

PROSIDING

ISBN : 978-602-71459-3-1



**SEMINAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI
(SNMI - X) 2016**

**“ RISET MULTIDISIPLIN UNTUK MENUNJANG
PENGEMBANGAN INDUSTRI NASIONAL ”**

**AUDITORIUM LANTAI 8 GEDUNG M, KAMPUS 1
UNIVERSITAS TARUMANAGARA
21 - 22 April 2016**

**Diterbitkan oleh :
Program Studi Teknik Mesin
dan
Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas Tarumanagara**



UNTAR
FAKULTAS
TEKNIK

REVIEWER

1. Prof. Dr. Agustinus Purna Irawan
2. Harto Tanujaya, S.T., M.T., Ph.D.
3. Dr. Abrar Riza, S.T., M.T.
4. Dr. Lamto Widodo, S.T., M.T.
5. Ir. Sofyan Djamil, M.Si
6. Dr. Adianto, M.Sc
7. Ir. Rosehan, M.T.

EDITOR

Prof. Dr. Agustinus Purna Irawan

PENYUNTING

Dr. Lamto Widodo, S.T., M.T.

DESAIN SAMPUL DAN TATA LETAK

Didi Widya Utama S.T., M.T.

PENERBIT

Program Studi Teknik Mesin dan Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
Jakarta

REDAKSI

Jl. Letjen. S. Parman No. 1 Jakarta 11440
Telp. (021) 5663124
Fax.: (021) 5663277
e-mail: snmi_mesin@ft.untar.ac.id ; snmi_mesin@yahoo.co.id

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur kita panjatkan kepada Allah SWT bahwasanya pelaksanaan Seminar Nasional Mesin Industri ke X 2016 dapat terlaksana dengan baik dan lancar.

Sebagaimana kita ketahui bahwa peran Perguruan tinggi adalah sebagai “Center of Knowledges“ yang berfungsi untuk dapat meningkatkan pengetahuan dan kecerdasan bangsa. Dalam perjalanan meningkatkan kecerdasan bangsa tentu harus didukung oleh pengetahuan praktis dari kalangan industrial yang berfungsi sebagai “Center of Applied” agar bangsa Indonesia dapat mencapai kemandirian terutama menghadapi tuntutan dan persaingan atas diberlakukannya Masyarakat Ekonomi Asia (MEA).

Dalam rangka untuk memperingati Dies Natalis Program Studi Teknik Mesin yang ke 35 dan Program Studi Teknik Industri yang ke 11 Jurusan Teknik Mesin Universitas Tarumanagara menyelenggarakan Seminar Nasional Mesin Industri (SNMI) yang kesepuluh kalinya sebagai sarana komunikasi antara para dosen peneliti, pakar ilmiah lainnya guna meningkatkan mutu pendidikan yang mmengacu pada penelitian yang dihasilkan. Adapun tema SNMI X 2016 ini adalah **“Riset Multidisiplin untuk Menunjang Pengembangan Industri Nasional”**

Tujuan dari kegiatan Seminar Nasional Mesin Industri X 2016 ini adalah sebagai berikut:

1. Menerapkan sikap inovatif, kreatif terhadap perkembangna dan kemajuan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK).
2. Forum komunikasi tentang IPTEK antara: Dosen, Peneliti, Praktisi dan Mahasiswa.
3. Menjadikan sarana komunikasi antara peneliti, dosen, praktisi dan pelaku bisnis untuk dapat mengembangkan kerjasama dan *networking* dalam bidang IPTEK.

Topik yang dibahas dalam Seminar Nasional Mesin Industri X 2016 ini meliputi bidang Teknik Mesin: Pengembangan Energi termasuk Pemanfaatan Energi Terbarukan, Perancangan Mesin, Teknologi Manufaktur dan Pengembangan Teknologi Material dan Material Alternatif. serta Robotik di bidang Teknik. Industri: Perancangan dan Pengembangan Produk, Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi, Manajemen Operasi dan Produksi, Manajemen Kualitas, Logistik dan Sistem Transportasi, Manajemen Rantai Pasokan, Optimasi Sistem Industri dan Kesehatan dan Keselamatan Kerja.

Pada SNMI X 2016 ini akan menghadirkan 3 (tiga) pembicara kunci dengan *professionalism* masing-masing sebagai berikut:

1. Ir. Supangkat Iwan Santoso, MT. (Direktur PT. PLN Persero)
2. Daswir Syarif, S.T., M.T. (Kabid. Pemantauan dan Evaluasi Kinerja PT. Timah)
3. Ir. Suhdi, M.T. (Wakil Rektor III Universitas Negeri Bangka Belitung)

Selain pembicara kunci terdapat pula 69 (enam puluh sembilan) artikel ilmiah yang akan dipresentasikan oleh sejumlah dosen dan mahasiswa dari Perguruan Tinggi Negeri dan Swasta dan praktisi dari seluruh Indonesia

Pada kesempatan ini ijinkan kami atas nama Panitia Seminar Nasional Mesin Industri (SNMI X) 2016 memohon maaf sebesar-besarnya atas kekurangan yang terjadi dalam pelaksanaan ini dan kami harapkan semoga pertemuan dan ajang komunikasi pertukaran IPTEK ini tetap berlanjut setelah SNMI X 2016 berakhir.

Jakarta, 21 April 2016



Dr. Ir. Erwin Siahaan, M.Si
Ketua Pelaksana SNMI X 2016



**Sambutan Dekan Fakultas Teknik
Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI-X) 2016**

Selamat datang dalam Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI-X) 2016 yang diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Mesin dan Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara.

Memasuki era Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA), masyarakat ilmiah, Dosen, Peneliti, Praktisi dan Mahasiswa dituntut dapat menghasilkan karya ilmiah yang bermanfaat bagi masyarakat luas terutama, dalam menunjang peningkatan kompetensi dalam persaingan MEA. Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara berusaha untuk selalu berkontribusi positif dalam memfasilitasi pengingkatan kompetensi dosen dan mahasiswa, dengan menyiapkan media diskusi dan presentasi berbagai karya ilmiah, melalui penyelenggaraan Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI-X) tahun 2016.

Tema SNMI X 2016 adalah **“Riset Multi Disiplin untuk Menunjang Pengembangan Industri Nasional”**, sangat relevan dengan kebutuhan saat ini. Pengembangan industri nasional sedang mengalami berbagai tantangan dengan masuknya berbagai produk hasil industri dari luar negeri dengan harga yang kompetitif dan kualitas yang baik. Demikian juga tenaga ahli dari berbagai negara ASEAN sedang dalam proses untuk masuk ke negara lain termasuk Indonesia. Dalam hal ini, peran dunia pendidikan dengan berbagai hasil riset multidisiplin yang dapat diimplementasikan dalam proses manufaktur, merupakan salah satu cara untuk mengatasi tantangan tersebut, termasuk dalamnya mempersiapkan SDM yang handal.

Hal penting lainnya yang sangat menggembirakan dari pelaksanaan SNMI-X 2016 adalah kolaborasi penyelenggaraan seminar antara Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara dan Fakultas Teknik Universitas Negeri Bangka Belitung, serta Keynote Speakers dari PT. PLN dan PT. Timah. Kolaborasi ini menjadi titik awal dalam kegiatan pengembangan penelitian dan publikasi multi disiplin dan multi institusi. Dari kolaborasi seperti ini, diharapkan dapat dicapai hasil yang lebih baik, saling mengisi kekurangan, saling berbagi pengetahuan dan bermanfaat bagi masyarakat luas, khususnya bagi institusi yang saling berkolaborasi.

Kami mengucapkan terima kasih atas dukungan semua pihak, sehingga kegiatan SNMI-X 2016 ini dapat terlaksana dengan baik.

Kepada seluruh peserta seminar, selamat berseminar, semoga Bapak Ibu mendapatkan informasi dan pengetahuan baru yang dapat digunakan dalam pengembangan IPTEK di tempat masing-masing.

Selamat berseminar.

Jakarta, 21 April 2016

Dekan,

Prof. Dr. Agustinus Purna Irawan

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Sambutan Dekan Fakultas Teknik	ii
Daftar Isi	iii
Susunan Panitia	vii
Susunan Acara	viii
Jadwal Presentasi	ix

Bidang Teknik Mesin

1. Uji Eksperimental Perbandingan Unjuk Kerja Motor Otto Berbahan Bakar Pertalite dengan Campuran Pertalite-Aditif, <i>Abdul Halim Nasution, Hiskia Benindo Purba, M. Hafiz Pratama</i>	1
2. Efisiensi dan Efektivitas Sirip Berpenampang Segienam Keadaan Tak Tunak, <i>Julius Teguh Ariwibowo dan PK. Purwadi</i>	12
3. Pengaruh Post Weld Heat Treatment pada Pengelasan <i>Friction Stir Welding</i> (FSW) Aluminium 2024, <i>Agus Duniawan</i>	22
4. Efektivitas Sirip dengan Luas Penampang Fungsi Posisi Berpenampang Segiempat Sama Sisi Kasus Satu Dimensi pada Keadaan Tak Tunak, <i>Marcellus Ruben Winastwan dan P.K. Purwadi</i>	34
5. Konduktivitas Termal <i>Hybrid Nanofluid Al₂O₃-CuO-Air</i> , <i>Wayan Nata Septiadi, Cahyo Sudarmo</i>	43
6. Ketahanan Aus Hibrid Komposit <i>Phenolic Resin</i> dengan Penguat Basalt/Aluminium/Kulit Kerang pada Kampas Rem, <i>Enden Perdana, I.D.G Ary Subagia, I MD Parwata</i>	50
7. Mesin Pengering Baju Energi Listrik Dengan Daya 800 Watt, <i>PK Purwadi dan Wibowo Kusbandono</i>	56
8. Analisa Pengaruh Penambahan Mg pada Komposit Matrik Alumunium Remelting Piston Berpenguat SiO ₂ Menggunakan Metode Stir Casting terhadap Konduktivitas Termal dan Ketahanan Aus, <i>Imam Supriyatma, Teguh Triyono, Eko Surojo</i>	62
9. Studi Eksperimental Analisis Pengaruh Variasi Kecepatan <i>Inlet</i> Turbin terhadap <i>Performance</i> Turbin Francis Poros Vertikal, <i>Sigit Deddy Purnomo Sidhi, Samsul Kamal, Prajitno</i>	71
10. Pengaruh Letak Titik Injeksi (Gates Position) terhadap Waktu Pengisian (Filling Time) pada Injeksi Molding dengan Menggunakan Simulasi, <i>Albet Fojiana Saputra dan Sibut</i>	78
11. Pengkajian Pengoperasian Jaringan Mikro, <i>Hamzah Hilal</i>	79
12. Laju Pembentukan Biogas di Daerah Stepa dengan Temperatur Konstan Sebesar 54°C, <i>I Gusti Bagus Wijaya Kusuma</i>	88
13. Kajian Unjuk Kerja terhadap Pemakaian Pertalite pada Sepeda Motor, <i>I Gusti Bagus Wijaya Kusuma</i>	94
14. Analisa Struktur Mikro dan Sifat Mekanik Paduan Aluminium Hasil Pengecoran Cetakan Pasir, <i>Abdul HayMukhsin, Muhammad Syahid, Rustan Tarakka</i>	100
15. Mesin Pengupas Kulit Kacang Tanah, <i>Febryan Maulana</i>	105
16. Studi Eksperimental Sistem Refrigerasi Kompresi Uap Menggunakan Nosel pada <i>Outlet</i> Evaporator dan <i>Inlet</i> Kondensor, <i>Yohanes Kuntjoro, Suhanan</i>	115
17. Pemodelan Dua Dimensi Thermo-Elasto-Viskoplastis Proses Pembentukan Aluminium dengan Metode Elemen Hingga, <i>Wahyu Kurniawan</i>	123

18. Simulasi Pemantauan Unit Produksi yang Melibatkan Produk dan Mesin Perkakas, <i>Rachmad Hartono, Sri Raharno, Yatna Yuwana Martawirya, Bagus Made Arthaya</i>	134
19. Analisis Topografi Permukaan Logam dan Optimasi Parameter Pemotongan pada Proses Milling <i>Aluminium Alloy, Sobron Yamin Lubis & Agustinus Christian</i>	143
20. Rancang Bangun Elektrolisa Air (Electrolyzer) untuk Menurunkan Emisi Gas Buang dan Penghematan Bahan Bakar Sepeda Motor, <i>Isman Harianda dan Abdul Razak</i>	151
21. Prestasi Mesin Diesel Menggunakan Bahan Bakar Campuran Biodiesel Kepuh dan Solar, <i>Husin Ibrahim, Abdi Hanra Sebayang, Rahmawaty</i>	157
22. Studi Eksperimental Pengaruh Jenis Airfoil NACA 0024 terhadap Kinerja Turbin Achard dengan Variasi Lebar Inlet Aliran pada PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro), <i>Mahmud Akhyar, Prajitno</i>	165
23. Kekerasan dan Struktur Mikro Hibrid Komposit Phenolik Resin Berpenguat Partikel Basalt/Aluminium Oxide/Kulit Kerang pada Bahan Kampas Rem, <i>Tut Riskyada, Adi Atmika, Dwi Budiana, I.D.G Ary Subagia</i>	166
24. Perancangan Stacking Konveyor untuk Material Handling Sement dengan Kapasitas 35 Ton/Jam, <i>I Nyoman Artana dan Febryan Maulana</i>	173
25. Modifikasi Terbatas Rasio Sistem Transmisi pada <i>Multi Purpose Vehicle (MPV)</i> dengan Penggerak Roda Depan, <i>I Ketut Adi Atmika</i>	184
26. Pengaruh <i>Rake Angle</i> Pahat <i>Insert</i> Karbida dan Keramik terhadap Laju Keausan Pahat, <i>Rosehan, Erwin Siahaan dan Wahyudi Komala</i>	192
27. Pemodelan Matematika Kesalahan Geometri pada <i>Guideway</i> di Mesin Perkakas NC Miling Vertikal Tiga-Sumbu, <i>Widiyanti Kwintarini, Agung Wibowo, Yatna Yuwana Martawirya, Bagus M. Arthaya</i>	201
28. Daftar Spesifikasi Guna Perancangan Alat Angkut Mini Tandan Kelapa Sawit, <i>Muhammad Ihram M, Tono Sukarnoto, Jamal M. Afiff dan Soeharsono</i>	208
29. Pendekatan Inverse Material Konstitutive dalam Prediksi Kekuatan Hasil Las Titik (<i>Spot Welding</i>), <i>I Nyoman Budiarsa, I Nyoman Gde Antara</i>	215
30. Pemanfaatan Air Hujan sebagai Sumber Energi Cadangan Berbasis PLTMH, <i>Tetuko Kurniawan, Royan Askarnowo, Hengki Trio Antoni, Budi Sutrisno, Bagaskara Aji Pradana, Bayu Darmawan</i>	221
31. Optimasi Desain Sirip Penguat pada Bangku Plastik, <i>Didi Widya Utama</i>	230
32. Analisa Distribusi Temperatur pada Pelat dengan Menggunakan Metode Beda-Hingga, <i>Harto Tanujaya</i>	238
33. Pengaruh Kadar Karbon Terhadap Proses Gasifikasi Batubara, <i>Abrar Riza, Yazid Bindar, Herri Susanto dan Dwiwahdju Sasongko</i>	241
34. Pengaruh Sudut Orientasi Pengambilan Sampel Uji Terhadap Kekuatan Tarik pada Material Komposit, <i>Sofyan Djamil</i>	250
35. Konsep Desain Alat Transportasi Elektrik untuk Tempat Wisata, <i>Suprobo, Didi Widya Utama, Steven Darmawan, Agustinus Purna Irawan</i>	258

Bidang Teknik Industri

1. A New Method for Manufacturing Depleted Thorium Dioxide (ThDO₂) Steel Casks for Spent Nuclear Fuel, *Moh. Hardiyanto, Ni Made Sudri, Bendjamin Ch. Nendissa, Yenny Widiany* 1
2. Evaluasi Beban Kerja Pengemudi Bus Transjakarta Koridor 3: Uji Aktivitas Amilase pada Air Liur sebagai Indikator Stres dan Kelelahan, *Belia Perwitasari Maharani, Budi Aribowo* 8

KONSEP DESAIN ALAT TRANSPORTASI ELEKTRIK UNTUK TEMPAT WISATA

Suprobo, Didi Widya Utama, Steven Darmawan, Agustinus Purna Irawan
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara Jakarta
e-mail: suprobo.515120002@stu.untar.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendesain kendaraan alternatif untuk membawa penumpang anak-anak di daerah wisata. Konsep kendaraan yang ingin dicapai adalah kendaraan yang ramah terhadap lingkungan, mudah dioperasikan, dan aman untuk digunakan. Proses pembuatan konsep desain dilakukan dengan menggunakan metode VDI 2221. Hasil perancangan berupa sebuah konsep desain transportasi elektrik untuk tempat wisata yang mampu mengangkut penumpang anak-anak dengan jumlah enam orang dengan berat masing-masing anak maksimum 25 kg dan tinggi maksimum 100 cm, satu orang pengemudi orang dewasa dengan berat maksimum 100kg, menggunakan penggerak motor listrik, memiliki tiga buah roda, dan mampu melaju dengan kecepatan 20 km/h.

Kata kunci: konsep desain, transportasi elektrik

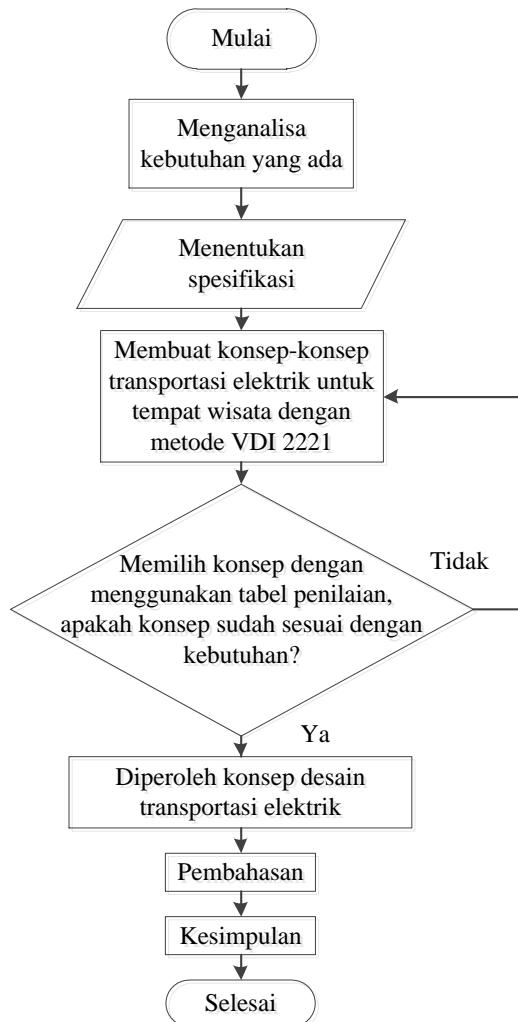
PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak sekali tempat-tempat wisata. Tempat wisata yang luas membuat pengelola wisata menyediakan transportasi agar para pengunjung dapat berkeliling tanpa merasa lelah. Diantara alat transportasi tersebut belum banyak alat transportasi yang digunakan secara khusus untuk mengangkut anak-anak untuk berkeliling melihat objek-objek pada tempat wisata itu. Selain itu transportasi yang digunakan pada tempat wisata tersebut didominasi dengan transportasi berbahan bakar minyak bumi.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah konsep desain alat transportasi elektrik yang mampu mengangkut anak-anak yang aman dan nyaman. Alat transportasi ini didesain dengan penumpang enam orang dengan tinggi maksimal 100 cm dan satu orang pengemudi dengan beban total 400 kg bersama dengan bobot kendaraan, serta mampu melaju dengan kecepatan 20 km/h. Penelitian ini dibatasi sampai diperoleh prototipe digital desain alat transportasi elektrik untuk tempat wisata bagi anak-anak.

METODE PERANCANGAN

Dalam proses perancangan, metode yang digunakan adalah metode VDI 2221 yang terdiri dari penjarbaran tugas dengan membuat daftar *checklist*, perancangan konsep dengan membuat struktur fungsi kemudian dibuat beberapa konsep dari transportasi elektrik untuk tempat wisata yang akan dievaluasi dengan menggunakan tabel penilaian sehingga diperoleh satu model yang akan didesain, dan perancangan wujud dengan menggunakan CAD (*Computer Aided Design*). Peralatan yang digunakan pada perancangan ini adalah *personal computer* untuk melakukan desain dan *software CAD* untuk melakukan perancangan wujud dari konsep desain alat transportasi elektrik yang dibuat [1].



Gambar 1. Diagram alir perancangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal perancangan transportasi elektrik untuk tempat wisata menurut metode VDI 2221 adalah penjabaran tugas (*clarification of the task*) yaitu dengan memperjelas tugas dengan membuat daftar kehendak [1].

Tabel 1. Daftar Kehendak Perancangan Transportasi Elektrik

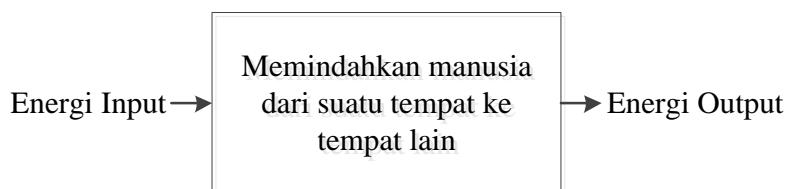
Parameter	Spesifikasi	Demand (D)/Wish(W)
Geometri	Dimensi perancangan:	
	Panjang \leq 2500 mm	D
	Lebar \leq 1000 mm	D
	Tinggi \leq 1400 mm	D
Kinematika	Mampu melaju dengan kecepatan 20km/h (5,56 m/s)	D
	Memiliki percepatan 0,56 m/s ²	D
Gaya	Mampu menerima beban 300 kg	D
	Bobot Kendaraan \leq 200 kg	D
Energi	Input Energi Listrik	D
	Output Energi Mekanik	D
	Energi yang digunakan sesuai dengan kebutuhan	D
Material	Material kuat menahan beban	D
	Material ringan	D
	Material mudah didapat dan dibentuk	D
	Material tahan lama	D

Lanjutan Tabel 1. Daftar Kehendak Perancangan Transportasi Elektrik

Parameter	Spesifikasi	Demand (D)/Wish (W)
Geometri	Dimensi perancangan:	
Ergonomi	Bentuk proposional	W
	Bentuk tidak kaku	W
Perakitan	Mudah untuk dirakit	W
Perawatan	Tidak memerlukan pelumasan berlebih	W
	Tidak memerlukan perawatan dan pembersihan yang rutin	W
Biaya produksi	Biaya produksi rendah	W

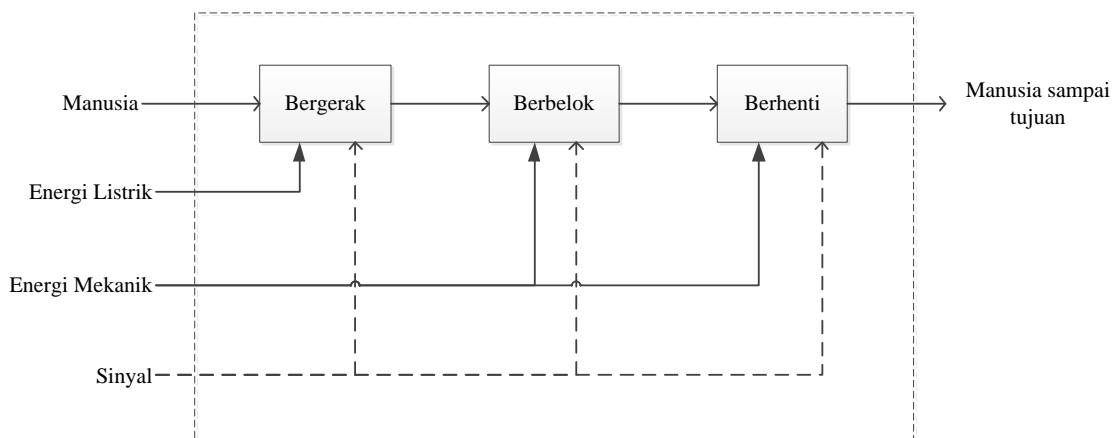
Fungsi merupakan hubungan secara umum antara *input* dan *output* dari suatu sistem yang akan menjalankan tugas tertentu. Fungsi keseluruhan merupakan fungsi atau kegunaan dari alat tersebut. Sub fungsi merupakan penjabaran fungsi menjadi fungsi-fungsi yang lebih sederhana untuk menjalankan suatu tugas. Rangkaian fungsi keseluruhan dan sub fungsi disebut sebagai struktur fungsi. [1]

- Fungsi keseluruhan, pada tahap ini mekanisme yang digunakan transportasi elektrik maupun energi *input* belum ditentukan. *Input* energi untuk transportasi ini berupa energi listrik dan *output* berupa energi mekanik untuk menggerakkan alat transportasi dan memindahkan manusia.



Gambar 2. Fungsi keseluruhan transportasi elektrik untuk tempat wisata

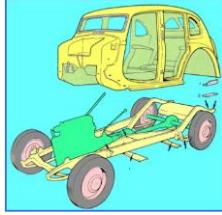
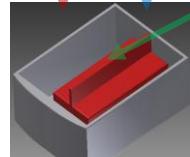
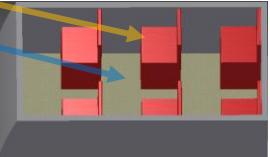
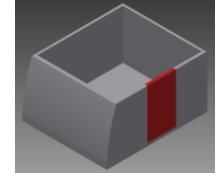
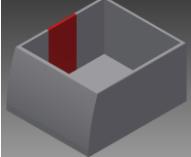
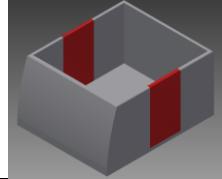
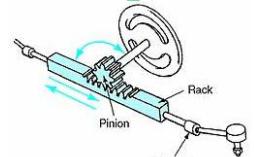
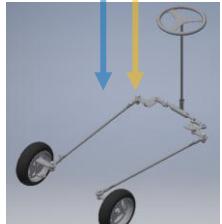
- Sub fungsi yaitu menguraikan fungsi keseluruhan menjadi fungsi-fungsi kecil. Tujuan dari sub fungsi yaitu untuk mempermudah penggabungan dari berbagai prinsip pemecahan masalah.



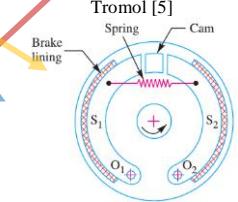
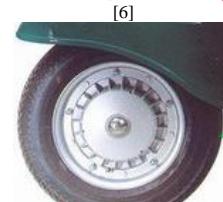
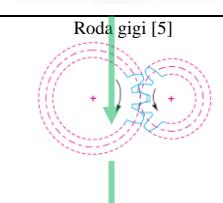
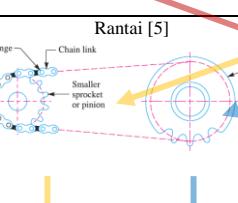
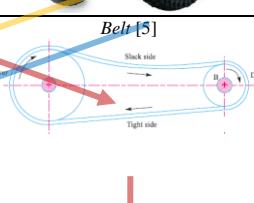
Gambar 3. Sub fungsi transportasi elektrik untuk tempat wisata

Dasar-dasar pemecahan masalah diperoleh dari berbagai jenis prinsip pemecahan sub fungsi. Metode yang digunakan untuk mendapatkan prinsip pemecahan sub fungsi yaitu metode konvensional, metode intuisi, dan metode kombinasi. Dihasilkan kombinasi prinsip solusi.

Tabel 2. Kombinasi Prinsip Solusi [2] [3] [4]

No.	Sub Fungsi	A	B	C
1	Box/Bodi	Composite [2] 	Monocoque [2] 	-
2	Posisi Bangku Penumpang	Saling membelakangi 	Hadap-hadapan 	Menghadap Depan 
3	Posisi Pintu	Satu disebelah kiri 	Satu disebelah kanan 	Dua (kiri dan kanan) 
4	Sistem Kemudi	Ackerman [3] 	Rack dan Pinion [4] 	Modifikasi Rack and Pinion 

Tabel 3. Kombinasi Prinsip Solusi [5] [6] [7] [8]

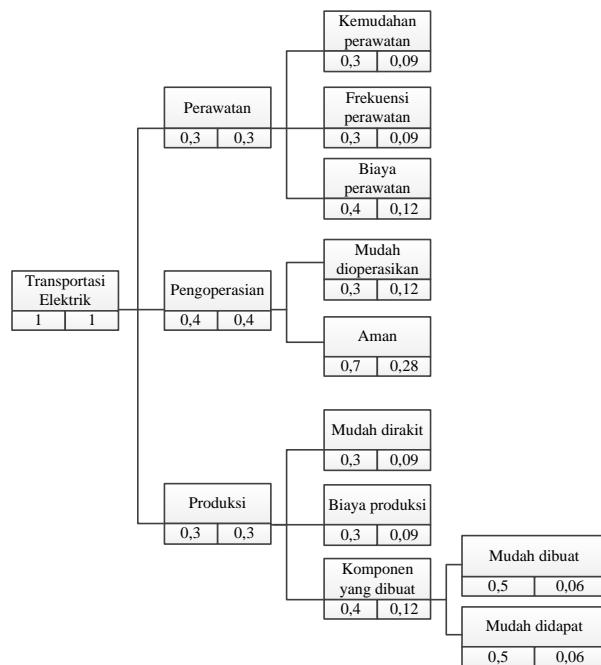
No.	Sub Fungsi	A	B	C
5	Setir Kemudi	Bulat	Batang Lurus	Batang Miring
6	Rem	Cakram [5] 	Tromol [5] 	Jepit [5] 
7	Ukuran Roda	100/80-10 (depan dan belakang) [6] 	80/90-17 (depan dan belakang) [7] 	100/80-10 (depan) dan 80/90-17 (belakang) [8] 
8	Transmisi	Roda gigi [5] 	Rantai [5] 	Belt [5] 



Dengan prinsip-prinsip solusi yang ada diperoleh beberapa kombinasi:

- Varian 1 = B1→B2→A3→B4→C5→C6→A7→A8
- Varian 2 = A1→C2→C3→C4→A5→B6→A7→B8
- Varian 3 = A1→A2→C3→C4→A5→B6→B7→B8
- Varian 4 = A1→A2→B3→A4→B5→A6→C7→C8

Setelah itu membuat diagram pohon objektif dengan membaginya menjadi tiga bagian pokok yaitu perawatan, pengoperasian dan produksi.



Gambar 4. Diagram Pohon Obyektif [9]

Kemudian dilakukan penilaian dengan menggunakan tabel evaluasi penilaian yang dibuat berdasarkan diagram pohon objektif.

Tabel 4. Evaluasi Penilaian [9]

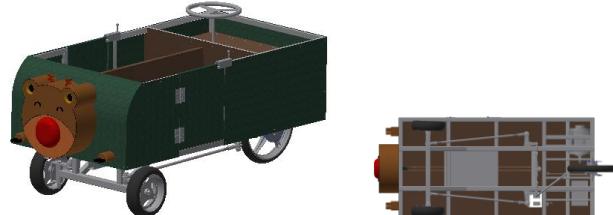
No.	Kriteria	Bobot (W)	Varian 1		Varian 2		Varian 3		Varian 4	
			V1	WV1	V2	WV2	V3	WV3	V4	WV4
1	Kemudahan perawatan	0,09	5	0,45	6	0,54	7	0,63	8	0,72
2	Frekuensi perawatan	0,09	7	0,63	7	0,63	7	0,63	8	0,72
3	Biaya perawatan	0,12	7	0,84	7	0,84	7	0,84	8	0,96
4	Mudah dioperasikan	0,12	5	0,6	8	0,96	8	0,96	5	0,6
5	Aman	0,28	7	1,96	8	2,24	8	2,24	6	1,68
6	Mudah dirakit	0,09	5	0,45	6	0,54	7	0,63	7	0,63
7	Biaya produksi	0,09	5	0,45	6	0,54	7	0,63	7	0,63
8	Komponen mudah dibuat	0,06	6	0,36	6	0,36	7	0,42	5	0,3
9	Komponen mudah didapat	0,06	7	0,42	7	0,42	8	0,48	7	0,42
	Jumlah	1	54	6,16	61	7,07	66	7,46	61	6,66

Varian yang dipilih adalah varian 3 karena memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan varian 1, 2, dan 4. Pada varian 3 jenis komponen yang digunakan antara lain jenis bodi *composite*, posisi bangku penumpang saling membelakangi, sistem kemudi modifikasi *rack* dan *pinion*, setir kemudi bulat, rem tromol, ukuran roda 100/80-10 untuk roda depan dan 80/90-17 untuk roda belakang, dan transmisi rantai.

Dimensi umum: panjang total 2488 mm, lebar total 1070 mm, tinggi total 1165 mm. Jenis bodi *composite* dipilih untuk mempermudah perakitan, *maintenance* kendaraan, dapat meredam getaran, dan mempermudah pergantian baterai. Posisi bangku adalah saling membelakangi agar penumpang dapat melihat sekelilingnya tanpa terhalang oleh penumpang lain. Posisi pintu digunakan dua buah yaitu sebelah kiri dan kanan untuk mengurangi dimensi kendaraan serta penumpang dapat naik lebih cepat.

Sistem pengereman yang digunakan adalah rem tromol karena kendaraan didesain untuk bergerak pada kecepatan rendah yaitu 20 km/h dan kampas rem tidak cepat kotor karena. Ukuran roda depan dan belakang berbeda karena pada roda belakang terdapat rem

tromol. Sistem transmisi yang digunakan adalah sistem transmisi rantai karena sistem transmisi rantai tidak mengalami *slip*, dapat meneruskan daya yang besar, dan jarak yang dapat dicapai antar poros yang dapat dicapai relatif lebih jauh dibandingkan dengan transmisi roda gigi.

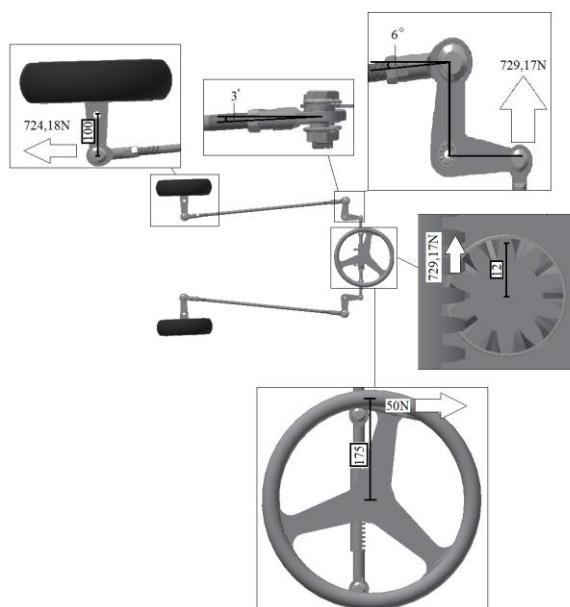


Gambar 5. Konsep desain alat transportasi elektrik tampak depan

Box/bodi	Posisi Bangku Penumpang	Posisi Pintu	Sistem Kemudi
Composite	Saling membelakangi	Dua (kiri dan kanan)	Modifikasi <i>Rack</i> dan <i>Pinion</i>
Setir Kemudi	Rem	Ukuran Roda	Transmisi
		100/80-10 (depan) dan 80/90-17 (belakang)	
Bulat	Tromol		

Gambar 6. Spesifikasi Konsep desain alat transportasi elektrik

Sistem kemudi modifikasi *rack* dan *pinion* dipilih untuk menyesuaikan dengan setir kemudi yang berada pada bagian belakang serta untuk meringankan tenaga yang dibutuhkan untuk memutar roda bagian depan pada saat kendaraan akan berbelok. Digunakan setir kemudi bulat karena sistem kemudi yang dipilih adalah modifikasi *rack* dan *pinion* sehingga dibutuhkan setir yang nyaman untuk berputar hingga 360° .



Gambar 7. Konsep Sistem Kemudi

KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa alat transportasi elektrik yang didesain dapat memenuhi kebutuhan alat transportasi di tempat wisata. Desain alat transportasi elektrik dengan kapasitas 6 penumpang dan 1 orang pengemudi, penggerak motor listrik, dan mampu melaju dengan kecepatan 20 km/h. Desain alat cukup baik dan dapat dilanjutkan untuk pembuatan prototype produk secara fisik.

DAFTAR PUSTAKA

1. G. Pahl and W. Beitz, J. Feldhusen and K.-H. Grote (2007) *Engineering Design A Systematic Approach*. Ken Wallace. London: The Design Council.
2. Gunadi (2008) *Teknik Bodi Otomotif*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
3. Richard Alwyn, “Basic Ackerman Steering Rack”, www.grabcad.com/library/basic-ackerman-steering-rack-1, (10 Januari 2016)
4. Laurensvan Lieshout, “Rack and Pinion Steering Mechanism”, www.wikipedia.org/wiki/Steering, (10 Januari 2016)
5. Khurmi, R.S., J.K. Gupta (2005) *A Text Book of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD.
6. “Scooter Tires”, www.scootermaniac.org, (10 Januari 2016)
7. Tim Carrithers, “Balancing Motorcycle Tires and Fuel-Maps”, (10 Januari 2016)
8. “Avon Viper Stryke AM63 Rear Scooter Tire”, www.motorcyclistonline.com, (10 Januari 2016)
9. Wienathan, Ferdian (2007) *Rancang Bangun Konstruksi Lift Dengan Kapasitas 1150 kg (17 orang)*. Skripsi. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara.
10. Ehsani, Mehrdad, et al. (2010). *Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles: Fundamentals, theory, and design*. 2nd ed. New York, USA: Taylor and Francis Group, LLC.
11. Gogh, van Dirk, Kiyomoto Kawakami, Hiroshi Shimizu (2005) *Design Concept of Electric Vehicle Ambulance*. Journal of Asian Electric Vehicles. Vol 3. No. 1. pp. 713-719.]
12. Kim, Chul Ho & Kee Man Lee. (2009) *Analytical Study on the Performance Analysis of Power Train System of an Electric Vehicle*. World Electric Vehicle Journal. Vol. 3. pp. 0830-0835.