

## RANCANGAN *HOUSE OF ERGONOMIC* INTERIOR TOILET GERBONG KERETA PENUMPANG KELAS EKONOMI MENGGUNAKAN METODE *ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT*

<sup>1</sup>Gita Permata Liansari, <sup>2</sup>Asterina Febrianti, <sup>3</sup>Putra Adi Tama Gt.

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional

<sup>1</sup>Email: [gitapermata11@gmail.com](mailto:gitapermata11@gmail.com), [febrianti.asterina@gmail.com](mailto:febrianti.asterina@gmail.com), [putra.aditama96@gmail.com](mailto:putra.aditama96@gmail.com)

### Abstract

*Today, trains being the most popular transportation mode. A lot of people choosing this transportation to hold for far destinations. Customer satisfaction is the important thing for all of industries, such as PT KAI. The completeness and renewal of facility in trains being one of factor for achieving that. Toilet is one of the most important support facilities on passengers train cars and indeed many complaints from passengers about it. Toilets located in passenger train cars have drawbacks, especially on the use of available space, material used, and cleanliness of the toilet. In this research doing design of HOE for toilet interior using Ergonomic Function Deployment (EFD) method.*

**Keywords:** *ergonomic function deployment, Lavatory, house of ergonomic, Train.*

### PENDAHULUAN

Kereta api adalah salah satu moda transportasi yang menjadi pilihan para calon penumpang untuk melakukan perjalanan jarak jauh karena harga tiketnya yang masih dapat dikatakan terjangkau. Untuk setiap jenis kereta dengan masing-masing perjalanannya terdapat 3 kelas yang ditawarkan, yaitu: bisnis, ekonomi, dan eksekutif. Dimana untuk ketiga jenis kelas ini semuanya bertujuan untuk memberikan kenyamanan bagi para penumpang, karena pada umumnya penumpang akan menempuh jarak perjalanan yang jauh, dengan jarak minimal adalah 166 km untuk perjalanan dari stasiun Bandung ke stasiun Gambir D.K.I Jakarta ([www.stasiunbandung.com](http://www.stasiunbandung.com), 2017).

Secara umum, di perusahaan manapun baik produk maupun jasa, selalu mengupayakan untuk pencapaian kepuasan konsumen. Sama halnya pada PT. KAI, dimana pencapaian kepuasan penumpang dalam gerbong kereta api merupakan hal proritas utama yang menjadi pertimbangan perusahaan. Salah satu faktor yang mempengaruhi kepuasan penumpang kereta api adalah kelengkapan dan kondisi pembaharuan dari fasilitas yang tersedia di setiap gerbong karena pada beberapa gerbong kereta api kelas ekonomi, fasilitas-fasilitas didalam gerbongnya bukan dalam kondisi yang baru, melainkan barang bekas (second hand) dari gerbong kereta api yang digunakan di Luar Negeri.

Beberapa fasilitas didalam gerbong kereta api, diantaranya: kursi, meja lipat, sandaran kaki, toilet, AC, headrack, stop kontak, LCD TV, bantal, selimut, dll. Fasilitas-fasilitas tersebut tentu akan memungkinkan untuk menimbulkan ketidakpuasan atau ketidaknyaman penumpang jika disediakan dalam kondisi rusak (tidak layak pakai), kurang bersih, tidak lengkap, atau tidak sesuai kebutuhan penumpang. Salah satu fasilitas yang dianggap penting dan paling sering menimbulkan keluhan bagi penumpang adalah toilet didalam gerbong kereta api. Keluhan-keluhan tersebut diantaranya: posisi handle toilet terlalu jauh, lantai licin, sirkulasi udara didalam toilet tidak baik, dll.. Padahal menurut Ignasius Jonan selaku Dirut PT. KAI periode tahun 2009-2014 menjelaskan bahwa toilet adalah prioritas perbaikan dalam pelayanan KAI (Kompas, 2013).

Oleh sebab itu, dalam penelitian ini akan dilakukan perancangan HOE sebagai tahapan awal dalam perancangan lanjutan untuk berbagai interior toilet didalam gerbong kereta api kelas ekonomi. Interior

toilet yang akan dirancang HOE dalam penelitian ini diantaranya: kloset, wastafel, tempat sabun, lampu, jendela, dan cermin. Perancangan HOE dalam penelitian ini menggunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD) karena perlu mempertimbangkan aspek manusia dalam proses perancangan interior toilet. Perancangan HOE tersebut bertujuan sebagai langkah awal dalam proses perancangan interior yang sesuai dengan kebutuhan penumpang sehingga upaya perusahaan untuk meningkatkan kepuasan dan kenyamanan penumpang dapat dipenuhi.

## KAJIAN TEORI

### Definisi Ergonomi

Ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman dan nyaman (Sutalaksana, 1997). Ergonomi juga dapat diartikan sebagai suatu ilmu yang menerapkan teknologi serta metode-metode untuk menyesuaikan dan menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan dalam beraktifitas dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik, serta merupakan ilmu yang mempelajari tentang manusia dalam upaya untuk meningkatkan kenyamanan pada lingkungan kerja yang dialami (Nurmianto, 1991).

Faktor ENASE dalam ergonomi.

Terdapat beberapa faktor dalam ergonomi, yaitu Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien (Suyatno, 1985). Penjelasan mengenai faktor tersebut diuraikan di bawah ini.

- a. Efektif  
Efektif adalah terwujudnya sasaran atau target yang telah ditentukan dan segala sesuatu yang dianggap berhasil pada pencapaian yang diinginkan. Efektif juga merupakan suatu tingkatan atas pencapaian suatu tujuan yang akan diselesaikan dari beberapa kuantitas dan kualitas hasil kerja yang telah ditetapkan sebelumnya.
- b. Nyaman  
Nyaman adalah kondisi dimana seseorang tidak merasakan kecemasan untuk memberikan tingkat kinerja yang stabil.
- c. Aman  
Aman adalah suatu kondisi dimana seseorang tidak mengalami resiko dari kegiatan yang dilakukan.
- d. Sehat  
Sehat adalah suatu kondisi dimana hal-hal yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan dapat dihilangkan baik dari segi lingkungan kerja maupun peralatan yang digunakan dalam pekerjaan yang dilakukan.
- e. Efisien  
Efisien merupakan pencapaian sasaran dengan biaya, upaya, dan waktu yang rendah dengan meminimalisir pemborosan sumber daya dalam menghasilkan atau melakukan sesuatu. antropometri

Antropometri merupakan suatu kumpulan data numerik yang berhubungan dengan dimensi tubuh manusia seperti ukuran, bentuk dan kekuatan untuk penanganan masalah desain (Nurmianto, 1996).

Terdapat dua cara pengukuran data antropometri, diantaranya (Ginting, 2010):

1. Antropometri statis  
Antropometri statis berkaitan dengan pengukuran keadaan dan ciri-ciri fisik manusia dalam keadaan diam atau dalam keadaan dibakukan. Data antropometri statis dapat berupa dimensi skeletal (dimensi titik pusat persendian, seperti antara siku dan pergelangan tangan), dimensi kontur tubuh (dimensi permukaan kulit, seperti keliling lingkaran kepala).
  2. Antropometri dinamis  
Pengukuran tubuh ini dilakukan dengan memperhatikan gerakan-gerakan yang mungkin terjadi saat pekerja melaksanakan kegiatannya. Dimensi tubuh yang sedang bergerak bukan penjumlahan dari data antropometri statis bagian tubuh yang terlibat.
- Perancangan dan Pengembangan Produk

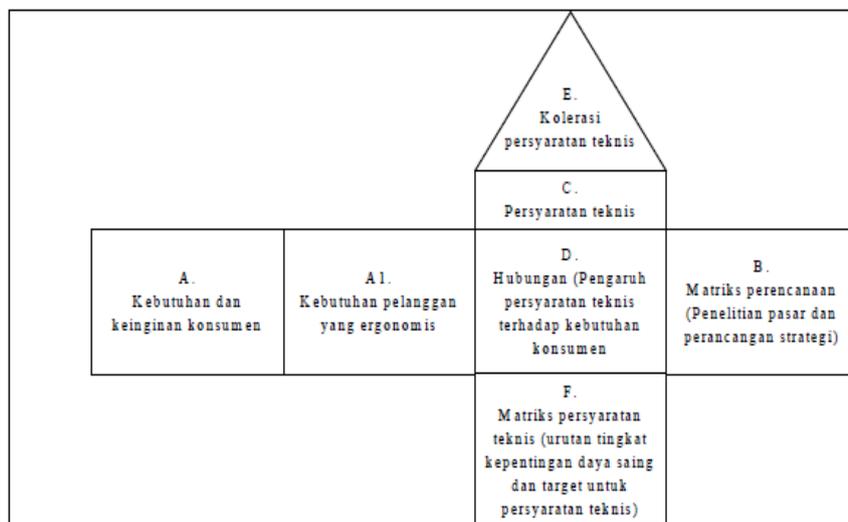
Perancangan dan pengembangan produk dapat dilakukan dengan mencakup proses-proses berikut (Ulrich dan Eppinger, 2001):

- a. Perencanaan produk  
Yaitu dengan mempertimbangkan peluang yang didapat atas pengembangan produk. Identifikasi peluang tersebut mencakup dari bagian pemasaran, penelitian, pelanggan, tim pengembangan produk, dan analisis keunggulan para pesaing.
- b. Identifikasi kebutuhan pelanggan  
Suatu proses untuk meyakinkan bahwa produk telah difokuskan terhadap kebutuhan pelanggan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan mengumpulkan data mentah dari pelanggan lalu menginterpretasikan data tersebut menjadi kebutuhan pelanggan.
- c. Penentuan spesifikasi produk  
Yaitu proses menjelaskan hal-hal yang harus dilakukan suatu produk untuk menerjemahkan variabel-variabel desain produk. Hal tersebut dilakukan dengan menyiapkan daftar metrik produk dan menetapkan nilai target ideal yang diterima untuk setiap metrik lalu dilanjutkan dengan merefleksikan hasil dan proses yang diperoleh.
- d. Penyusunan konsep produk  
Menentukan gambaran dari teknologi yang diterapkan oleh produk, prinsip kerja produk, dan bentuk dari produk untuk menjelaskan tingkat dimana suatu produk dapat memuaskan pelanggan dan dapat sukses dipasarkan tergantung kepada besarnya kualitas yang mendasari konsep.
- e. Seleksi konsep  
Proses dimana dilakukannya penilaian konsep dengan mempertimbangkan kebutuhan pelanggan dan kriteria lainnya. Konsep yang sudah dibentuk dibandingkan kekuatan dan kelemahan dengan konsep lainnya untuk pengembangan lebih lanjut. Penyeleksian konsep menggunakan referensi yang berbeda untuk setiap kriteria seleksi.
- f. Pengujian konsep  
Yaitu suatu proses untuk meyakinkan bahwa kebutuhan pelanggan telah terpenuhi oleh konsep produk. Pengujian dilakukan dengan mengumpulkan informasi dari pelanggan untuk perbaikan konsep produk.
- g. Perancangan arsitektur produk  
Yaitu pembuatan skema dari elemen-elemen fungsional dari produk yang disusun menjadi beberapa kumpulan komponen yang berbentuk fisik. Arsitektur produk diterapkan pada fase pengembangan konsep dan perancangan tingkatan dari sistem produk.
- h. Desain industri  
Merancang aspek-aspek dari suatu produk yang berhubungan dengan pemakai estetika dan ergonomi. Hal tersebut menjamin adanya krisis estetika dan keterlibatan desainer industri sehingga kebutuhan pelanggan dapat terpenuhi.

- i. Desain untuk proses manufaktur  
Membantu dalam mengurangi biaya manufaktur yang dimulai dari tahap pengembangan konsep hingga pengambilan keputusan yang mempengaruhi nilai waktu perancangan pengembangan produk.
- j. Pembuatan prototipe  
Sebagai gambaran nyata dari bentuk produk yang dirancang untuk pembelajaran, komunikasi, dan pengembangan produk yang dibuat.
- k. Analisis ekonomis  
Sebagai alat untuk mempertimbangkan berbagai dasar kasus keuangan dan pengaruh faktor-faktor kualitatif dalam kesuksesan pengembangan produk.
- l. Ergonomic Function Deployment  
EFD merupakan metode pengembangan QFD dimana dalam perancangan produk selain memperhatikan kebutuhan dan keinginan konsumen, diperhatikan pula aspek ergonomi produk saat digunakan.

Hubungan antara kebutuhan konsumen dengan aspek-aspek ergonomi tersebut ditampilkan dalam matriks HOE yang mempertimbangkan aspek ergonomi pada Gambar 1. Berikut penjelasan bagian pada HOE untuk metode Ergonomic Function Deployment.

- a. Bagian A  
Berisi sejumlah kebutuhan dan keinginan pelanggan, penentuan keinginan konsumen inilah yang biasanya ditentukan berdasarkan penelitian pasar kualitatif.
- b. Bagian A1  
Merupakan terjemahan kebutuhan konsumen yang termasuk dalam aspek ergonomi. Penerjemahan ini harus dilakukan secara tepat agar dapat memudahkan tim perancang menentukan karakteristik aspek teknisnya.



Gambar 1. Matriks HOE

- c. Bagian B  
Pada bagian B ini terdapat 3 informasi, yaitu: Tingkat kepentingan, kebutuhan dan keinginan konsumen, Data tingkat kepuasan konsumen terhadap produk yang dihasilkan oleh perusahaan dan pesaing. Dan Tujuan strategis untuk produk atau jasa baru akan dikembangkan.

d. Bagian C

Berisi tentang karakteristik teknis ini biasanya yang mendepriskan produk yang dirancang. Karakter teknis ini biasanya merupakan penterjemah dari kebutuhan/keinginan pelanggan. Untuk setiap karakteristik teknis ini ditentukan satuan pengukuran, direction of goodness dan target yang harus dicapai. Sedangkan *direction of goodness* dibagi menjadi tiga:

1. The more better (MTB) atau semakin besar semakin baik, target maksimalnya adalah tidak terbatas.
2. The less the better (LTB) atau semakin kecil semakin baik, target maksimalnya adalah nol.
3. The is the best (TB) atau nilai optimal, target maksimalnya adalah sedekat mungkin dengan suatu nilai nominal tidak terdapat variasi sekitar nilai tersebut.

e. Bagian D

Berisi penilaian manajemen mengenai kekuatan hubungan antara elemen-elemen yang terdapat pada bagian persyaratan teknis (matriks C) terhadap kebutuhan konsumen (matriks A) yang dipengaruhinya. Kekuatan hubungan ditunjukkan dengan menggunakan simbol tertentu.

f. Bagian E

Bagian kelima dari HOE adalah Technical correlation, matriks yang bentuknya menyerupai atap (roof). Matriks ini menunjukkan hubungan antara atribut yang satu dengan yang lain. Kekuatan hubungan dapat dilihat pada Tabel 1.

g. Bagian F

Bagian paling bawah dari HOE ini menunjukkan daftar spesifikasi teknik yaitu akan memuaskan kebutuhan konsumen. Matriks ini berisi tiga jenis data, yaitu:

1. Technical Response Priorities, urutan tingkat kepentingan (rangking)
2. persyaratan teknik.
3. Competitive Technical Benchmark, informasi hasil perbandingan kinerja
4. persyaratanteknis produk yang dihasilkan dengan perusahaan terhadap kinerja
5. produk pesaing.
6. Target Technical, target kinerja persyaratan teknis untuk produk atau jasa baru
7. yang akan dikembangkan.

Tabel 1. Hubungan antara persyaratan teknis

Simbol	Arti
	Mempunyai pengaruh positif sedang dengan arah dari kiri ke kanan
	Mempunyai pengaruh positif sedang dengan arah dari kanan ke kiri
	Mempunyai pengaruh positif sedang dengan kedua arah (ke kanan dan ke kiri)
	Mempunyai pengaruh negatif sedang dengan arah dari kiri ke kanan
	Mempunyai pengaruh negatif sedang dengan arah dari kanan ke kiri
	Mempunyai pengaruh negatif sedang dengan dua arah (ke kanan dan ke kiri)
	Mempunyai pengaruh positif kuat dengan arah dari kiri ke kanan
	Mempunyai pengaruh positif kuat dengan arah dari kanan ke kiri
	Mempunyai pengaruh positif kuat dengan dua arah (ke kanan dan ke kiri)
	Mempunyai pengaruh negatif kuat dengan arah dari kiri ke kanan
	Mempunyai pengaruh negatif kuat dengan arah dari kanan ke kiri
	Mempunyai pengaruh negatif kuat dengan dua arah (ke kanan dan ke kiri)

## METODE

Langkah-langkah dalam penelitian ini meliputi:

- a. **Studi Lapangan**  
Studi lapangan merupakan tahapan awal dalam penelitian ini. Studi dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung dengan tujuan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi di perusahaan tempat studi kasus dilakukan.
- b. **Perumusan Masalah**  
Langkah selanjutnya setelah studi lapangan adalah perumusan masalah. Pada tahapan ini, hasil temuan permasalahan yang diperoleh pada langkah studi lapangan, kemudian dirumuskan sebagai permasalahan yang akan diselesaikan dalam penelitian ini. Dalam perumusan masalah juga dilakukan penentuan metode yang digunakan dalam penelitian.
- c. **Tujuan Penelitian**  
Langkah selanjutnya setelah perumusan masalah adalah merumuskan tujuan penelitian sesuai dengan permasalahan yang ditemukan pada studi lapangan dan dirumuskan dalam perumusan masalah. Tujuan penelitian
- d. **Studi Literatur**  
Studi literature merupakan tahapan mengumpulkan berbagai referensi yang terkait dengan penelitian ini, seperti: konsep mengenai proses perancangan dan pengembangan produk, perancangan HOE, metode Ergonomic Function Deployment, dll.
- e. **Penentuan Metode Penelitian**  
Dalam penelitian ini metode yang digunakan dalam perancangan HOE adalah metode Ergonomic Function Deployment. Metode ini digunakan karena dalam proses perancangan interior toilet perlu mempertimbangkan aspek-aspek ergonomic, seperti: Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien.
- f. **Identifikasi Atribut Produk**  
Identifikasi atribut produk diturunkan berdasarkan 5 aspek ergonomi ENASE (Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, dan Efisien). Atribut produk ini dapat juga dianggap sebagai kebutuhan konsumen mengenai interior toilet.
- g. **Perancangan Kuesioner Pendahuluan**  
Perancangan Kuesioner pendahuluan dalam penelitian ini meliputi perancangan kuesioner mengenai tingkat kepentingan dan kuesioner mengenai tingkat kepuasan berdasarkan atribut produk yang telah diidentifikasi berdasarkan aspek ENASE. Kuesioner tingkat kepentingan bertujuan untuk mengukur tingkat kepentingan dari setiap atribut produk, sedangkan kuesioner tingkat kepuasan bertujuan untuk mengukur tingkat kepuasan penumpang dari interior toilet yang ada dalam gerbong kereta api kelas ekonomi saat ini.
- h. **Penyebaran Kuesioner Pendahuluan**  
Kuesioner pendahuluan dalam penelitian ini seperti telah dijelaskan pada tahapan perancangan kuesioner pendahuluan bahwa terdapat 2 (dua) jenis kuesioner yang disebarkan kepada responden, yaitu kuesioner tingkat kepentingan dan kuesioner tingkat kepuasan, dimana masing-masing disebarkan sebanyak 30 responden.
- i. **Pengujian Validitas dan Reliabilitas Kuesioner Pendahuluan**  
Pengujian kuesioner pendahuluan yang dilakukan dalam penelitian adalah pengujian validitas dan pengujian reliabilitas. Pengujian validitas bertujuan untuk menguji sejauh mana suatu alat ukur mengukur apa yang diukur (Sugiyono, 2008). Sedangkan pengujian reliabilitas bertujuan untuk mengukur tingkat kepercayaan atas kestabilan dan kekonsistenan alat ukur dalam mengukur suatu konsumen.
- j. **Ujia reliabilitas**  
digunakan untuk menunjukkan sejauh mana hasil pengukuran relatif konsisten apabila pengukuran diulang dua kali atau lebih (Sugiyono, 2008).

## k. Perancangan Kuesioner Penelitian

Kuesioner penelitian ini merupakan kuesioner pendahuluan yang telah lolos uji validitas dan uji reliabilitas, atau dengan kata lain kuesioner penelitian adalah kuesioner pendahuluan yang telah dinyatakan mengukur apa yang hendak diukur (valid) dan relatif menghasilkan jawaban konsisten dari responden jika dilakukan pengukuran diulang sebanyak dua kali atau lebih (reliable).

## l. Penyebaran Kuesioner Penelitian

Kuesioner penelitian yang terdiri dari kuesioner tingkat kepentingan dan kuesioner tingkat kepuasan masing-masing disebar sebanyak 400 responden, dimana jumlah ini diperoleh dari perhitungan jumlah sampel dengan menggunakan rumus Slovin dengan jumlah populasi 14.610.000 orang dan tingkat kesalahan 5%.

## m. Perancangan Matriks HOE

Perancangan matriks HOE meliputi beberapa tahapan, dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan konsumen yang ergonomis (Bagian A1), menyusun matriks perencanaan (Bagian B), mengidentifikasi persyaratan teknis (Bagian C), mengidentifikasi hubungan antara kebutuhan konsumen yang ergonomis dan persyaratan teknis (Bagian D), mengidentifikasi technical response dan hubungan antar persyaratan teknis (Bagian E), dan menyusun matriks persyaratan teknis (Bagian F).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Kebutuhan Konsumen yang Ergonomis

Identifikasi kebutuhan konsumen diturunkan berdasarkan 5 aspek ergonomi ENASE (Suyatno, 1985), seperti ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Identifikasi Kebutuhan Konsumen yang Ergonomis

No	Aspek	Variabel	Atribut Produk ( <i>Customer Needs</i> )
1	Efektif	Efektif pada pengembangan toilet ini yaitu dengan melengkapi interior yang terdapat pada toilet.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interior yang ada didalam toilet lengkap, seperti kloset, selang air, <i>wastafel</i>, kran air.</li> <li>Terdapat Interior pendukung seperti cermin, tempat sabun, tempat tisu.</li> <li>Bentuk atau <i>geometri</i> interior yang digunakan sesuai dengan standar (menggunakan <i>brand</i> yang sudah ada dipasar)</li> </ul>
2	Nyaman	Nyaman pada pengembangan toilet ini yaitu ukuran toilet tidak terlalu sempit dan memperhatikan estetika dari toilet.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensi ruangan toilet tidak terasa sempit</li> <li>Dinding toilet memiliki warna yang menarik.</li> <li>Warna dari interior yang digunakan menarik</li> <li>Warna dari interior yang digunakan menarik tidak kusam.</li> </ul>
3	Aman	Aman yang diterapkan pada pengembangan toilet yaitu lantai toilet yang tidak licin dan cahaya yang ada didalam cukup	<ul style="list-style-type: none"> <li>Terdapat gagang (<i>handle</i>) pada toilet untuk menahan getaran.</li> <li>Lantai pada toilet tidak licin</li> <li>Pencahayaannya pada toilet baik</li> </ul>
4	Sehat	Sehat yang diterapkan pada pengembangan toilet ini yaitu kondisi lingkungan didalam toilet baik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sirkulasi Udara Lancar</li> <li>Saluran air pembuangan baik (air pembuangan tidak menggenang)</li> <li>Kebersihan terjaga (tidak terdapat sampah)</li> </ul>
5	Efisien	Efisien yang diterapkan pada toilet yaitu dengan memposisikan interior yang tepat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menempatkan interior sesuai dengan jangkauan pengguna</li> <li>Menempatkan interior sesuai dengan penggunaan</li> </ul>

### Penyusunan Matriks Perencanaan

Tahapan selanjutnya adalah penyusunan matriks perencanaan. Dalam penyusunan matriks perencanaan dilakukan perhitungan ITC (*Importance to Customer*), CSP (*Customer Satisfaction Performance*), Goal, IR (*Importance Rating*), SP (*Sales Point*), RW (*Raw Weight*), NRW (*Normalized Raw*

Weight) dan penentuan prioritas kebutuhan konsumen. Penyusunan Matriks Perencanaan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penyusunan Matriks Perencanaan

No	Customer Needs	ITC	CSP	Goal	IR	SP	RW	NRW	Prioritas
1	Interior yang ada didalam toilet lengkap	3	2,998	4	1,334	1,5	6,005	0,066	8
2	Terdapat Interior pendukung	3	2,590	4	1,544	1,5	6,950	0,077	5
3	Bentuk atau geometri interior yang digunakan sesuai dengan standar	3	2,643	3	1,135	1,2	4,087	0,045	12
4	Dimensi ruangan toilet tidak terasa sempit	3	2,485	3	1,207	1,5	5,433	0,060	9
5	Dinding toilet memiliki warna yang menarik	3	2,655	3	1,130	1,2	4,068	0,045	13
6	Warna dari interior yang digunakan menarik	3	3,230	3	0,929	1,2	3,344	0,037	15
7	Warna dari interior yang digunakan tidak kusam	3	2,675	3	1,121	1,2	4,037	0,045	14
8	Terdapat gagang (handle) pada toilet untuk menahan getaran	4	2,520	4	1,587	1,5	9,524	0,105	1
9	Lantai pada toilet tidak licin	4	2,758	4	1,451	1,5	8,704	0,096	3
10	Pencahayaannya pada toilet baik	3	2,543	3	1,180	1,2	4,248	0,047	10
11	Sirkulasi udara lancar	4	2,565	3	1,170	1,5	7,018	0,078	4
12	Salurkan air pembuangan baik	3	2,638	3	1,137	1,2	4,095	0,045	11
13	Kebersihan terjaga	4	2,568	4	1,558	1,5	9,348	0,103	2
14	Menempatkan interior sesuai dengan jangkauan pengguna	3	2,630	4	1,521	1,5	6,844	0,076	6
15	Menempatkan interior sesuai dengan penggunaan	3	2,663	4	1,502	1,5	6,761	0,075	7

Identifikasi persyaratan teknis diturunkan berdasarkan atribut produk (customer needs) yang ditampilkan pada Tabel 2 di tahapan identifikasi kebutuhan konsumen yang ergonomis. Persyaratan teknis terdiri dari metrik dan nilai metrik (satuan). Rekapitulasi hasil identifikasi persyaratan teknis dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Persyaratan Teknis

Kode	Persyaratan Teknis	
	Metrik	Nilai Metrik (satuan)
A	Jumlah interior utama yang digunakan	unit
B	Jumlah interior pendukung yang digunakan	unit
C	Dimensi dari interior yang digunakan	mm
D	Bahan interior yang digunakan	list
E	Standar interior yang digunakan (brand)	list
F	Panjang toilet	cm
G	Lebar toilet	cm
H	Tema desain dari toilet	list
I	Warna dinding toilet	list
J	Bahan dinding toilet	list
K	Warna interior yang digunakan	list
L	Jumlah gagang (handle)	unit
M	Posisi gagang (handle)	list
N	Bahan gagang (handle)	list
O	Dimensi gagang (handle)	mm
P	Material lantai yang digunakan	list
Q	Posisi lampu toilet	list
R	Jumlah lampu toilet	unit
S	Jenis lampu toilet	list
T	Jenis sirkulasi yang digunakan	list
U	Posisi sirkulasi udara	list
V	Kemiringan lantai toilet	derajat
W	Posisi lubang air pembuangan	list
X	Jenis tempat sampah yang digunakan	list
Y	Dimensi tempat sampah	mm
Z	Posisi tempat sampah	list
AA	Jangkauan pengguna terhadap interior	Cm
AB	Jenis interior yang berhubungan	list

### Identifikasi Hubungan antara Kebutuhan Konsumen yang Ergonomis dan Persyaratan Teknis

Dalam tahapan ini dilakukan identifikasi hubungan antara kebutuhan konsumen yang ergonomis yang telah ditampilkan pada Tabel 2 dengan persyaratan teknis yang telah ditampilkan pada Tabel 4. Dalam identifikasi hubungan ini, terdapat 4 jenis bobot yang digunakan seperti ditampilkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Bobot Hubungan antara kebutuhan konsumen dan persyaratan teknis

Hubungan	Bobot	Simbol
Tidak Berhubungan	0	(Blank)
Lemah	1	▲
Sedang	3	○
Sangat Kuat	9	●

Pada Tabel 6 ditampilkan hasil identifikasi hubungan antara kebutuhan konsumen dan persyaratan teknisnya.

Tabel 6. Hubungan antara Kebutuhan Konsumen dan Persyaratan Teknis

No	Hubungan	Bobot	Keterangan
1	1-A	9	Kelengkapan interior ditentukan dari jumlah interior yang terdapat pada toilet ( <i>lavatory</i> ).
2	1-B	9	Kelengkapan interior dipengaruhi juga interior pendukung yang terdapat pada toilet ( <i>lavatory</i> ).
3	1-C	9	Kelengkapan interior juga dipengaruhi oleh dimensi interior.
4	1-D	3	Kelengkapan interior tidak begitu dipengaruhi dari bahan interior yang digunakan.
5	1-F	3	Kelengkapan interior tidak terlalu dipengaruhi oleh panjang toilet.
6	1-G	3	Kelengkapan interior tidak terlalu dipengaruhi oleh lebar toilet.
7	1-L	3	Kelengkapan interior tidak terlalu dipengaruhi oleh jumlah gagang ( <i>handle</i> ) yang terdapat pada toilet.
8	1-M	3	Kelengkapan interior tidak terlalu dipengaruhi oleh posisi gagang ( <i>handle</i> ) yang terdapat pada toilet.
9	1-O	3	Kelengkapan interior tidak terlalu dipengaruhi oleh dimensi gagang ( <i>handle</i> ) yang terdapat pada toilet.
10	1-Y	9	Kelengkapan interior ditentukan juga dari dimensi tempat sampah yang tersedia pada toilet.
11	1-Z	1	Kelengkapan toilet tidak terlalu memperhatikan dari posisi tempat sampah yang tersedia pada toilet.
12	1-AB	9	Kelengkapan interior dipengaruhi oleh jenis-jenis dari interior yang saling berhubungan.
13	2-A	3	Interior pendukung tidak terlalu dipengaruhi oleh jumlah interior utama.
14	2-B	9	Interior pendukung dipengaruhi oleh jumlah interior pendukung yang terdapat pada toilet ( <i>lavatory</i> ).
...	...	...	...
78	15-O	3	Menempatkan interior sesuai dengan penggunaan tidak terlalu dipengaruhi oleh dimensi gagang ( <i>handle</i> ) yang terdapat pada toilet.
79	15-AB	9	Menempatkan interior sesuai penggunaan dipengaruhi oleh jenis interior.

### Identifikasi technical response menunjukkan seberapa besar perubahan dari persyaratan teknis.

Dalam identifikasi *technical response* ini, terdapat 3 (tiga) simbol arah perubahan persyaratan teknis seperti ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Simbol Arah Perubahan

Simbol	Arti
↑	Semakin besar semakin baik
↓	Semakin kecil semakin baik
●	Target adalah yang terbaik

Pada Tabel 8 ditampilkan hasil identifikasi Technical response untuk setiap persyaratan teknis.

Tabel 8. Technical Response

Kode	Persyaratan Teknis	Simbol	Keterangan
A	Jumlah interior utama	○	Jumlah interior utama harus sesuai dengan standar.
B	Jumlah interior pendukung	○	Jumlah interior pendukung harus sesuai dengan standar.
C	Dimensi Interior	○	Dimensi interior harus sesuai dengan dimensi toilet dan standar interior yang digunakan.
D	Bahan interior	↑	Bahan interior semakin baik untuk menjaga kualitas toilet.
...	...	...	...
AA	Jangkauan pengguna terhadap interior	○	Jangkauan pengguna harus sesuai, agar pengguna dapat menjangkau dengan mudah.
AB	Jenis interior yang saling berhubungan	○	Jenis interior harus sesuai dengan penggunaan, agar memudahkan pengguna.

Jenis interior harus sesuai dengan penggunaan, agar memudahkan pengguna. Sedangkan hubungan mengacu pada symbol hubungan persyaratan teknis pada Tabel 1. Hasil identifikasi hubungan antar persyaratan teknis ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Interaksi Antar Karakteristik Teknis

No.	Interaksi	Simbol	Keterangan
1	A-B	→√	Pengaruh positif kuat antara jumlah interior utama dengan jumlah interior pendukung.
2	A-C	→√	Pengaruh positif kuat antara jumlah interior utama dengan dimensi interior.
3	A-D	→√	Pengaruh positif sedang antara jumlah interior utama dengan bahan interior.
4	A-E	→√	Pengaruh positif kuat antara jumlah interior utama dengan standar interior yang digunakan.
5	A-F	→√	Pengaruh positif kuat antara jumlah interior utama dengan panjang toilet yang digunakan.
6	A-G	→√	Pengaruh positif kuat antara jumlah interior utama dengan lebar toilet yang digunakan.
7	A-I	→√	Pengaruh positif kuat antara jumlah interior utama dengan jumlah gagang ( <i>handle</i> ) yang digunakan didalam toilet.
8	A-M	→√	Pengaruh positif sedang antara jumlah interior utama dengan posisi gagang ( <i>handle</i> ) yang digunakan didalam toilet.
9	A-N	→√	Pengaruh positif sedang antara jumlah interior utama dengan bahan gagang ( <i>handle</i> ) yang digunakan didalam toilet.
10	A-O	→√	Pengaruh positif kuat antara jumlah interior utama dengan dimensi gagang ( <i>handle</i> ) yang digunakan didalam toilet.
11	A-Y	→√	Pengaruh positif sedang antara jumlah interior utama dengan dimensi tempat sampah yang digunakan didalam toilet.
12	A-Z	→√	Pengaruh positif sedang antara jumlah interior utama dengan posisi tempat sampah yang digunakan didalam toilet.
13	B-C	→√	Pengaruh positif kuat antara jumlah interior pendukung dengan dimensi interior.
14	B-E	→√	Pengaruh positif kuat antara jumlah interior pendukung dengan standar interior yang digunakan.
...	...	...	...
88	Y-AA	→√	Pengaruh positif kuat antara dimensi tempat sampah yang digunakan dengan jangkauan pengguna terhadap interior.
89	Z-AA	→√	Pengaruh positif kuat antara posisi tempat sampah dengan jangkauan pengguna terhadap interior.
90	AA-AB	→√	Pengaruh positif kuat antara jenis interior yang saling berhubungan dengan jangkauan pengguna.

Pengaruh positif kuat antara jenis interior yang saling berhubungan dengan jangkauan pengguna. Penyusunan Matriks Persyaratan Teknis. Tahapan selanjutnya adalah penyusunan matriks persyaratan teknis. Dalam penyusunan matriks perencanaan dilakukan perhitungan contribution, normalized contribution dan penentuan prioritas persyaratan teknis. Hasil dari penyusunan matriks persyaratan teknis ditampilkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Penyusunan Matriks Persyaratan Teknis

Kode	Persyaratan Teknis	Contribution	Normalized Contribution	Prioritas
A	Dimensi interior yang digunakan	2,870	0,088	1
B	Jumlah interior pendukung	2,547	0,078	2
C	Jumlah interior utama	2,086	0,064	3
D	Posisi gagang ( <i>handle</i> )	1,975	0,061	4
E	Jumlah gagang ( <i>handle</i> )	1,975	0,061	5
F	Jenis interior yang berhubungan	1,961	0,060	6
G	Dimensi gagang ( <i>handle</i> )	1,914	0,059	7
H	Dimensi tempat sampah	1,708	0,052	8
I	Panjang toilet	1,548	0,047	9
J	Lebar toilet	1,548	0,047	10
K	Posisi tempat sampah	1,177	0,036	11
L	Bahan gagang ( <i>handle</i> )	1,172	0,036	12
M	Jenis tempat sampah yang digunakan	0,930	0,028	13
N	Material lantai yang digunakan	0,866	0,027	14
O	Jenis sirkulasi udara yang digunakan	0,745	0,023	15
P	Posisi sirkulasi udara yang digunakan	0,745	0,023	16
Q	Tema desain toilet	0,737	0,023	17
R	Warna interior yang digunakan	0,734	0,022	18
S	Kemiringan lantai toilet	0,696	0,021	19
T	Posisi lubang air pembuangan	0,696	0,021	20
U	Jangkauan pengguna terhadap interior	0,681	0,021	21
V	Bahan dinding toilet	0,649	0,020	22
W	Bahan interior yang digunakan	0,606	0,019	23
X	Warna dinding yang digunakan	0,546	0,017	24
Y	Jenis lampu yang digunakan	0,423	0,013	25
Z	Jumlah lampu yang digunakan	0,423	0,013	26
AA	Posisi lampu yang digunakan	0,423	0,013	27
AB	Standar interior yang digunakan ( <i>brand</i> )	0,407	0,012	28

Hasil akhir dalam penelitian ini adalah menyusun konsep produk interior toilet gerbong kereta api kelas ekonomi. Pada Tabel 11 ditampilkan morphological chart untuk konsep produk tersebut.

Tabel 11. Morphological Chart Interior Toilet Gerbong Kereta Api

Spesifikasi Teknis		Alternatif		
		1	2	3
Dimensi dari interior yang digunakan	Dimensi kloset	735 mm x 360 mm	545 mm x 365 mm	545 mm x 365 mm
	Dimensi wastafel	400 x 300 mm	510 mm x 260 mm	450 mm x 365 mm
	Dimensi tempat tisu	314 mm x 175 mm	314 mm x 175 mm	314 mm x 175 mm
	Dimensi cermin	300 mm x 5 mm x 1000 mm	500 mm x 5 mm x 1000 mm	500 mm x 5 mm x 1000 mm

Spesifikasi Teknis		Alternatif		
		1	2	3
Jumlah interior pendukung yang digunakan		8 unit	8 unit	8 unit
Jumlah interior utama yang digunakan		4 unit	4 unit	4 unit
Jumlah gagang ( <i>holder</i> ) yang digunakan		2 unit	2 unit	2 unit
Posisi gagang yang digunakan	Posisi gagang untuk kloset	Horizontal	Horizontal	Horizontal
	Posisi gagang untuk wastafel	Vertikal	Vertikal	Vertikal
Jenis interior yang saling berhubungan		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kloset dan selang air</li> <li>• Gagang (<i>handle</i>) dan kloset</li> <li>• Kloset dan tempat tisu</li> <li>• Wastafel dan tempat sabun</li> <li>• Cermin dan wastafel</li> <li>• Gagang (<i>handle</i>) dan wastafel</li> <li>• Tempat tisu dan wastafel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kloset dan selang air</li> <li>• Gagang (<i>handle</i>) dan kloset</li> <li>• Kloset dan tempat tisu</li> <li>• Wastafel dan tempat sabun</li> <li>• Cermin dan wastafel</li> <li>• Gagang (<i>handle</i>) dan wastafel</li> <li>• Tempat tisu dan wastafel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kloset dan selang air</li> <li>• Gagang (<i>handle</i>) dan kloset</li> <li>• Kloset dan tempat tisu</li> <li>• Wastafel dan tempat sabun</li> <li>• Cermin dan wastafel</li> <li>• Gagang (<i>handle</i>) dan wastafel</li> <li>• Tempat tisu dan wastafel</li> </ul>
Dimensi gagang ( <i>holder</i> ) yang digunakan		Diameter 25 mm Panjang 350 mm	Diameter 25 mm Panjang 350 mm	Diameter 25 mm Panjang 350 mm
Tema desain toilet		Klasik	Elegan	Mewah
Dimensi tempat sampah		Diameter 350 mm Tinggi 300 mm	500 mm x 300 mm x 600 mm	450 mm x 350 mm x 600 mm
Panjang toilet		100 cm	120 cm	120 cm
Lebar toilet		100 cm	120 cm	120 cm
Posisi tempat sampah		dekat kloset	dekat wastafel	dekat wastafel
Bahan gagang ( <i>holder</i> )		<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>
Jenis tempat sampah yang digunakan		<i>Single</i>	<i>Single</i>	<i>Single</i>
Material lantai yang digunakan		Besi Bordes	Karpet karet	Keramik
Warna interior yang digunakan		Putih	Putih	Putih
Jenis sirkulasi yang digunakan		<i>Exhaust Fan</i>	<i>Exhaust Fan</i>	<i>Exhaust Fan</i>
Posisi sirkulasi yang digunakan		Titik tengah dari <i>ceiling</i>	Titik tengah dari <i>ceiling</i>	Titik tengah dari <i>ceiling</i>
Jangkauan pengguna terhadap interior	Tinggi kloset	40,69 cm	40,69 cm	40,69 cm
	Tinggi selang air	51,82 cm	51,82 cm	51,82 cm
	Jarak selang air	39,83 cm	39,83 cm	39,83 cm
	Tinggi gagang kloset	74,66 cm	74,66 cm	74,66 cm
	Tinggi tempat tisu	66,78 cm	66,78 cm	66,78 cm
	Posisi lubang sampah	66,78 cm	66,78 cm	66,78 cm
	Tinggi wastafel	93,17 cm	93,17 cm	93,17 cm
Kemiringan lantai toilet		2-3 cm	2-3 cm	2-3 cm
Posisi lubang akhir pembuangan		Belakang kanan	Belakang kanan	Belakang kanan
Bahan dinding toilet		<i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>	<i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>	<i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>

Tabel 11. Morphological Chart Interior Toilet Gerbong Kereta Api (Lanjutan)

Spesifikasi Teknis		Alternatif		
		1	2	3
Bahan Interior yang digunakan	Kloset	<i>Solid Duroplast</i>	<i>Solid Duroplast</i>	<i>Solid Duroplast</i>
	Wastafel	<i>Thermoplastic</i>	<i>Thermoplastic</i>	<i>Thermoplastic</i>
	Tempat tisu	<i>Thermoplastic</i>	<i>Thermoplastic</i>	<i>Thermoplastic</i>
	Cover wastafel	<i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>	<i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>	<i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i>
Standar interior yang digunakan ( <i>brand</i> )		Toto®	Toto®	Toto®
Warna dinding toilet		Putih	Putih dan Hitam	Putih dan Coklat
Posisi lampu yang digunakan		Tengah	Pinggir	Menyesuaikan dengan interior
Jumlah lampu yang digunakan		1	2	6
Jenis lampu toilet		<i>Large Ceiling Lights</i>	<i>LED Tube Lights</i>	<i>LED Down Light</i>

## KESIMPULAN DAN SARAN

Prioritas kebutuhan konsumen (Customer Needs) dari hasil perancangan HOE secara berturut-turut adalah 8, 13, 9, 11, 2, 14, 15, 1, 4, 10, 12, 3, 5, 7, 6.

Prioritas Persyaratan Teknis dari hasil perancangan HOE secara berturut-turut adalah A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA, AB

Terdapat beberapa saran dari hasil penelitian ini, diantaranya:

1. Perancangan HOE hasil dari penelitian ini dapat ditindaklanjuti dengan merancang blueprint dari konsep produk terpilih pada interior toilet.
2. Perancangan HOE untuk gerbong kereta api pada kelas bisnis dan eksekutif agar perbaikan yang dilakukan oleh PT. KAI dapat maksimal dalam upaya pencapaian kepuasan konsumen

## REFERENSI

- Ginting, R. (2010). Perancangan Produk. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Nurmianto, E. (1996). Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya. Edisi Ke-1. Guna Widya, Surabaya.
- Sutalaksana, I.Z. (1997). Teknik Tata Cara Kerja. Laboratorium Tata Cara Kerja & Ergonomi Dept. Teknik Industri. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Ulrich, KT. And Eppinger, S.D. 2001. Product Design and Deployment. 2<sup>nd</sup> ed., McGraw-Hill. Tokyo.