

Desain *Carbody* Bus Listrik Kampus ITS

Mario Ryan Haryono dan Agus Windharto

Jurusan Desain Produk Industri, Fakultas Desain Industri Kreatif, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: aguswind@prodes.its.ac.id

Abstrak— Realisasi program bus listrik Kampus ITS merupakan bagian rencana dari ITS Eco Campus dalam pengadaan sistem transportasi kampus yang terintegrasi serta ramah lingkungan. Namun, konsep bus listrik yang telah ada sebagai ‘*brand image*’ transportasi massal di lingkungan Kampus ITS masih kurang menunjukkan citra ITS. Aspek kenyamanan, keselamatan, serta estetika yang kurang maksimal mengakibatkan belum dioperasikannya secara penuh. Perancangan ditujukan sebagai sajian alternatif bus listrik Kampus ITS. Konsep *ecotechnology* dalam bentuk dasar heksagonal yang terinspirasi dari *honeycomb* tampak pada *carbody* rangka, *fascia*, lampu, serta buritan bus listrik. *Carbody* interior mengusung konsep rantai rendah yang berguna untuk memudahkan akses penumpang dari trotoar kampus ITS. Konfigurasi interior dibangun untuk memaksimalkan fungsi bus listrik sebagai moda transportasi massal kampus, waktu tempuh cepat dengan frekuensi tinggi, dan berhenti di banyak halte. Gaya desain merujuk pada tren bus listrik modern, unik, dan *smart*. Sesuai dengan karakter kampus serta mahasiswa ITS yang memiliki keinginan untuk tampil berbeda, modern, serta cerdas. Kehadiran bus listrik Kampus ITS ini diharapkan mampu meningkatkan kebanggaan serta antusiasme mahasiswa terhadap penggunaan transportasi massal dalam kampus.

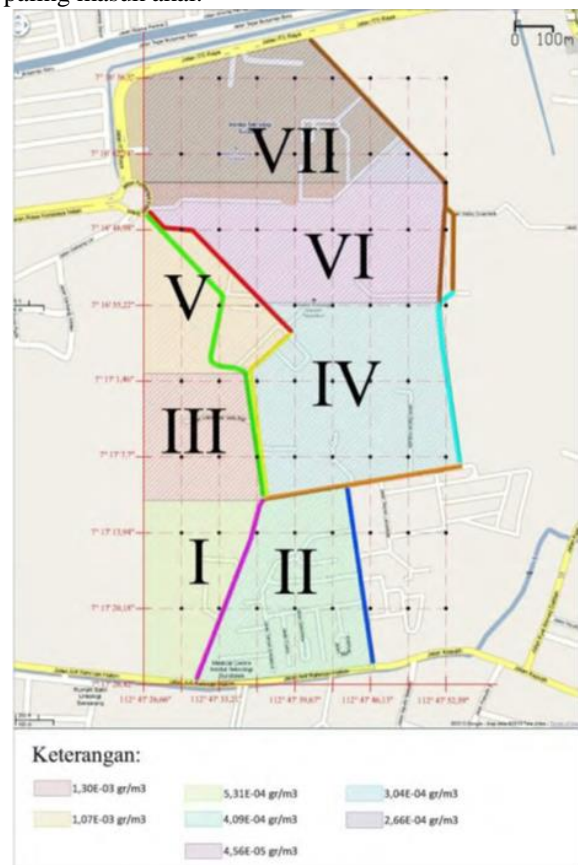
Kata Kunci— Bus Listrik, *Carbody*, Kampus ITS.

I. PENDAHULUAN

KENDARAAN dengan bahan bakar fosil menjadi salah satu penyumbang deposit karbondioksida yang cukup besar di atmosfer kita. Apabila kita tetap menggunakan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar utama untuk menjalankan kendaraan, dapat diprediksi akan lebih memperparah efek rumah kaca yang ada. Sudah sepatutnya mencari alternatif bahan bakar untuk kendaraan yang tidak merusak lingkungan hidup.

Kampus ITS di Sukolilo memiliki luas 180 hektare dengan beberapa gedung yang terpisah cukup jauh satu dengan lainnya. Kampus ITS Sukolilo membutuhkan metoda transportasi ramah lingkungan untuk mobilitas para mahasiswa. Mobilitas mahasiswa ITS meliputi proses berangkat dan pulang dari kampus ke tempat tinggal maupun untuk kebutuhan lain di kampus dari satu gedung ke gedung lainnya yang cukup jauh. Melihat banyaknya kendaraan bermotor yang digunakan oleh mahasiswa ITS, menjadi salah satu penyumbang karbondioksida yang cukup banyak. Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kekuatan emisi (Q) karbon dioksida (CO₂) dari kendaraan bermotor pada jam

puncak masuk sebesar 84,03 gram/detik dan pada jam puncak keluar sebesar 79,01 gram/detik [1]. Metoda transportasi *mini-bus* dengan bahan bakar alternatif berupa listrik menjadi solusi yang paling masuk akal.



Gambar. 1. Hasil Pemetaan Manual Konsentrasi Karbon Dioksida (CO₂) di Kampus ITS tahun 2010 [2]

Pada tahun 2014 ITS telah meresmikan sebuah bus listrik. Bus listrik yang memiliki nama Electric Solar Bus ini hanya dijalankan pada kesempatan tertentu saja. Bus dengan dimensi 6000mm x 2100mm x 2700mm dan kapasitas maksimal 26 penumpang ini belum memiliki fasilitas untuk penyandang cacat. Dengan terbatasnya tempat pengisian baterai yang hanya berada pada satu lokasi menjadi masalah tersendiri. Bentuk yang sederhana menjadikan bus listrik ini kurang memberikan impresi tersendiri bagi para penumpangnya.

Pada perancangan ini penulis ingin mencoba mendesain Bus Listrik ITS karena melihat peluang yang cukup baik untuk

dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan mahasiswa sebesar 58,4%[1] akan moda transportasi masal berupa bus di lingkungan Kampus ITS. Penulis juga ingin menyinergikan kebutuhan di atas dengan program ITS Eco Campus untuk mengurai konsentrasi karbon dioksida di lingkungan Kampus ITS serta memberikan alternatif konsep pada desain bus listrik sebelumnya.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Tahap Pengambilan Data

Metode pengambilan data diperoleh dari interview, survey lapangan dan studi pustaka. Data tersebut meliputi; interview dengan dosen pembimbing Dr. Agus Windharto, DEA, serta survey geometri jalan di Kampus ITS. Sedangkan data sekunder diperoleh dari studi literatur melalui internet dan buku elektronik[3].

B. Subjek dan Objek Perancangan

1. Subjek perancangan berupa desain eksterior dan interior angkutan massal Kampus ITS yang akan beroperasi melalui beberapa titik di dalam kampus.
2. Objek perancangan berupa bagian interior bus listrik meliputi optimalisasi konfigurasi tempat duduk, *ceiling*, dinding, lantai, dan komponen interior lainnya yang disesuaikan dengan aktifitas dan perilaku calon penumpang pada bagian interior. Juga pada eksterior yang meliputi konsep estetika *fascia* dan *carboby* bus listrik.

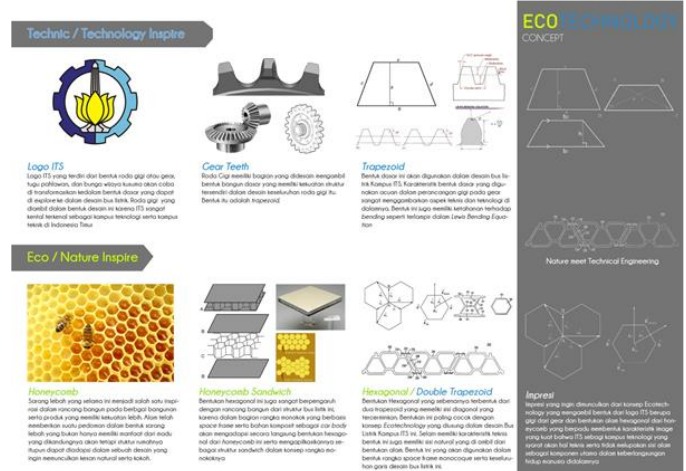
C. Tahap Studi dan Analisa

Tahapan studi analisa meliputi permasalahan yang ada pada perwujudan desain trem sebagai ikon angkutan massal dalam Kampus ITS:

1. Studi calon penumpang: ditujukan untuk mengetahui kebutuhan dan kemungkinan aktivitas calon penumpang baik normal maupun berkebutuhan khusus terhadap bus listrik Kampus ITS .
2. Studi geometri jalan: untuk mengetahui kebutuhan dimensi bus listrik yang dapat digunakan sesuai dengan kondisi jalan di dalam Kampus ITS.
3. Studi *Blocking Area*: untuk mengelompokkan area interior berdasarkan aktifitas penumpang secara umum, seperti area sirkulasi penumpang, zona kenyamanan. Studi dilakukan dengan cara menandai area aktifitas penumpang terhadap besaran dimensi bus listrik yang telah ditentukan.
4. Studi *Lay Out of Passenger Analytical System*: bertujuan untuk memilih konfigurasi dalam level interior bus. Menyajikan perbandingan antara konfigurasi transfersal dan konfigurasi longitudinal sebagai dasar pemilihan konfigurasi *seat* kabin penumpang.
5. Studi ergonomi: bertujuan mengetahui batasan dimensi antropometri mahasiswa dengan rentang usia 18-26 tahun. Batasan mengacu pada standar buku “*human dimension & interior*” karya Julius Panero dengan 5, 50 dan 95 persentil.
6. Studi komponen: menganalisa berbagai komponen interior

menurut aspek fungsi, dimensi, mekanisme, dan operasional, untuk mencapai kesesuaian dengan kebutuhan penumpang serta konsep estetika yang diharapkan.

7. Studi purwarupa konsep *ecotechnology*: diperoleh melalui metode *image board* yang mewakili ikon program ITS Eco Campus dan citra umum Kampus ITS, antara lain: identitas geografi, sosial, dan personal.

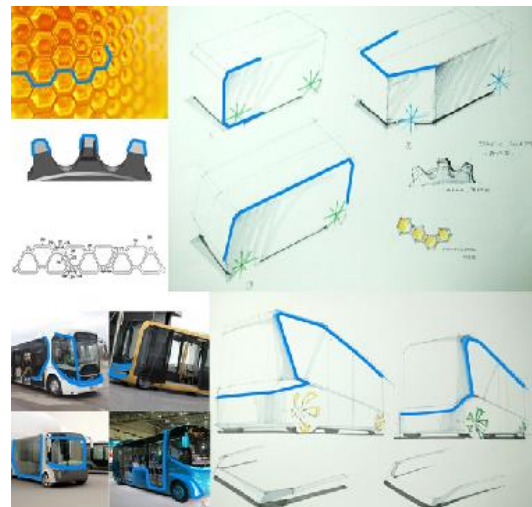


Gambar. 2. Penjelasan pemilihan bentuk dasar yang akan diaplikasikan besar konsep *ecotechnology* yang mewakili citra Kampus ITS.

8. Studi analisa material dan produksi: ditujukan untuk mengidentifikasi material beserta proses produksinya untuk dianalisa guna menentukan struktur dan material terbaik untuk bus listrik serta memiliki proses produksi yang tepat yang diaplikasikan pada desain.

III. HASIL PENELITIAN

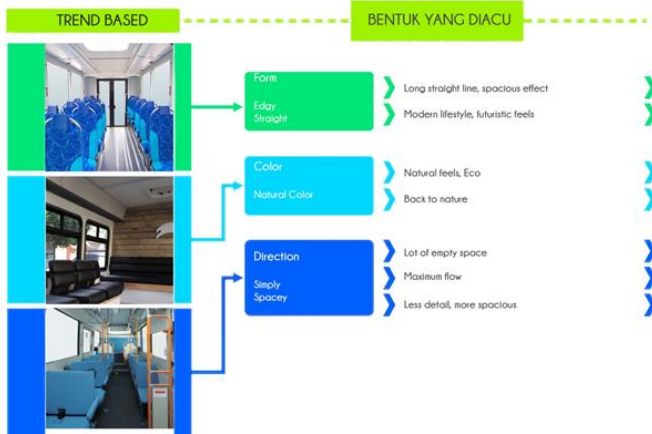
A. Analisa Bentuk dan Estetika Interior



Gambar. 3. Proses pengpplikasian bentuk dari konsep *ecotechnology* dalam desain Bus Listrik Kampus ITS.

Pemilihan bentuk dimulai dengan mengidentifikasi desain eksisting dari bus listrik dengan kategori *midi bus*, lalu menambahkan estetika berupa konsep *ecotechnology* dalam garis tulang desain keseluruhan sebagai ikon program ITS Eco

Campus dan citra Kampus ITS. Bentuk *honeycomb* yang berupa heksagonal mewakili makna dari Kampus ITS serta sinerginya dengan program ITS Eco Campus yang memiliki keharmonisan berupa struktur alam yang syarat dengan aura teknologi dalam pengadopsiannya dibanyak digunakan pada struktur buatan. Bentuk yang dapat diadopsi dari *honeycomb* dan diaplikasikan pada: bentuk garsis tegas dan diagonal pada profil badan luar bus, struktur heksagonal pada bagian rangka samping dan lis jendela depan, bentuk gril depan, lampu depan dan belakang[4]-[6].



Gambar. 4. Pengaplikasian tren gaya modern bus listrik dalam desain Bus Listrik Kampus ITS.

Sedangkan bentuk yang diacu dari *trend style* interior berupa tampilan bentuk komponen yang terlihat modern dan geometris yang didominasi oleh garis-garis tegas, serta perulangan bentuk dengan kombinasi yang memberikan irama dan perpaduan pada setiap komponen interior.

B. Eksplorasi Sketsa Desain



Gambar. 5. Sketsa alternatif eksterior desain Bus Listrik Kampus ITS.

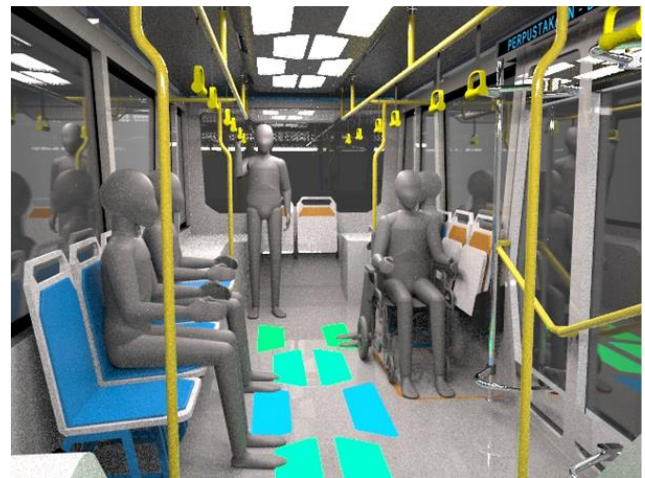
C. Rendering Desain Akhir

Setelah dipilih satu desain dari beberapa alternatif, maka langkah selanjutnya adalah membuat detail dalam bentuk tiga dimensi. Bentuk tiga dimensi ini yang nanti akan digunakan sebagai media utama presentasi hasil desain. Hasil render

desain akhir meliputi bagian eksterior dan interior.



Gambar. 6. Beberapa tampak rendering 3D hasil akhir desain Bus Listrik Kampus ITS.



Gambar. 7. Rendering 3D hasil akhir interior desain Bus Listrik Kampus ITS.

D. Studi Model



Gambar. 8. Model Bus Listrik Kampus ITS dengan skala 1:10.

IV. KESIMPULAN

A. Kriteria/Program Desain

1. Image bentuk: Mengusung konsep *Ecotechnology* dengan bentuk *soft geometry* mengambil morfologi bentuk benda teknik berupa roda gerigi bentuk struktur alam sarang lebah sehingga dapat menimbulkan impresi bus yang syarat akan teknologi namun masih memiliki sisi alami dengan aksan mengkurvanya.

2. Dimensi Bus: Demensi bus adalah 6000mm x 2200mm x 2300mm yang sesuai dengan geometri jalan dilingkungan kampus ITS.
3. *Carbody*: Produksi carbody menggunakan teknologi Aluminium Space Frame dengan pertimbangan jumlah bus yang diproduksi tidak dalam jumlah yang terlalu besar dan membutuhkan bobot rangka yang ringan untuk pengoptimalan efisiensi tenaga.
4. Konfigurasi: Menggunakan konfigurasi duduk longitudinal dengan pertimbangan jarak tempuh perjalanan singkat dan jumlah penumpang yang tidak sampai terlalu membeludak. Konfigurasi transversal ini bertujuan untuk membuat impresi duduk yang tidak menghadap orang yang sedang berdiri didepannya.
5. Pintu: Menggunakan 1 buah pintu *double leaf door* pada tiap sisi kiri bus. Tipe *double leaf door* dipilih karena memiliki level aksesibilitas tinggi (arus bolak-balik), intensitas sirkulasi padat. Sedangkan pemilihan mekanisme pintu otomatis menggunakan *paralelogram door plug*.
6. Tempat Duduk: Konsep personal seat yang digunakan pada konfigurasi duduk longitudinal bertujuan untuk memaksimalkan jumlah penumpang serta kemudahan akses. Sedangkan penggunaan kursi yang dapat dilipat (foldable) memberikan fleksibilitas dalam memanfaatkan ruang interior dan kapasitas daya tampung yang optimal sesuai dengan kebutuhan pengguna serta mengakomodasi penumpang difabel.
7. Pencahayaan: Menggunakan tipe pencahayaan publik (*general illumination lamp*) dengan lampu LED sengan jumlah 10 buah untuk kepentingan interior bus.
8. Penghawaan: Menggunakan sistem penghawaan berupa integrated AC dengan daya berkisar dari 8,5-10kW menggunakan saluran berupa pipa turbulen.

B. Spesifikasi Teknis Final Desain

1. Kondisi Umum

- a. lebar jalan : 3500mm – 6000mm
- b. radius putar minimum: 10 meter
- c. panjang lintasan total: 5 kilometer
- d. jumlah halte: 10 unit
- e. jarak antar halte: 500 meter
- f. headway: 5 menit

2. Ukuran/Dimensi Bus

- a. panjang bus : 7600 mm
- b. lebar bus : 2400 mm
- c. tinggi bus : 3200 mm
- d. *wheelbase* : 4000 mm
- e. radius putar minimum : 18 meter
- f. tinggi lantai kabin : 270 mm dari atas tanah
- g. jumlah pintu : 1 buah double leaf door
- h. maksimum pax per bus : 33 orang
 - duduk : 11 orang
 - berdiri : 22 orang
- i. Motor : *Axle drive* 45kW
- j. Baterai : 2 pack 12.8V 138Ah

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis M.R.H mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT dengan segala kuasa, rahmat dan hidayah-Nya, kedua orang tua yang selalu mendoakan dan mendukung dengan penuh kesabaran, Ibu Ellya Zulaikha, ST, M.Sn selaku Ketua Jurusan Desain Produk Industri, Bapak Dr. Agus Windharto, DEAselaku dosen pembimbing, Bapak Andhika Estiyono, ST, Bapak Baroto Tavip Indrojarwo, Ir., M.Si, dan Bapak Arie Kurniawan, ST, M.Ds selaku dosen penguji. Bapak dan ibu dosen Desain Produk Industri ITS, Putu Cindy yang banyak membantu dalam melakukan riset, teman-teman tugas akhir despro yang berjuang bersama serta keluarga tercinta yang mendukung dan membantu menyelesaikan tugas akhir ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Callaghan, Lisa. 2005. Analysis of Electric Drive Technologies For Transit Applications: Battery-Electric, Hybrid-Electric, and Fuel Cells. Virginia: U.S. Department of Transportation.
- [2] Hudkinson, Ron. 2001. Lightweight Electric/Hybrid Vehicle Design. Oxford: Reed Publishing.
- [3] <http://www.minibus-online.co.uk/minibus-world-stock.php#basic-details>.
- [4] <http://www.reephamchallenge.org/projects/transport/2>.
- [5] Lusmedya, Anastasia Ika. 2007. Perencanaan Transportasi Kampus di dalam Lingkungan Kampus ITS Surabaya. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, FTSP, ITS..
- [6] Sihotang, Samuel Ray. 2010. Pemetaan Distribusi Konsentrasi Karbon Dioksida (CO₂) dari Kontribusi Kendaraan Bermotor di Kampus ITS Surabaya. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, ITS.