangunan yang dirancang mampu membakar sampah hingga 700 ton perhari, menggunakan mesin insinerasi dengan output listrik 10.000 KWh sebanyak 2 unit, untuk operasional insinerator menggunakan 50% dari total output listrik.

Kata-kunci : banjir, inovasi bangunan, sampah, insinerasi, *waste to energy*

Pendahuluan

Kota Makassar sebagai ibukota Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu kota Metropolitan di Indonesia yang telah berkembang pesat dan berperan sebagai pintu gerbang Indonesia Timur. Salah satu dampak dari perkembangan kota adalah adanya peningkatan jumlah volume sampah yang menuntut peningkatan sarana dan prasarana persampahan sementara lahan yang ada sangat terbatas. Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan manajemen pengelolaan sampah yang baik dan efisien. Sampah merupakan persoalan yang tiada habisnya dan setiap

tahun mengalami peningkatan secara kuantitas dan kualitas. Peningkatan masalah sampah di Kota Makassar sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk Kota Makassar setiap tahunnya, perkembangan sektor industri dan usaha lainnya. Selain itu, adanya keterbatasan sarana dan prasarana pengelolaan sampah, keterbatasan lahan sebagai Tempat Pembuangan Akhir (TPA), dan belum adanya fasilitas pengelolaan sampah yang efektif dan efisien dalam mengatasi masalah sampah tersebut. Berdasarkan data Dinas Pertamanan dan Kebersihan Kota Makassar, jumlah timbulan sampah Kota Makassar pada tahun 2016

mencapai 4.183,41 m³/hari, sedangkan sampah yang tertangani hanya sebesar 3.962,63 m³/hari, yakni hanya 95,37 persen terhadap timbulan sampah. Jumlah tersebut tentu saja membutuhkan penanganan lebih lanjut dalam hal pengolahan sampah secara terpadu dan menyeluruh dalam lingkup Kota Makassar.

Sampah selalu identik dengan barang sisa atau hasil buangan tak berharga. Meski setiap hari manusia selalumenghasilkan sampah, manusia pula yang paling menghindari sampah. Selama ini sampah dikelola dengankonsep buang begitu saja (*open dumping*), buang bakar (dibakar begitu saja), gali tutup (*sanitary landfill*), ternyata tidak memberikan solusi yang baik. Penyebab banjir umumnya adalah sampah organik, plastik atau kaleng yang sulit terurai. Sampah-sampah jenisini juga perlu mendapat perhatian untuk di daur ulang. Dalam konteks inilah, diperlukan solusi penanganan sampah kota yang tepat, yang mampu mengeliminir menumpuknya timbunan sampah, sampai mencapai taraf *zero waste*.

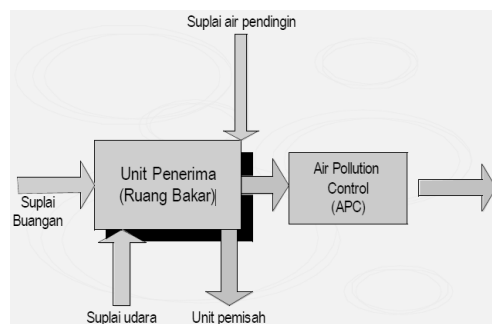
Sampah dan pengelolaannya kini menjadi masalah yang kian mendesak di kota Makassar, sebab apabila tidak dilakukan penanganan yang baik akan mengakibatkan terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan yangmerugikan atau tidak diharapkan sehingga dapat mencemari lingkungan baik air, tanah, dan udara. Oleh Karenaitu untuk mengatasi masalah pencemaran tersebut diperlukan penanganan dan pengendalian terhadap sampah. Masalah yang sering timbul dalam penanganan sampah kota adalah masalah biaya operasional yang tinggi dansemakin sulitnya ruang yang pantas untuk pembuangan.

Melihat realita yang ada, maka dibutuhkan sebuah terobosan baru dalam proses pengolahan sampah perkotaan, salah satunya adalah solusi bahwa sampah dapat dikonversi menjadi energi listrik atau *Waste to Energy*. Sistem *Waste-to-energy* (WTE) membakar sampah kota non-B3 untuk menghasilkan listrikdan/atau uap air, dan sekaligus mensteril dan mengurangi volume sampah yang dibutuhkan untuk landfill. Hal ini juga dapat diperoleh dengan penerapan

teknologi insinerasi menggunakan bahan bakar sampah.

Teknologi insinerasi merupakan teknologi yang mengkonversi materi padat (dalam hal ini sampah) menjadi materi gas (gas buang), serta materi padatan yang sulit terbakar, yaitu abu (*bottomash*) dan debu (*fly ash*). Panas yang dihasilkan dari proses insinerasi juga dapat dimanfaatkan untuk mengkonversi suatu materi menjadi materilain dan energi, misalnya untuk pembangkitan listrik dan air panas. Insinerasi adalah metode pengolahan sampah dengan cara membakar sampah pada suatu tungku pembakaran. Dibeberapa negara maju, teknologi insinerasi sudah diterapkan dengan kapasitas besar (skala kota) (damanhuri dan padmi, 2008).

Teknologi insinerator skala besar terus berkembang, khususnya dengan banyaknya penolakan akan teknologi ini yang dianggap bermasalah dalam sudut pencemaran udara. Salah satu kelebihan yang dikembangkan terus dalam teknologi terbaru dari insinerator ini adalah pemanfaatan enersi, sehingga nama incinerator cenderung berubah seperti *waste-to-energy*, *thermal converter*.



Gambar 1. Proses insinerasi
(Sumber: damanhuri dan padmi (2008))

Dengan demikian teknologi insinerasi menjadi sebuah pilihan strategis dalam hal pengurangan sampah. Potensi pengurangan sampah dengan teknologi insinerasi sangat efektif dan hal yang utama adalah mampu memberikan output berupa energi listrik. Hal ini akan sangat membantu meringankan beban PLN dalam penyediaan listrik bagi masyarakat.

Oleh karena itu perencanaan penerapan teknologi insinerasi (*waste to energy*) diharapkan mampu memberikan terobosan baru dalam menangani masalah persampahan dan konsumsi listrik masyarakat kota. Selain itu, perancangan gedung pengolahan sampah mampu memberikan solusi terbaik dalam hal penanganan sampah di Kota Makassar.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif. Metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat postpositivisme yang digunakan untuk meneliti kondisi obyek yang alamiah, dimana peneliti berperan sebagai instrument kunci, pengambilan sampel sumber data yang dilakukan secara purposive (Creswell, 2008). Kategori sifat penelitian ini adalah eksploratif dengan pendekatan induktif. Penelitian eksploratif adalah suatu metode yang bertujuan untuk memetakan suatu objek secara relatif mendalam. Sehingga penelitian eksploratif merupakan penelitian yang dilakukan untuk mencari hal-hal yang mempengaruhi terjadinya sesuatu (Groat & Wang, 2002). Adapun pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan induktif, yaitu suatu pendekatan dengan mengambil suatu kesimpulan secara umum dari fakta-fakta nyata yang ada di lapangan. Induktif merupakan cara berpikir, dimana ditarik kesimpulan yang bersifat umum dari berbagai kasus yang bersifat individual. Penarikan kesimpulan secara induktif dimulai dengan menyatukan pernyataan-pernyataan yang bersifat umum. Dengan kata lain, pendekatan induktif adalah penelitian yang berangkat atau bertumpu pada data atau fakta di lapangan yang kemudian dihubungkan dengan teori yang relevan atau sesuai sehingga menghasilkan suatu kesimpulan yang bersifat umum.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi langsung, dokumentasi dan wawancara. Metode observasi langsung dilakukan guna mendapatkan data secara langsung bagaimana kondisi fisik yang ada tanpa adanya suatu

rekayasa tertentu. Pengumpulan data-data terkait pengolahan sampah kota, penerapan teknologi insinerasi, dan mengenai kebutuhan dan standar ruang untuk fasilitas pengolahan sampah. Dokumentasi dilakukan di lokasi penelitian yaitu area TPA Tamangapa yang menjadi lahan sasaran pembangunan gedung pengolahan sampah berbasis insinerasi yang ramah lingkungan di Kota Makassar. Bukti dokumentasi berupa foto dan beberapa data lainnya yang dibutuhkan dalam melakukan analisis data. Wawancara dilakukan di Dinas Pertamanan dan Kebersihan Kota Makassar. Metode wawancara ini dilakukan dengan teknik *purposive sampling* untuk mengumpulkan dokumen penunjang lainnya dan melengkapi hasil observasi.

Metode Analisis Data

Metode analisis data yang digunakan adalah eksplorasi desain. Metode ini bertujuan untuk menentukan desain ideal yang mampu diterapkan pada lokasi penelitian yaitu kawasan TPA Kota Makassar yang terletak di Kelurahan Tamangapa. Sebagaimana diketahui bahwa kondisi eksisting TPA Tamangapa saat ini menampung banyak timbulan sampah yang semakin lama semakin bertambah. Kondisi ini berdampak pada kesehatan dan kenyamanan masyarakat yang bermukim di area permukiman sekitar TPA. Sehingga dibutuhkan teknologi yang mampu mengatasi masalah persampahan tersebut. Melalui metode eksplorasi desain ini, diharapkan mampu menghasilkan inovasi gedung pengolahan sampah berbasis insinerasi yang ramah lingkungan sebagai solusi terbaik dalam menangani masalah persampahan dan konsumsi listrik masyarakat Kota Makassar.

Adapun tahapan proses pelaksanaan penelitian meliputi :

1. Studi literatur, berupa pengumpulan data-data terkait pengolahan sampah kota, penerapan teknologi insinerasi, dan mengenai kebutuhan dan standar ruang untuk fasilitas pengolahan sampah.
2. Observasi lokasi penelitian, dilakukan guna mengumpulkan informasi mengenai

potensi-potensi sosial ekonomi dan lingkungan fisik lokasi penelitian yang menunjang keberhasilan inovasi desain gedung.

3. Analisis pendekatan desain, berupa analisis dan simulasi terhadap potensi lokasi penelitian, serta analisis terhadap strategi penerapan bentuk dan fasilitas gedung.
4. Penyusunan konsep dan eksplorasi desain gedung pengolahan sampah dengan penerapan teknologi insinerasi yang terintegrasi dengan lingkungan lokasi penelitian.
5. Hasil desain, berupa desain gedung pengolahan sampah dengan penerapan teknologi insinerasi yang ramah lingkungan sehingga mampu meminimalkan masalah persampahan dan memaksimalkan potensi sampah dengan menghasilkan energi.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data Dinas Pertamanan dan Kebersihan Kota Makassar, jumlah timbulan sampah Kota Makassar pada tahun 2016 mencapai 4.183,41 m³/hari, sedangkan sampah yang tertangani hanya sebesar 3.962,63 m³/hari, yakni hanya 95,37 persen terhadap timbulan sampah. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa volume sampah yang masuk di TPA Kota Makassar masih cukup besar, sangat jauh dari target pengurangan sampah yang merupakan salah satu dari metode pengelolaan sampah, yaitu 20% dari total produksi sampah perhari.

Prakiraan timbulan sampah baik untuk saat ini maupun di masa mendatang merupakan dasar dari perencanaan, perancangan, dan pengkajian sistem pengelolaan persampahan yang tepat dan efisien. Teknologi insinerasi dianggap mampu menjawab tantangan problematika persampahan di Kota Makassar. Teknologi insinerasi merupakan proses pengolahan buangan dengan cara pembakaran pada temperatur yang sangat tinggi (>800°C) untuk mereduksi timbulan yang tergolong mudah terbakar (combustible), yang sudah tidak dapat didaurulang lagi. Sasaran insinerasi adalah

untuk mereduksi massa dan volume buangan, membunuh bakteri dan virus dan mereduksi materi kimia toksik, serta memudahkan penanganan limbah selanjutnya. Insinerasi dapat mengurangi volume buangan padat domestik sampai 85-95% dan pengurangan berat sampai 70-80%.

Mesin insinerator untuk pembakaran sampah harus dilengkapi dengan sistem pengendalian dan kontrol untuk memenuhi batas-batas emisi partikel dan gas buang sehingga dipastikan asap yang keluar dari tempat pembakaran sampah merupakan gas yang sudah netral. Sedangkan abu yang dihasilkan dari proses pembakaran bisa digunakan untuk bahan bangunan, dibuat bahan campuran kompos, atau dibuang ke *landfill*. Sedangkan residu dari sampah yang tidak bisa dibakar seperti sisa logam bisa didaur ulang.

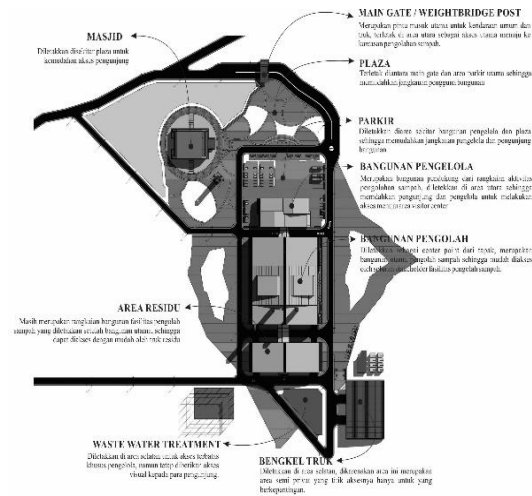
Desain tapak

Lokasi rencana pembangunan terletak di kawasan tempat pembuangan akhir (TPA) Kota Makassar di Kelurahan Tamangapa. Tata lansekap terinspirasi dari analisis pengamatan pola garis citra satelit kawasan perencanaan yang kemudian dijadikan sebagai pola site bangunan. Selanjutnya untuk pertimbangan orientasi bangunan maka dilakukan analisa angin dan jalur matahari melalui *software autodesk project Vasari*. Sehingga melalui pertimbangan tersebut untuk bentuk site mengikuti pola kawasan yang kemudian diorientasikan memanjang dari utara keselatan untuk memaksimalkan arah hembusan angin dan jalur lintasan matahari.

Tapak didesain dengan sistem sirkulasi terpisah antara kepentingan fasilitas pengolahan sampah dengan aktivitas lainnya. Hal ini dimaksudkan untuk meminimalkan *cross* sehingga memberikan kenyamanan kepada pengguna bangunan. Pada area *main gate*, sistem sirkulasi dibagi menjadi dua bagian antara kendaraan umum dan truk sampah.

Untuk massa bangunan didesain dengan sistem rangkaian yang tidak terpisahkan, dimulai dari bangunan utama diletakkan di arah utara, kemudian dihubungkan oleh sebuah area visitor

center yang memanjang menyusuri area pengolah sampah hingga ke area residu di selatan kawasan. Guna menciptakan kawasan yang ekologis, maka desain tata hijau diletakkan menyebar diseluruh kawasan tapak. Hal ini dimaksudkan untuk membentuk sebuah ruang terbuka hijau yang nyaman untuk pengguna bangunan.



Gambar 2. Desain tapak gedung pengolahan sampah berbasis insinerasi yang ramah lingkungan.

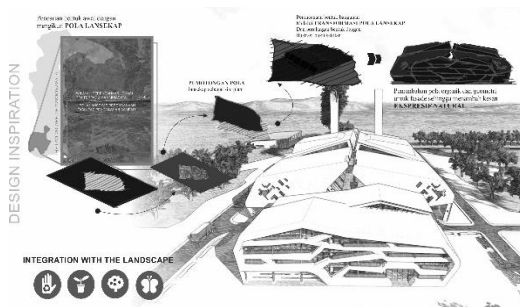
Bentuk bangunan

Area pengolahan sampah pada TPA Tamangapa didesain dalam bentuk bangunan agar timbulan sampah tidak mengganggu pandangan dan kenyamanan, dan kesehatan masyarakat yang bermukim disekitarnya. Fasade bangunan sebagian besar menggunakan material kaca yang dilengkapi dengan tata hijau untuk mereduksi gelombang panas matahari.



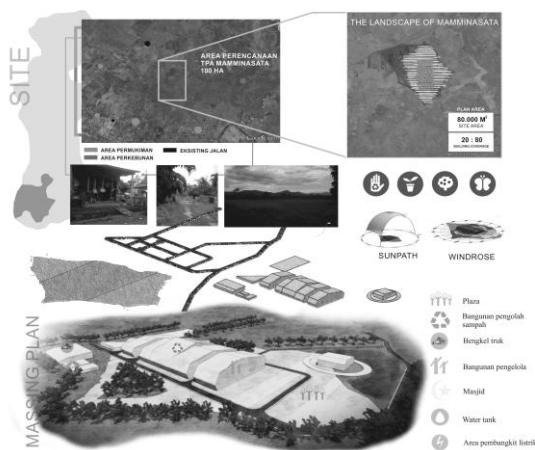
Gambar 3. Perspektif gedung pengolahan sampah

Bentuk bangunan dibuat ekspresif dengan tujuan mengubah citra negatif masyarakat tentang sampah. Sebagai gedung fasilitas pengolahan sampah, penciptaan bentuk bangunan mengacu pada proses integrasi lingkungan dan jauh dari kesan kumuh dan jorok. Sehingga dibutuhkan aplikasi desain yang menguatkan citra bangunan sebagai fasilitas pengolahan sampah yang inovatif, efektif dan edukatif.



Gambar 4. Transformasi bentukgedung pengolahan sampah berbasis insinerasi yang ramah lingkungan

Inspirasi bentuk berasal dari perpaduan aplikasi pola lansekap dan transformasi geometri yang menghasilkan bentuk menyerupai bukit. Bentuk bukit tersebut menjadi dasar pola perulangan bentuk. Untuk tampilan bangunan pada fasade utara, digunakan pola organik guna menciptakan kesan ekspresif natural.



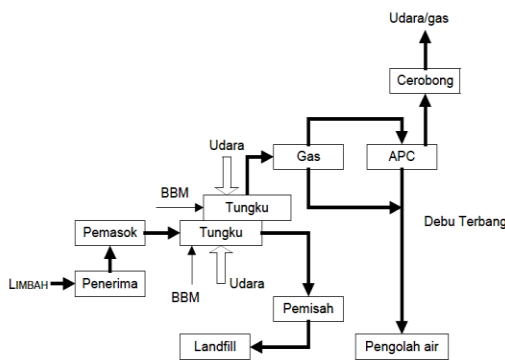
Gambar 5. Tata massa bangunan kawasan pengolahan sampah berbasis insinerasi di TPA Tamangapa.

Massa bangunan didesain dengan system rangkaian yang tidak terpisahkan, dimulai dari

bangunan utama diletakkan di arah utara, kemudian dihubungkan oleh sebuah area visitor center yang memanjang menyusuri area pengolahan sampah hingga ke area residu di selatan kawasan.

Konsep Pengolahan Sampah

Berdasarkan penelitian Zubair dkk (2011), Timbulan sampah rumah tangga di Kota Makassar adalah 2,18 ltr/org/hari dalam satuan volume atau 0,28 kg/org/hari dalam satuan berat, dengan jumlah penduduk Makassar yang dilansir Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil pada Maret 2017 sebanyak 1.769.920 jiwa maka produksi sampah harian penduduk kota Makassar yang akan diolah adalah 496 ton. Sehingga produksi sampah kota Makassar yang akan diolah adalah 496 ton dengan kadar air sekitar 60%, selanjutnya dilakukan pengurangan kadar air sebesar 50% dengan menggunakan metode penirisan dalam bunker selama 3-5 hari. Temperatur pembakaran minimal dengan unit insinerator adalah 850°C. Apabila temperatur terlalu rendah maka akan terbentuk dioksin.



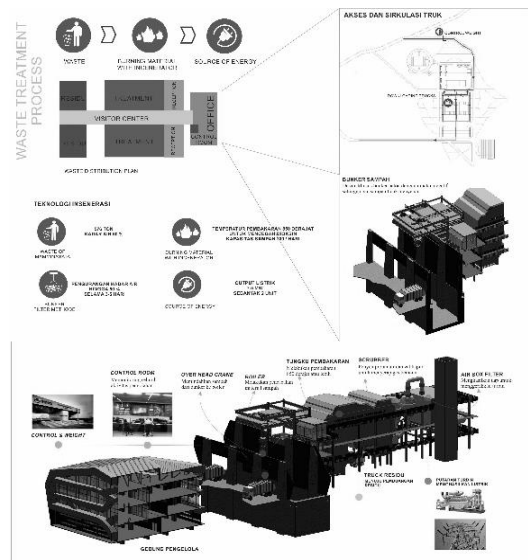
Gambar 6. Unit-unit pada insinerator skala kota (Sumber : damanhuri dan padmi (2008))

Pada teknologi insinerasi ada 4 kategori proses yaitu :

- Proses pre-treatment
- Proses pembakaran
- Proses recovery energy
- Proses penanganan flue gas (APC system)

Dari tahapan proses di atas diketahui bahwa pada proses insinerasi sampah menghasilkan keluaran berupa :

- Incinerator Bottom ash (IBA) sebesar 20-30% dari berat sampah. IBA merupakan residu padat yang tidak berbahaya untuk dibuang.
- Logam (Besi ataupun non besi) sebesar 2-5 % dari berat sampah. Logam diperoleh dari proses pemilahan pada sampah ataupun IBA.
- Emisi ke atmosfer sebesar 70-75 % dari berat sampah. Emisi ini merupakan produk pembakaran berupa gas yang sudah dibersihkan.



Gambar 7. Konsep gedung pengolahan sampah dengan teknologi insinerasi.

Spesifikasi bangunan yang dirancang mampu membakar sampah hingga 700 ton perhari, menggunakan mesin insinerasi dengan output listrik 10.000 KWh sebanyak 2 unit, untuk operasional insinerator menggunakan 50% dari total output listrik.

Kesimpulan

Area pengolahan sampah pada TPA Tamangapa Makassar didesain dalam bentuk bangunan agar

timbulan sampah tidak mengganggu kenyamanan masyarakat yang bermukim disekitarnya. Dalam hal bentuk bangunan dibuat ekspresif dengan tujuan mengubah citra negatif masyarakat tentang sampah. Penciptaan bentuk bangunan mengacu pada proses integrasi lingkungan dan jauh dari kesan kumuh dan jorok. Sehingga aplikasi desain dituntut agar menguatkan citra gedung pengolahan sampah yang inovatif, efektif dan edukatif. Sedangkan spesifikasi bangunan yang dirancang mampu membakar sampah hingga 700 ton perhari, menggunakan mesin insinerasi dengan output listrik 10.000 KWh sebanyak 2 unit, untuk operasional insinerator menggunakan 50% dari total output listrik.

Penerapan teknologi insinerasi menggunakan bahan bakar sampah menjadi sebuah pilihan strategis dalam mengurangi timbulan sampah. Potensi pengurangan sampah dengan teknologi insinerasi sangat efektif dan hal yang utama adalah mampu memberikan output berupa energi listrik. Kelebihan lain dari teknologi insinerasi antara lain mengurangi volume sampah hingga 90 %, adanya *energy recovery*, jika dikelola dengan baik, polusi udara yang dilepaskan akan rendah, membutuhkan lahan minimal.

Meskipun teknologi ini mampu melakukan reduksi volume sampah hingga 70%, namun teknologi insinerasi membutuhkan biaya investasi, operasi, dan pemeliharaan yang cukup tinggi. Fasilitas pembakaran sampah dianjurkan hanya digunakan untuk memusnahkan/ membakar sampah yang tidak bisa didaur ulang, ataupun tidak layak untuk diurug. Alat ini harus dilengkapi dengan system pengendalian dan kontrol untuk memenuhi batas-batas emisi partikel dan gas buang sehingga dipastikan asap yang keluar dari tempat pembakaran sampah merupakan asap/gas yang sudah netral. Abu yang dihasilkan dari proses pembakaran bisa digunakan untuk bahan bangunan, dibuat bahan campuran kompos, atau dibuang ke landfill. Sedangkan residu dari sampah yang tidak bisa dibakar seperti sisa logam bisa didaur ulang.

Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah kajian lebih mendalam mengenai teknologi yang mutakhir

untuk mendapatkan energi alternatif. Terkhusus pada dunia arsitektur, dalam perancangan lingkungan binaan, penerapan konsep desain diarahkan pada pendekatan terhadap efisiensi energi. Begitupula pada pendekatan dalam konversi sampah menjadi energi sehingga hal ini dapat dikombinasikan dengan pendekatan metode penelitian dan perancangan yang terintegrasi terhadap lingkungan dan terlebih lagi upaya dalam menghasilkan energi mandiri.

Daftar Pustaka

- Balai Besar Teknologi Energi (2012). Perencanaan Efisiensi dan Elastisitas Energi. Jakarta: SEKRETARIAT BPPT Press.
- Ching, F. D. (2003). *Ilustrasi Konstruksi Bangunan*. Jakarta: Erlangga.
- Ching, F. D. (2007). *Bentuk, Ruang, dan Tatanan*. Edisi ke 3. Jakarta: Erlangga.
- Creswell, J. W. (2008). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. California: Sage Publications, Inc.
- Damanhuri, E., dan Padmi, T. (2008). *Pengolahan sampah*. Diktat Kuliah Pengelolaan Sampah TL-3104. Program Studi Teknik Lingkungan FTSL ITB
- DEFRA, (2007), *Incineration of Municipal Solid Waste*, Department for Environment Food and Rural Affairs.
- Dewantoro, O. B. (2009). *Pusat Pengolahan Sampah DIY*. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Atmajaya.
- Discovery TM Green Energy. (n.d.). *Green Incenerator*. Bekasi: PT. Atech.
- Ernest, N. (1997). *Data Arsitek Jilid III*. Jakarta: Erlangga.
- Ernest, N. (2002). *Data Arsitek Jilid II*. Jakarta: Erlangga.
- Fatimah, S. A. (2009). *Analisis Kelayakan Usaha Pengolahan Sampah Menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Sampah di Kota Bogor*. Skripsi. Bandung: IPB.
- Groat, L., & Wang, D. (2002). *Architectural Research Methods*. New York: John Wiley & Sons. Inc.
- Guzowski, M. (2010). *Towards Zero Energy Building Architecture New Solar Design*. London: Laurence King Publishing.
- Heinz, F. (2007). *Ilmu Konstruksi Struktur Bangunan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Heinz, F. (2008). *Ilmu Fisika Bangunan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kementerian Pekerjaan Umum (2006). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No : 29/PRT/M/2006 Tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung*. Jakarta : Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kementerian Pekerjaan Umum (2013). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor*

- 03/PRT/M/2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Lechner, N. (2007). Heating, Cooling, Lightning : Metode Desain Untuk Arsitektur. Edisi kedua. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Lippsmeier, G. (1997). Bangunan Tropis. Edisi kedua. Jakarta: Erlangga.
- Mediastika, C. E. (2013). Hemat Energi dan Lestari Lingkungan Melalui Bangunan. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Neufert, E. (1997). Data Arsitek Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- Rahim, R., & Rosady, M. (2008). Pembayangan Matahari Dan Energi Bangunan. Makalah & Materi Pelatihan Sistem Sun shading Pada Energi Bangunan. Makassar: Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddn.
- Republik Indonesia (2008). Undang-Undang Republik Indonesia No. 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Sejati, K. (2009). Pengolahan Sampah Terpadu dengan Sistem Node, Sub Point, Center Point. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Sumantri, A. (2010). Kesehatan Lingkungan. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Watson, D. (1999). Time Saver Standars For Architectural Desain Data. New York: Mcgraw-Hill Inc.
- Widyatmiko, H., & Moerdjoko, S. (2002). Menghindari, Mengolah, dan Menyingkirkan Sampah. Yogyakarta: Abdi Tandır.
- Worrel, W. A., & Veslind, P. A. (2011). Solid Waste Engineering. Second Edition. USA: Global Engineering.
- Zubair, Achmad., Nogard, S. M., & Asrini. (2011). Studi Karakteristik Sampah Rumah Tangga di Kota Madya Makassar dan ProspekPengembangannya. Prosiding 2011 Hasil Penelitian Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin Makassar.