

PERANCANGAN *INTERIOR CITY BUS HANDLES* PADA TRANS JOGJA MENGUNAKAN METODE *AXIOMATIC DESIGN*

Hari Purnomo^{*}, Fikrihadi Kurnia, Guntur Samodro

^{1,2,3} Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang Km. 14,5, Yogyakarta.

^{*}Email: haripurnomo@uii.ac.id

Abstrak

Alat transportasi mempunyai peranan yang cukup penting dalam kehidupan manusia. Berkembangnya waktu, jumlah bis kota yang ada sekarang dirasa kurang mampu menampung jumlah penumpang yang semakin meningkat. Salah satu masalah yang dihadapi adalah pegangan penumpang pada saat berdiri (*Bus Handle*). Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk memberikan usulan rancangan handle serta lay-out interior bis Trans Jogja. Rancangan ini diharapkan dapat dijadikan masukan dalam merancang handle dan interior bis sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara kepada pengguna Trans Jogja. Metode perancangan handle menggunakan konsep *Axiomatic Design*. Hasil penelitian, diperoleh tiga kebutuhan konsumen yaitu aman dan nyaman, keawetan/tahan lama dan efektif. Hasil uji validasi menunjukkan *p-value* lebih besar dari 0.05 ($p > 0.05$), hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara rencana/rancangan desain bus handle yang diajukan dengan kebutuhan penumpang Trans Jogja.

Kata kunci: *Axiomatic Design, Bis Kota, Handle, Perancangan, Transportasi*

1. PENDAHULUAN

Alat transportasi mempunyai peranan yang cukup penting dalam kehidupan manusia. Fungsi alat transportasi adalah untuk memudahkan pemindahan orang ataupun barang dari satu tempat ke tempat lain. Salah satu alat transportasi umum yang sering digunakan yaitu bis kota. Sebagai alat transportasi umum, bis kota telah menjadi andalan bagi masyarakat di perkotaan. Pertimbangan menggunakan bis kota adalah harga relatif murah dan beberapa jalur telah menjangkau tempat-tempat fasilitas umum yang sering dikunjungi masyarakat. Meningkatnya jumlah penumpang saat ini menjadikan jumlah bis kota kurang mampu dalam menampung jumlah penumpang. Kondisi ini memunculkan permasalahan baru dimana penumpang yang tidak mendapatkan tempat duduk akan memanfaatkan ruang yang ada di dalam bis kota dengan menggunakan *handle* di area bagian tengah bis kota tersebut.

Pada saat bis melaju, kemampuan penumpang dalam menjaga keseimbangan berdiri di kendaraan bergerak bisa menjadi tantangan yang berat. Akselerasi kendaraan menyebabkan pergeseran cepat dan tekanan dari pusat massa tubuh. Dengan demikian, kendaraan ini biasanya akan dilengkapi dengan berbagai pegangan tangan untuk memudahkan menjaga keseimbangan dan mencegah jatuh (Sarraf dkk, 2014). Berdasarkan observasi di lapangan dengan menggunakan kuesioner dan wawancara terhadap pengguna Trans Jogja menunjukkan bahwa hampir seluruh pengguna Trans Jogja dengan posisi postur berdiri mengalami keluhan leher, bahu, siku dan pergelangan tangan. Di Inggris, sekitar 64% kecelakaan terjadi selama insiden non-tabrakan, dan lebih dari setengahnya (51-54%) terjadi saat kendaraan melaju, dan antara 29.7% korban kecelakaan terjadi pada saat penumpang berdiri (Kirk dkk, 2003; Bjornstig dkk, 2005; Halpern dkk, 2005). Berdasarkan permasalahan diatas, perlu dilakukan perbaikan dengan melakukan perancangan *handle* di dalam bis kota. Metode penelitian, memanfaatkan *mapping* proses dan hierarki dari metode *Axiomatic Design*. *Axiomatic Design* merupakan metode yang sudah banyak digunakan oleh peneliti dan mudah digunakan dalam mendeskripsikan rancangan (Suh, 2003). Metode ini juga telah banyak terbukti menyelesaikan banyak permasalahan baik yang diterapkan untuk mencari sebuah keputusan ataupun merancang produk (Herstein & Milnor, 1953; Luce & Weber, 1986; Liu dkk, 2016). *Axiomatic Design* merupakan metode pembuat keputusan yang dalam proses penyelesaiannya didasarkan pada kebutuhan konsumen (Suh, 1998; Lu dkk, 2016). Kebutuhan konsumen yang

diperoleh selanjutnya abstraksi menjadi fungsi-fungsi produk dan dihubungkan dengan parameter dari fungsi tersebut (Suh, 1998; Suh, 2003).

Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan *handles* yang aman dan nyaman bagi pengguna alat transportasi umum khususnya pengguna Trans Jogja dan juga untuk mengurangi tingkat kecelakaan di dalam alat transportasi umum khususnya untuk penumpang berdiri. Harapan kedepan dapat menjadi pertimbangan dari manajemen pengelola Trans Jogja dalam menyediakan fasilitas yang sesuai.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Sampel

Tujuan penelitian ini untuk memberikan usulan rancangan *handles* serta *lay-out interior* bis Trans Jogja sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara dengan pengguna Trans Jogja. Data terkait tentang kebutuhan dan keluhan yang dihadapi dalam menggunakan Trans Jogja untuk fasilitas *handles* serta *layout* tempat duduk atau berdiri penumpang. Data yang diperoleh, dijadikan sebagai acuan dalam merancang usulan produk. Jumlah sampel yang digunakan untuk mewakili populasi pengguna Trans Jogja adalah sebanyak 100 sampel responden. Untuk menjamin kesesuaian pengambilan data, kriteria responden adalah: 1) penumpang dengan rentang usia 17-56 tahun; (2) dalam kondisi tidak cacat fisik; (3) tinggi badan minimal 155 cm; (4) mampu menjangkau *handles* Trans Jogja.

2.2 Prosedur Penelitian

a. Tahap persiapan

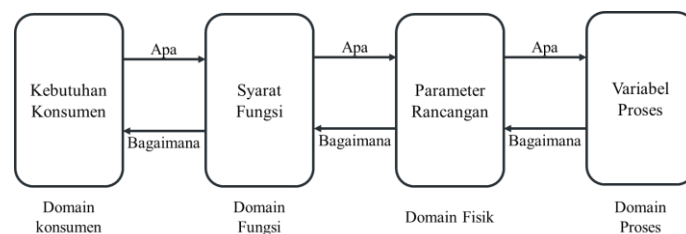
Proses penelitian meliputi banyak perhitungan dan analisis yang kesesuaian untuk menjamin hasil penelitian sesuai dengan tujuan penelitian yang dilakukan. Sebagai langkah persiapan mendokumentasikan pertanyaan-pertanyaan yang dibutuhkan untuk dapat dijawab responden. Persiapan lain adalah membuat jadwal penelitian serta bis Trans Jogja yang akan dilakukan sebagai objek penelitian.

b. Tahap pengumpulan data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data dengan wawancara dan penyebaran kuesioner kepada responden. Wawancara dilakukan jika ada beberapa hal yang tidak tercantum pada kuesioner untuk melengkapi data yang dimiliki. Proses pengumpulan data dilakukan selama satu bulan. Sebelum dilakukan penyebaran kuesioner dilakukan *survey* lapangan dan pencarian data-data empiris. Jenis kuesioner yang digunakan adalah kuesioner terbuka yang memberikan kebebasan bagi responden dalam mengisi berbagai keinginan dan harapan terhadap produk yang akan dirancang. Pengisian kuesioner dibatasi hanya 5-8 menit untuk mengefisienkan waktu proses pengambilan data.

c. Tahap perancangan dengan *Axiomatic Design*

Axiomatic design menjadikan konsumen sebagai dasar pengambilan keputusan ataupun perancangan (Lu dkk, 2016). Proses perancangan menggunakan *Axiomatic Design* dilakukan dengan cara menerjemahkan kebutuhan konsumen menjadi abstraksi-abstraksi fungsi rancangan dan dihubungkan dengan parameter rancangan (Lo & Helander, 2007).



Gambar 1. Domain *Axiomatic Design*

Penelitian ini berfokus pada *mapping* proses *Axiomatic Design* dari empat domain yaitu: domain konsumen berisi kumpulan kriteria kebutuhan konsumen (CN) yang diperoleh dari hasil pengumpulan data; domain fungsi berisi abstraksi kebutuhan konsumen yang dibentuk kedalam syarat-syarat fungsi (FR); domain fisik berisi parameter rancangan (DP) dari fungsi-fungsi (FR) yang

terbentuk dan saling berhubungan; dan domain proses berisi proses-proses dibentuknya DP (PV) (Suh, 1998; Suh, 2003).

Pada penelitian ini, konsep *Axiomatic Design* digunakan sebagai metode analitik untuk memperoleh dan menjelaskan spesifikasi dasar pada desain *handles* bis melalui proses pemetaan domain. Spesifikasi tersebut dapat diperoleh dengan analisis hubungan antara FR dan DP (Suh, 2003).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Masalah

Pendefinisian masalah mempunyai tujuan untuk mengetahui perbaikan yang diperlukan dan dibutuhkan pada suatu produk. Pemilihan solusi ataupun metode didasarkan pada kemampuan perancang dalam mendeskripsikan kebutuhan dan keinginan konsumen pada rancangan produk yang dibuat. Pencarian data dilakukan dengan cara wawancara dan kuesioner terbuka secara *random* terhadap 100 responden pengguna Trans Jogja. Berikut tampilan kondisi *handles* bis yang terdapat pada Trans Jogja (Gambar 2).

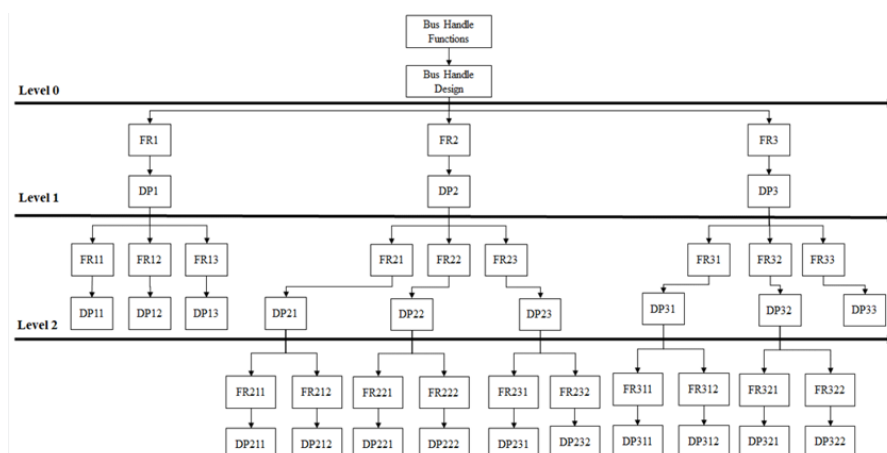


Gambar 2. *Handle* Bis Trans Jogja saat Ini

Berdasarkan wawancara dan penyebaran kuesioner terdapat tiga permasalahan utama yaitu: Permasalahan pertama adalah terjadinya ketidakamanan dan ketidaknyamanan yang berakibat pada keluhan terutama pada bagian telapak tangan hingga bahu tubuh; permasalahan kedua adalah keandalan *handles* yang mudah rusak dan kurang mampu menopang beban; permasalahan terakhir adalah *handles* yang tidak fleksibel, kaku, dan tidak dapat disesuaikan dengan kebutuhan konsumen. Permasalahan-permasalahan tersebut selanjutnya dijadikan sebagai perancangan *Axiomatic Design*, dengan menerapkannya kedalam domain konsumen (CN).

3.2 Konsep Berbasis *Axiomatic Design*

Axiomatic design menggambarkan tentang desain proses sebagai pemetaan tentang apa dan bagaimana domain desain itu sendiri (Thompson, 2014). Konsep desain *handles* bis berdasarkan kebutuhan konsumen, dengan hasil spesifikasi rancangan dapat dilihat pada pola hierarki rancangan *handles* bis ditunjukkan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Pola hierarki rancangan

- a. Kriteria aman dan nyaman pada sebuah produk harus sesuai antara dimensi produk dengan antropometri pengguna. Tabel 1 menunjukkan perbandingan FR dan DP untuk kriteria aman dan nyaman.

Tabel 1. Konsep Desain Berdasarkan Pada Kriteria Aman Dan Nyaman

FR	Syarat Fungsi	Kebutuhan: Aman & Nyaman			
		DP	Paramter Rancangan	PV	Proses Variabel
FR1	Meminimalkan cedera	DP1	Desain <i>Bus Handle</i>	PV1	
FR11	Kesesuaian panjang genggam <i>handles</i>	DP11	Ukuran dari antropometri Lebar tangan metacarpal (Persentile 95th)	PV11	Ukuran= 90,9 mm
FR12	Keseuaian lebar genggam <i>Handles</i>	DP12	Ukuran dari antropometri Diameter genggam minimal (Persentile 95th)	PV12	Ukuran= 35,0 mm
FR13	Kesesuaian jarak antar <i>Handles</i>	DP13	Ukuran dari antropometri Lebar bahu bagian atas (Persentile 95th)	PV13	Ukuran= 472,7 mm

Dimensi FR 1 dan DP 1 terkait dengan aman dan nyaman dalam penggunaan produk ditentukan berdasarkan kebutuhan pengguna dan kesesuaian dengan fungsi yang diperlukan. Pengukuran antropometri untuk FR 11, FR 12 dan FR 13 menggunakan persentil ke-95 dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan pengguna dalam ukuran yang terbesar. Ukuran DP 11 dengan panjang 90,9 mm, DP 12 dengan panjang 35,0 mm dan untuk DP 13 dengan panjang 472,7 mm.

- b. Kriteria keawetan atau tahan lama digunakan untuk menilai kualitas produk. Tabel 2 menyajikan konsep desain dari *handles* bis yang awet atau tahan lama.

Tabel 2. Konsep rancangan berdasarkan kriteria keawetan atau tahan lama

FR	Syarat Fungsi	Kebutuhan: Keawetan / Tahan Lama			
		DP	Paramter Rancangan	PV	Proses Variabel
FR2	Menampilkan performa yang handal	DP2	Desain dan material <i>handles</i> yang kuat	PV2	
FR21	Kehandalan penyangga <i>handles</i>	DP21	Desain dan material penyangga	PV21	Gambar 3
FR211	Material penyangga	DP211	Material penyangga kuat dan kokoh dalam menahan beban	PV211	Mampu menahan beban sampai dengan 250 kg
FR212	Penyangga kuat terhadap tekanan	DP212	Mampu menahan beban dalam jumlah besar	PV212	Mampu menahan beban sampai dengan 250 kg
FR22	Kehandalan genggam <i>handle</i>	DP22	Desain dan material genggam	PV22	Gambar 3
FR221	Material genggam	DP221	Pemilihan jenis material <i>handles</i>	PV221	Komposit karet Ethylene Propylene Diene Monomer (EPDM) dan busa Poly Urethane (PU)*
FR222	Genggam kuat terhadap tekanan	DP222	Kokoh dan kuat	PV222	Genggam dengan <i>digital human-hand model</i> **
FR23	Kehandalan tiang penyangga	DP23	Desain dan material tiang penyangga	PV23	Gambar 3
FR231	Kuat menahan beban	DP231	Dimensi tiang penyangga dengan diameter genggam (Persentile 95 th)	PV231	Ukuran = 54,4 mm
FR232	Tidak mudah karatan	DP232	Pelapisan material penyangga dengan cat	PV232	Cat anti karat

Keterangan: * Harih & Dolsak (2014); ** Harih & Dolsak (2013)

Rancangan *handles* bis ini diperkuat dengan penelitian Dianat dkk (2015) yang menyatakan adanya pengaruh *handles* pada usaha mengendalikan benda dan fungsinya. Terkait dengan dengan usulan material genggam (FR 221) didukung oleh penelitian Harih & Dolsak (2014) yang memodelkan jari manusia dalam penggunaannya pada baja-karet EPDM (*Ethylene Propylene Diene Monomer*) sebagai material alat genggam homogen dibandingkan dengan dua bahan komposit lainnya yang terdiri dari karet EPDM-busa dan karet EPDM-busa PU (*Poly Urethane*). Hasil penelitian dinyatakan bahwa dua bahan komposit yang ada yaitu karet EPDM-busa EPDM, dan karet EPDM-busa PU lebih baik dibandingkan dengan penggunaan baja-karet EPDM. Usulan genggam *handles* dengan konsep *digital human-hand model* (FR 222) diperkuat oleh penelitian

Harih & Dolsak (2013) yang membandingkan *digital human-hand model* dengan *handles* berbentuk silinder. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *digital human-hand model* memberikan tingkat kenyamanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *handles* berbentuk silinder. Untuk DP 23 yaitu desain dan material tiang penyangga, Pada DP 231 untuk ukuran dimensi tiang penyangga akan menggunakan diameter gengaman maksimal dengan menggunakan persentil ke 95 dengan ukuran yaitu 54,4 mm dan untuk membuat tiang penyangga tidak mudah karatan maka material penyangga akan dilapisi dengan cat anti karat (DP 232).

c. Kriteria efektif dilakukan dengan menambah perangkat tambahan yang berfungsi sesuai penggunaan untuk mengurangi potensi terjadinya risiko cedera pada penggunaannya.

Tabel 3. Konsep rancangan berdasarkan pada kriteria efektif

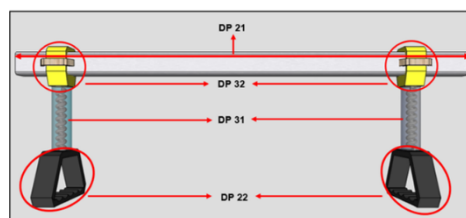
FR	Syarat Fungsi	NEED: EFEKTIF			
		DP	Paramter Rancangan	PV	Proses Variabel
FR3	Fungsi dapat diatur	DP3	Desain untuk pengaturan fungsi	PV3	
FR31	Efektif menahan benturan	DP31	Penambahan spring pada tangkai <i>handles</i>	PV31	Gambar 3
FR311	Fleksibel saat digerakkan	DP311	Flexible rotation with adjustment	PV311	Gambar 3
FR312	Mencegah cedera pada pergelangan tangan	DP312	Pola gengaman <i>handles</i>	PV312	Gambar 3
FR32	Menyesuaikan dengan tinggi pengguna	DP32	Penambahan komponen pengatur ketinggian	PV32	Gambar 3
FR321	Penyangga lebih lentur terhadap tekanan	DP321	Toleransi lenturan/batas regang	PV321	Batas regang 0,2 %
FR322	Pergerakan penyangga terbatas	DP322	Penambahan pembatas gerakan penyangga	PV322	Ukuran= 50 mm
FR33	Memudahkan gerakan <i>handles</i>	DP33	Pola semi-kotak pada tiang <i>handles</i>	PV33	Gambar 3

Konsep rancangan berdasarkan kriteria efektif seperti pada Tabel 3. DP 3 berkaitan pada pengaturan fungsi, kemudian diabstraksi menjadi: DP 31 yaitu penambahan spring pada tangkai *handle* dan secara berturut-turut DP 311 dan DP 312 masing-masing yaitu *flexible rotation with adjustment* dan pola gengaman tangan; Pada DP 32 untuk penambahan komponen pengatur ketinggian terdapat DP 321 dan DP 322, dimana masing-masing desain parameter berturut-turut adalah toleransi lenturan atau batas regang sebesar 0,2 % dan penambahan pembatas gerakan penyangga dengan ukuran sebesar 50 mm. Batas regang adalah batas regang (tegangan) yang diperlukan, untuk menghasilkan perpanjangan tetap 0,2 % dari panjang ukur. DP 33 terkait dengan pola semi-kotak pada tiang *handles*.

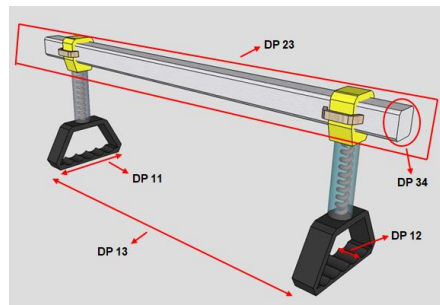
3.3 Rancangan Usulan

Rancangan *handles* bis didasarkan pada analisis menggunakan metode Axiomatic Design diperoleh hasil rancangan sebagai berikut:

a. Detail rancangan dan dimensi *handles*



Gambar 4. Detail rancangan dan dimensi *handles* bis 2D



Gambar 5. Detail rancangan dan dimensi *handles* bis 3D

b. Tampilan *handles* bis dalam interior bis Trans Jogja



Gambar 6. Tampilan *handles* bis dalam interior Bus

Tabel 4 dijelaskan perbedaan kondisi produk saat ini dengan rancangan produk baru yang dikembangkan.

Tabel 4. Perbedaan kondisi produk saat ini dengan rancangan produk baru

No	Produk Saat Ini	Kekurangan	Perbaikan
1	Posisi <i>handles</i> bis terlalu tinggi	Bagian bahu terasa cepat pegal (<i>fatigue</i>)	Ketinggian <i>handles</i> bis dapat diatur (dapat disesuaikan dengan postur tubuh orang Indonesia)
2	<i>Handle</i> bis tidak fleksibel/ <i>fix handles</i>	Tidak bisa dinaik turunkan dan tidak bisa memutar	<i>Handles</i> dibuat fleksibel (Dapat dinaik turunkan sesuai kebutuhan dan gerakan perputaran handle disesuaikan dengan kemampuan pergelangan tangan bergerak)
3	Tangan terasa lelah, pegal dan kesemutan karena pegangan keras dan licin	Pegangan terasa tidak nyaman	<i>Handles</i> bis dibuat lebih nyaman (Terkait material dan desain handle)
4	Badan ikut terhempas apabila supir melakukan pengereman mendadak Pergelangan tangan yang menjadi tumpuan badan rentan mengalami cedera	Potensi cedera di daerah pergelangan tangan	Penambahan komponen (spring) pada bagian tangkai <i>handles</i>
5	Lama berdiri dan pada saat bis melakukan pengereman mendadak membuat bagian betis mengalami gejala pegal	Potensi cedera di daerah betis	Perubahan dan pengaturan jarak antara <i>handles</i> satu dengan yang lain sehingga memungkinkan pengguna Trans Jogja mempunyai ruang yang lega pada saat posisi berdiri

3.4 Validasi Rancangan Usulan

Uji *Marginal Homogeneity* dilakukan untuk mengidentifikasi kesesuaian rancangan parameter yang diusulkan dengan keinginan pengguna. Pengujian ini membandingkan *handles* bis yang diusulkan dengan tiga kebutuhan konsumen yaitu aman dan nyaman, awet / tahan lama, dan efektif dengan keinginan pengguna. Hipotesis yang digunakan dalam uji adalah:

- H_0 : Tidak ada perbedaan yang signifikan antara keinginan penumpang dengan rancangan *handles* bis
 H_1 : Ada perbedaan yang signifikan antara keinginan penumpang dengan rancangan *handles* bis

Dengan tingkat signifikansi 5%, diperoleh hasil seperti pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Hasil Uji Marginal Homogeneity

No	Kebutuhan	Sig.	H_0
1	Aman dan nyaman	0.411	H_0 , Accepted
2	Awet dan tahan lama	0.138	H_0 , Accepted
3	Efektif	0.298	H_0 , Accepted

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa *p-value* lebih besar dari 0.05 ($p > 0.05$). Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara rancangan desain *handles* bis yang diajukan dengan kebutuhan penumpang Trans Jogja.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menggunakan metode AD yang digunakan untuk merancang produk dengan memperhatikan kebutuhan konsumen. Kebutuhan konsumen dikonversikan menjadi rancangan produk yang dalam hal ini adalah *handles* bis pada Trans Jogja. Hasil penelitian terdapat tiga kriteria utama yang menjadi faktor penting dalam pengkonversian kebutuhan konsumen menjadi rancangan Kriteria produk *handle* bis yaitu aman dan nyaman, keawetan atau tahan lama dan efektif. Berdasarkan hasil uji *marginal homogeneity* dapat disimpulkan bahwa tiga kriteria utama yang diusulkan sesuai dengan harapan pengguna. Hal ini ditunjukkan dengan nilai *p-value* lebih besar dari 0.05 ($p > 0.05$) yang berarti tidak ada perbedaan antara rancangan desain *handles* bis yang diajukan dengan kebutuhan penumpang Trans Jogja.

DAFTAR PUSTAKA

- Bjornstig, U.L., Albertsson, P., Bjornstig, J., Bylund, P.O., Falkmer, T., Petzall, J., 2005, "Injury events among bus and coach occupants: non-crash injuries as important as crash injuries", *International Association Traffic Safety Science Research (IATSS Research)*, Vol. 29, hh. 79-87.
- Dianat, I., Nedaei, M., Nezami, M.A.M., 2015, "The effects of tool handle shape on hand performance, usability and discomfort using masons' trowels", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 45, hh. 13-20.
- Halpern, P., Siebzehner, M., Aladgem, D., Sorkine, P., Bechar, R., 2005, "Non-collision injuries in public buses: a national survey of a neglected problem", *Emergency Medicine Journal*, Vol. 22, hh. 108-110.
- Harih, G., Dolsak, B., 2013, "Tool-handle design based on a digital human hand model", *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 43, hh. 288-295.
- Harih, G., Dolsak, B., 2014, "Recommendations for tool-handle material choice based on finite element analysis", *Applied Ergonomics*, Vol. 45, hh. 577-585.
- Herstein, I.N., Milnor, J., 1953, "An Axiomatic Approach to Measurable Utility", *Econometrica*, Vol. 21, No. 2, hh. 291-297.
- Kirk, A., Grant, R., Bird, R., 2003, Passenger casualties in non-collision incidents on buses and coaches in Great Britain, *In: Proceedings of the 18th international technical conference on the enhanced safety of vehicles*.

- Liu, J., Chen, B., Xie, Y., 2016, “An improved axiomatic design approach in distributed resource environment, part 1: Toward Functional Requirements to Design Parameters transformation”, *The 10th ICAD 2016: Procedia CIRP 53 (2016)*, hh. 35-43.
- Lu, R., Feng, Y., Zheng, H., Tan, J., 2016, “A product design based on interaction design and axiomatic design theory”, *10th International Conference on Axiomatic Design ICAD 2016 - Procedia CIRP*, Vol. 53, hh. 125-129.
- Luce, R.D., Weber, E.U., 1986, “An Axiomatic Theory of Conjoint, Expected Risk”, *Journal of Mathematical Psychology (1986)*, vol. 30, No. 2, hh. 188-205.
- Lo, S., & Helander, M. G. (2007), “Use of axiomatic design principles for analysing the complexity of human-machine systems”, *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, Vol. 8, No. 2, hh.147-169.
- Purnomo, H, 2014, Pengukuran antropometri tangan usia 18 sampai 22 tahun Kabupaten Sleman Yogyakarta. *Seminar Nasional IENACO – 2014: ISSN : 2337-4349*.
- Sarraf, T.A., Marigold, D.S., Robinovitch, S.N., 2014, “Maintaining standing balance by handrail grasping”, *Gait & Posture*, Vol. 39, hh. 258-264.
- Suh, N.P., 1998, “Axiomatic Design Theory for Systems”, *Research in Engineering Design (1998)*, Vol. 10, hh. 189-209.
- Suh, N.P., 2003, *A Theory of Complexity and Applications*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA.
- Thompson, M.K, 2014, Where is the “why” in axiomatic design?, *Proceedings of ICAD 2014 The Eighth International Conference on Axiomatic Design Campus de Caparica*, Portugal, September 24.