

GLOBAL COOLER ROOF (GCR): KONSEP BANGUNAN PENGOLAH EMISI KENDARAAN BERMOTOR SEBAGAI SALAH SATU SOLUSI GLOBAL WARMING

Akhmad Alkhabib¹⁾, I Putu Ellsa Sarassantika²⁾, Dedy Manudianto³⁾, Chiendy Fajaraini Ratna Julia⁴⁾

^{1, 2, 3}Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS Surabaya

Email: alhabib328@gmail.com

Email: iputuellsas@gmail.com

Email: dedy_manu@yahoo.com

⁴Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS Surabaya

Email: endyhati@yahoo.com

Abstract

The concept of building a traffic light as a complement to the processing vehicle emissions causes global warming called "Global Cooler Roof (GCR)". GCR shaped like a roof over the road consisting of two frames, the main frame and roof truss. The main order forms concrete columns and beams, roof truss is made around the ground used as roof trusses as well as limiting the product dimension. Roof frame is made of iron frame. The main structure in the form of a slab of concrete as a bridge pylon built on both ends (left and right) product. The center of the flue products was made from used containers, which were mounted inside the air purifier material suckles adapt Mono cylinder chimney. GCR has exhaust fan as a puller emissions into the chimney. Cooler Roof global uses solar panels as a source of energy. The inside of the chimney is modified into a special room treatment of emissions. At the border there is a maze arrangement forming successive layers of coconut fiber, sponge, and activated carbon. Coconut fiber serves to filter out larger material, such as dust, ash, and others. Spoon serves to absorb the liquid vapor. Activated carbon is very beneficial, i.e., to filter emission gases (CO₂, NO_x, Pb, CH₄ etc.). Air and exhaust gases exit through the hole. So at the end of the clean air were out into the environment through the outlet.

Keywords: Global Cooler Roof, emissions, global warming.

1. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan salah satu penyebab terjadinya *global warming*. Kebutuhan transportasi yang banyak menggunakan bahan bakar minyak dan menghasilkan CO₂. Hal ini ditambah lagi dengan kecenderungan manusia untuk menggunakan kendaraan pribadi. Sumbangan seluruh sektor transportasi terhadap emisi gas rumah kaca mencapai 13,1%. Sektor transportasi dapat dibagi menjadi transportasi darat, laut, udara, dan kereta api. Sumbangan terbesar terhadap perubahan iklim berasal dari transportasi darat (79,5%), disusul kemudian oleh transportasi udara (13%), transportasi laut (7%), dan terakhir kereta api (0,5%).

Seperti yang kita lihat, ketika kendaraan bermotor berhenti di *traffic light*, mesin tetap dibiarkan hidup. Padahal dalam keadaan diam gas yang keluar dari knalpot relative kecil akan terdispersi sehingga akan terakumulasi

di area tersebut dan tentunya tidak baik bagi kesehatan tubuh yang menghirupnya.

Melihat keadaan ini, peneliti terinspirasi untuk mengkaji permasalahan dalam bidang transportasi darat yang memfokuskan pada pengelolaan gas emisi sisa pembakaran kendaraan bermotor yang pada akhirnya mampu menahan laju *global warming*. Selain itu, produk yang dihasilkan sebisa mungkin mengedepankan keefektifan, sehingga tidak ada bagian produk yang terabaikan. Dengan begitu, produk akan bernilai guna lebih dan menginspirasi masyarakat.

Inovasi yang kami berikan berupa konsep bangunan pelengkap pada *traffic light* sebagai pengolah emisi kendaraan penyebab *global warming* bernama "*Global Cooler Roof (GCR)*". Tujuan utama dari produk ini adalah mengolah gas emisi hasil kendaraan bermotor menjadi udara yang bebas emisi dan bahan berbahaya yang dapat mempercepat laju

global warming di kemudian hari. Dan juga sebagai tanggung jawab ilmu teknik sipil dan teknik lingkungan dalam melengkapi fasilitas transportasi terkait pemanasan global.

2. METODE

Metode yang dilakukan mencakup studi literatur dan rancang bangun produk.

1. Studi Literatur

Mengumpulkan data mengenai atau berhubungan dengan rancang bangun GCR ini dari berbagai literatur dan pustaka internet.

2. Rancang Bangun Produk

Langkah-langkah perancangan GCR adalah sebagai berikut.

Pertama adalah menentukan bentuk fisik. GCR berbentuk seperti atap di atas ruas jalan. Rangka utama atap berupa kolom dan balok beton, dibuat di sekeliling rangka atap yang digunakan sebagai pijakan rangka atap sekaligus pembatas dimensi produk. Rangka atap terbuat dari rangka besi, yang di bagian atasnya ditanami tumbuhan hijau. Struktur utamanya berupa tiang beton seperti *pylon* pada jembatan yang dibangun di kedua ujung (kiri dan kanan) produk. Untuk membantu distribusi beban sekaligus memperkuat struktur, digunakan kabel penggantung yang juga terdapat pada jembatan bentang panjang. Pada bagian tengah rangka atap terdapat cerobong yang terbuat dari kontainer bekas, yang di dalamnya sudah terpasang susunan bahan penjernih udara yang mengadaptasi cerobong Monosilinder karena dilengkapi *exhaust fan* sebagai penarik emisi ke atas. Global Cooler Roof memakai listrik sebagai sumber energinya, sehingga kami memasang panel surya di atas cerobong untuk keperluan sumber energi. Di bagian belakang produk dilengkapi tangga untuk keperluan pemeliharaan.

Kedua adalah menentukan Dimensi. Dimensi GCR bisa disesuaikan dengan kebutuhan, kondisi, dan lingkungan sekitar. Di Indonesia, rata-rata lebar jalan untuk satu arah (tipe 2/2 UD) yaitu 3,5 meter.

Panjang produk bisa disesuaikan dengan kondisi jalan, tingkat kepadatan jalan, dan

lain sebagainya. Rancangan awalnya, GCR memiliki panjang 20 meter, sekitar lima antrian mobil pribadi.

GCR dirancang memiliki tinggi atap yang lebih tinggi dari kendaraan dan *traffic light*, dengan tinggi 4 meter yang memungkinkan kendaraan tinggi seperti truk pengangkut mobil unyruk melintas. Tinggi GCR pun dapat dikurangi sesuai dengan jenis kendaraan yang lewat di bawahnya.

Jika pada nantinya diimplementasikan untuk tipe jalan lebih dari 2 lajur, maka produk GCR dibuat di sisi jalan lainnya (satu sisi satu lajur). Hal ini dilakukan untuk menghindari gagal struktur akibat besarnya beban yang dipikul oleh struktur utama.

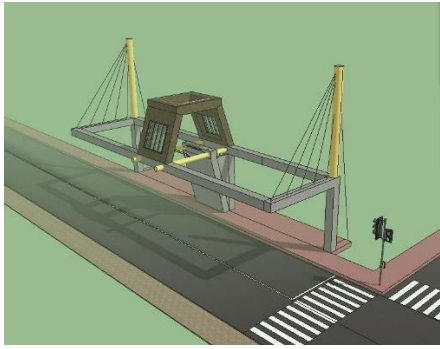


Gambar 1. Dimensi Produk GCR

Ketiga adalah menentukan fungsi kerja bagian. Berikut akan dijelaskan secara lebih rinci bagian-bagian GCR berdasarkan deskripsi fisik di atas beserta fungsi dan sistem kerja produk ini.

a. Struktur Penyangga Utama

Struktur penyangga utama Global Cooler Roof yang disusun sedemikian rupa seperti kantilever, sehingga pengguna jalan mudah melintas sekaligus tidak menggunakan banyak ruang. Pylon dengan kabel penggantung pada ujung struktur mengadaptasi konstruksi jembatan bentang panjang sehingga dapat memberi kekuatan struktur, distribusi beban yang baik dan nilai estetika ketekniksipilan pada produk ini



Gambar 2. Struktur Penyangga Utama

b. Struktur Rangka Atap

Atap yang di desain melengkung menjadi komponen penting pada produk ini. Berfungsi sebagai jalur mengalirnya emisi kendaraan bermotor ke dalam cerobong sehingga menambah keefektifan penyaringan emisi tersebut. Dengan begitu, polutan tidak keluar dari sistem GCR.

Rangka atap terbuat dari rangka besi. Prinsip rangka atap ini seperti pergola pada bangunan-bangunan sipil umumnya. Desain dibuat berlubang dipilih untuk mempertahankan efek lingkungan seperti angin, cahaya matahari.



Gambar 3. Struktur Rangka Atap

Untuk itulah penerapan teknik atap berlubang yang dipadukan dengan teknik *green roof* merupakan solusi yang bijaksana dan banyak manfaat yang bisa didapatkan. Sinar matahari yang awalnya berlebih akan disaring dengan dedaunan tanaman, sehingga tidak terkesan silau. Selain itu, teknik *green roof* ini bersifat penghijauan. Tumbuhan hijau bisa menyerap karbon dioksida (CO₂) yang dihasilkan kendaraan

bermotor dan menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis, sehingga udara di sekitarnya menjadi jauh lebih bersih dan efek buruk *global warming* dapat diantisipasi. *Green roof* juga dapat memberikan efek rindang, sejuk, dan asri akibat kesan hijau dan alaminya. Kesan ini dapat membuat kota yang hijau seperti habitat yang alami.

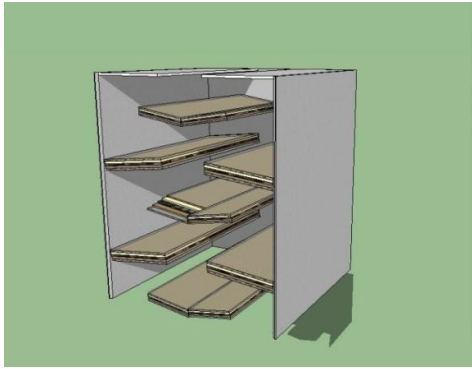


Gambar 4. Struktur Rangka dan Green Roof

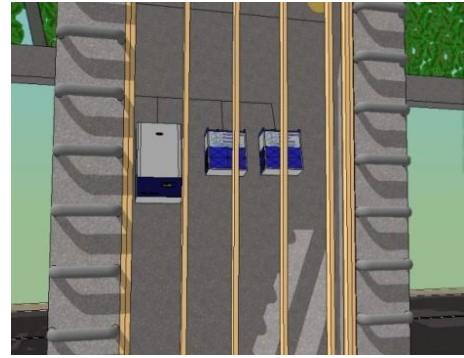
c. Cerobong Pengolah Emisi

Pada bagian tengah atap terdapat cerobong tempat gas emisi hasil pembakaran kendaraan diolah. Cerobong ini memanfaatkan kontainer yang sudah tidak dipakai lagi. Dengan begini, kita mendapat nilai penting yaitu *Recycle*. Dengan *Recycle* kontainer bekas ini, kita dapat mengurangi limbah, menghindari polusi akibat pembakaran limbah tersebut, mengurangi kemungkinan menjadi sarang nyamuk, dan lain-lain sehingga akan lebih ramah lingkungan dan akan mengurangi dampak buruk *global warming*.

Selain itu, kontainer bekas yang telah menjadi cerobong asap memiliki lahan kosong di pemukaannya, yang dapat kita gunakan untuk memasang iklan-iklan peduli lingkungan dan anti-*global warming*. Jadi, secara tidak langsung kita dapat bersosialisasi dan menginspirasi masyarakat untuk menumbuhkan kepedulian terhadap lingkungannya.



Gambar 5. Detail Cerobong Pengolah Emisi



Gambar 7. Inverter Listrik dan Baterai Panel Surya

d. Panel Surya

Telah disebutkan di atas bahwa *ventilation fan (exhaust fan)* membutuhkan sumber energi listrik untuk bekerja. GCR tidak memanfaatkan listrik dari luar (PLN), namun memproduksi sumber energi sendiri melalui panel surya. Panel surya diletakkan di atas cerobong untuk menangkap cahaya matahari, dan diolah melewati *controller*. Energi kemudian disimpan dalam baterai, dan diubah menjadi listrik AC menggunakan *inverter* pada saat digunakan. Pemanfaatan panel surya ini menjadikan GCR lebih hemat energi, ramah lingkungan, dan mengurangi dampak buruk *global warming*.



Gambar 6. Panel Surya

3. Menentukan sistem kerja GCR

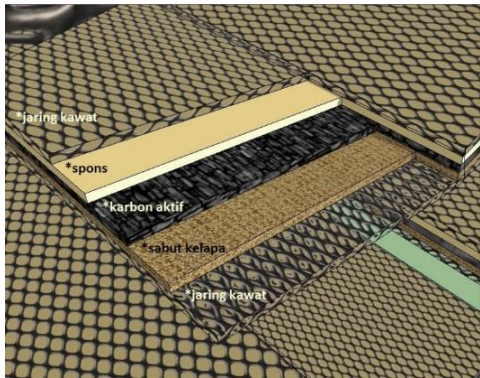
Sistem kerja GCR cukup sederhana. Di bagian bawah cerobong, terdapat *ventilating fan (exhaust fan)* yang berfungsi untuk menarik udara ke dalam cerobong, dengan menempatkan mesin di bawah sedangkan kipas menghadap ke atas. Dengan penempatan seperti ini, udara akan mengalir ke arah atas. *ventilating fan (exhaust fan)* ini menggunakan energi listrik. Kipas juga dilengkapi tombol *on-off* sebagai pengatur kapan produk digunakan atau tidak, sebagai langkah penghematan energi.



Gambar 8. Exhaust Fan

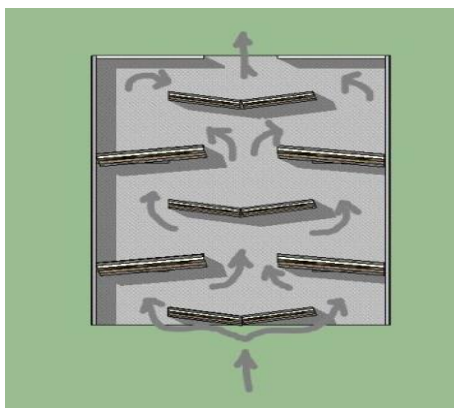
Bagian dalam cerobong dimodifikasi menjadi ruangan khusus pengolahan emisi. Di sini, kami mengadaptasi metode cerobong *Mono silinder*. Adapun keunggulan metode ini antara lain bahannya mudah didapatkan, biaya kecil, sederhana, dan mampu mengurangi dampak pencemaran. Secara garis besar, di dalam cerobong dengan metode ini diisi dengan bahan-bahan penyaring udara dan polutannya yang tersusun seperti labirin untuk mengefektifkan penyaringan.

Bahan-bahan tersebut antara lain adalah serabut kelapa, spon, dan karbon aktif.



Gambar 9. Detail Komponen Penyaring Udara

Asap, gas, dan partikulat masuk melalui lubang inlet, kemudian melalui celah-celah labirin, jadi asap kontak dengan adsorben secara tidak langsung. Pada batas pembentuk susunan labirin inilah terdapat berturut-turut lapisan serabut kelapa, spon, dan karbon aktif. Serabut kelapa berfungsi untuk menyaring material lebih besar, seperti debu, abu, dan lainnya. Spon berfungsi untuk menyerap uap cair. Karbon aktif sangat besar manfaatnya, yaitu untuk menyaring gas-gas emisi (CO_2 , NO_x , Pb, CH_4 , dan lain sebagainya). Udara kemudian keluar melalui lobang gas buang. Sehingga pada akhir proses udara bersih keluar ke lingkungan melalui outlet.



Gambar 10. Sirkulasi Udara di Cerobong

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui bentuk, bagian-bagian, serta fungsi dari bangunan GCR maka

pembuatan *prototype* sangat diperlukan. Berikut Langkah-langkah pembuatan atau pembangunan *prototype* GCR:

- Menentukan skala *prototype* dari desain dan perencanaan produk.
- Membeli alat dan bahan yang diperlukan dalam pembuatan.
- Membuat *prototype* GCR secara keseluruhan.
- Membuat *prototype* lingkungan saat GCR direalisasikan.
- Memasang komponen kelistrikan untuk memutar kipas dan pencahayaan *prototype*.
- Finishing* dan pemasangan tutup kaca.

Setelah pembuatan *prototype* ini, akan dilakukan uji coba produk yang dilakukan di ruangan tertutup. Hal yang akan diamati yaitu keefektifan *exhaust fan* dalam mengalirkan emisi ke dalam cerobong dan produk emisi hasil olahan yang keluar dari cerobong.

Setelah dilakukan percobaan dengan objek gas kendaraan yang diganti dengan obat nyamuk bakar membuktikan bahwa *exhaust fan* yang kami rancang efektif dalam mengalirkan gas ke dalam cerobong.

Sedangkan gas emisi yang dihasilkan dari kendaraan bermotor seperti CO_2 dapat dimanfaatkan oleh tanaman menjalar di bagian atap GCR, dengan bantuan cahaya matahari akan menghasilkan O_2 dengan proses fotosintesis. Tanaman yang kami manfaatkan adalah tanaman sirih dengan pertimbangan luasan permukaan daun yang cukup untuk menyerap gas CO_2 .

Perhitungan efisiensi emisi yang terserap dilakukan dengan studi literatur penelitian yang telah dilakukan. Tanaman sirih dengan perkiraan luas permukaan daun adalah 0.6 m^2 . Menurut Patil V dkk, tanaman mampu menyerap CO_2 sebanyak 210 gCO_2 per m^2 per tahun. Sehingga gas CO_2 yang mampu di serap oleh tanaman pada GCR adalah :

Jumlah (gCO_2 per jam) =

= luas atap GCR (m^2) x kemampuan tanaman (210 gCO_2 per m^2 per tahun)/8760 jam

= $20\text{m} \times 3.5\text{m} \times 210 \text{ gCO}_2$ per m^2 tahun/8760jam

= 1.7 gCO² per jam

Menurut referensi, jumlah emisi yang dihasilkan oleh satu buah kendaraan motor adalah 404 gram/jam. Kami mengasumsikan bahwa jumlah kendaraan motor yang berhenti di traffic light sebanyak 25 buah. Jadi jumlah emisi total yang dihasilkan oleh kendaraan motor adalah sebanyak 10100 gram/jam. Sedangkan karbon aktif dengan ukuran 2.5meter x 2.5meter x 0.02meter, kita akan mendapatkan luasan permukaan karbon aktif semua lapisan, sehingga luasan permukaan karbon aktif didapatkan 18.75m². kemampuan penyerapan gas oleh karbon aktif dapat di hitung dengan rumus :

$$\frac{\text{berat gas yg terserap (gram/jam)}}{\text{luasan (m}^2\text{)}}$$

Disini gas yang masuk ke dalam cerobong tidak 100% masuk, karena gas terdispersi karena adanya faktor angin, dengan asumsi 10% gas terdispersi maka gas emisi yang masuk ke dalam cerobong adalah 9090 gram/jam. Asumsi 10% karena sebagian besar gas terdispersi secara horizontal daripada vertical. Sehingga kemampuan penyerapan gas oleh karbon aktif adalah 484.8 gram/m² per jam. Efisiensi penyerapan gas oleh karbon aktif adalah 484.8 gram/m² per jam.

4. KESIMPULAN

Konsep bangunan *Global Coller Roof* dengan memanfaatkan tanaman sirih di bagian atap, adanya *exhaust fan* di bawah cerobong, dan susunan penyaring udara dalam cerobong membuktikan GCR efektif dalam mengolah emisi kendaraan di traffic light. Gas CO² yang mampu diserap oleh tanaman sirih adalah sebanyak 1.7 gCO² per jam, dan gas emisi lainnya seperti SO_x, NO_x dapat di serap oleh karbon aktif sebanyak 484.8 gram/m² per jam.

5. REFERENSI

[1] Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 1999. *Arang Aktif dari Tempurung Kelapa*. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia: Jakarta.

- [2] Aryafatta. 2008. *Meningkatkan Nilai Arang Tempurung Kelapa jadi Karbon Aktif*. Bisnis: Indonesia
- [3] Patil V, Singh A, Naik N, Seema U, dan Sawant B. 2012. *Carbon Sequestration in Mangroves Ecosystems*. 7 (1): 2-8.
- [4] Puspitahati C. dan Bambang D. 2011. *Studi Kinerja Biosand Filter dalam Mengolah Limbah Laundry dengan Parameter Fosfat*. ITS Press: Surabaya.
- [5] Rahmawati A., Cornelius N.S., dan Anggara B. 2006. *Penyehatan Udara Cerobong Asap Model Mono Silinder Gas Dalam Penerapannya Di Sektor Industri Skala Perumahan*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia Politeknik Kesehatan Yogyakarta Kesehatan Lingkungan: Jakarta.
- [6] Nathanael D. 2007. *Solusi Tepat Menghadapi Global Warming*. Konsep Teknologi TEKIM ITB: Bandung.
- [7] Oktopianto Y. 2011. *Rumah Hemat Energi*. Civilstation: Jakarta
- [8] Wikipedia. 2008. *Gas Rumah Kaca*. (URL:http://en.wikipedia.org/wiki/gas_rumah_kaca). Diakses: 15 Agustus 2012.
- [9] Wikipedia. 2012. *Pencemaran Udara*. (URL:http://en.wikipedia.org/wiki/pencemaran_udara) Diakses: 16 Agustus 2012.