

## **PENGESAHAN PENYELIA**

“Saya akui bahawa telah membaca laporan ini dan pada pandangan saya laporan ini adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif).”

Tandatangan : .....  
Penyelia : Dr. Muhammad Zahir B. Hassan  
Tarikh : 25.06.2012

KENDERAAN HIJAU PDRM:  
RIDE AND HANDLING ANALYSIS

MUHAMMAD ASYRAF B. ZULKEFLI

Laporan ini dikemukakan sebagai  
memenuhi sebahagian daripada syarat penganugerahan  
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal  
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

JUN 2012

“Saya disini mengesahkan segala penerangan dalam laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan yang telah saya nyatakan sumbernya.”

Tandatangan: .....

Penulis : MUHAMMAD ASYRAF B. ZULKEFLI

Tarikh : 25.06.2012

## **DEDIKASI**

Kepada ibu bapa tercinta,

En. Zulkefli Bin Abdullah and Pn. Minda Binti Abdul Hamid

Adik-beradik tersayang

Dan juga

Kepada teman yang sentiasa di sisi

Untuk semua sokongan dan bimbingan yang telah diberikan.

## PENGHARGAAN

Saya amat berterima kasih kepada Allah S.W.T kerana akhirnya saya berjaya menyiapkan laporan projek tahun akhir dengan rahmat-Nya dan memberikan saya kekuatan dan kebijaksanaan untuk menghadapi semua cabaran dengan tabah sepanjang menjayakan projek ini. Sepanjang tempoh projek ini dijalankan, terdapat banyak halangan yang perlu dilalui dan semua pengalaman ini adalah sangat berguna kepada saya dalam memperoleh pengetahuan baru.

Saya amat menghargai semua orang di sekeliling saya yang tidak pernah berputus asa dalam memberi sokongan dan galakan untuk menyiapkan projek ini dengan jayanya. Terima kasih kepada penyelia saya, Dr. Muhammad Zahir Bin Hassan di atas sokongan dan bimbingan yang diberikan sepanjang tempoh ini.

Terima kasih juga saya ucapkan kepada rakan-rakan terutamanya senior saya yang sentiasa berkongsi pengetahuan sepanjang tempoh projek ini. Penghargaan saya yang mendalam juga ditujukan kepada rakan-rakan serumah saya di sini iaitu Melaka, dan seluruh rakan sekelas saya dalam 4 BMCA. Akhir sekali, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Fakulti Kejuruteraan Mekanikal kerana mengatitkan taklimat dan seminar untuk semua pelajar tahun akhir dan memberi kami peluang yang tidak ternilai untuk mencabar keupayaan diri sendiri dalam pembelajaran. Kepada anda semua, yang saya nyatakan di atas, ribuan terima kasih yang tidak terhingga saya ucapkan. Saya memperoleh pengalaman yang banyak dan kenangan ini akan memberikan manfaat untuk kajian dan hidup saya. Jasa dan pengorbanan yang telah diberikan amat saya hargai. Terima kasih buat semua.

## ABSTRACT

Due to lack of and increasing price of gasoline nowadays had changes all the vehicle manufacturers to find other alternative to replace gasoline to power their vehicles. Besides that, other effect that attracts vehicle manufacturers to replace the vehicle powered by gasoline is the requirement of customer that want vehicle that not produce any emission which can protect the earth. So to overcome this problem, vehicle powered by electric became the solution. This is because, using electricity there are no emissions at all will produce. Furthermore, electric also can produce a huge of power if the electric correctly combine with appropriate direct or alternate electric motor. These factors also attract Polis DiRaja Malaysia (PDRM) to improve their patrol unit by using the electric vehicle. The main objectives of this project are to produce a green vehicle with excellent control system, conduct research and study the driving behaviour and vehicle control system for this electric vehicle, and conduct dynamic analysis for this PDRM green vehicle. The scope of this project covers conducting analysis in order to determine the driving behaviour of this vehicle by using MSC.Adams software, conduct dynamic analysis in order to determine the best efficiency control system for this vehicle, and fabricate the PDRM green vehicle. The methodologies for this PSM project includes research for electric vehicle design and fabricate the PDRM green vehicle. The results of this project include the dynamic analysis of the electric vehicle.

## ABSTRAK

Akibat kekurangan dan kenaikan harga minyak sekarang ini memaksa pengeluar-pengeluar kenderaan mencari alternative lain bagi menggantikan minyak sebagai bahan bakar bagi menggerakkan kenderaan yang dihasilkan oleh mereka. Selain dari kekurangan dan harga minyak, faktor lain yang memaksa pengeluar kereta menggantikan minyak sebagai bahan bakar untuk menggerakkan kenderaan ialah kehendak pelanggan yang mahukan kenderaan yang tidak mengeluarkan sebarang pencemaran bagi melindungi Bumi ini. Bagi menyelesaikan masalah ini, kenderaan yang dipacu oleh motor elektrik menjadi sasaran utama kerana kenderaan yang dipacu menggunakan elektrik tidak langsung mengeluarkan sebarang pencemaran. Tambahan lagi, sekiranya tenaga elektrik ini digandingkan dengan motor elektrik yang bersesuaian, ia mampu menghasilkan jumlah tenaga besar. Faktor-faktor diatas juga menarik minat pihak Polis DiRaja Malaysia bagi mengubah cara rondaan mereka dengan menggunakan sebuah kenderaan elektrik. Objektif utama projek ini adalah menghasilkan sebuah kenderaan elektrik yang mempunyai system kawalan kenderaan yang efektif, mengkaji dan menjalankan ujian bagi menentukan corak pemanduan serta kawalan kenderaan elektrik ini, dan menjalankan analisis dinamik bagi kenderaan hijau PDRM ini. Skop kajian ini meliputi menjalankan analisis menggunakan perisian MSC.Adams bagi menentukan tingkah laku kenderaan elektrik ini, menjalan analisis dinamik secara terperinci dan membina sebuah kenderaan elektrik. Metodologi untuk PSM ini meliputi kajian ilmiah tentang rekabentuk kenderaan elektrik ini dan proses-proses fabrikasi kenderaan ini. Keputusan dari projek ini merangkumi dinamik analisi kenderaan elektrik ini.

## ISI KANDUNGAN

<b>BAB</b>	<b>KANDUNGAN</b>	<b>MUKA SURAT</b>
	<b>DEKLARASI</b>	<b>i</b>
	<b>DEDIKASI</b>	<b>ii</b>
	<b>PENGHARGAAN</b>	<b>iii</b>
	<b>ABSTRACT</b>	<b>iv</b>
	<b>ABSTRAK</b>	<b>v</b>
	<b>ISI KANDUNGAN</b>	<b>vi</b>
	<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>x</b>
	<b>SENARAI RAJAH</b>	<b>xi</b>
	<b>SENARAI SINGKATAN</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1</b>	<b>PENGENALAN</b>	<b>1</b>
	1.1 Gambaran Keseluruhan	1
	1.2 Pernyataan Masalah	2
	1.3 Objektif	4
	1.4 Skop Projek	4
	1.5 Organisasi Projek Akhir	5



<b>BAB 2</b>	<b>KAJIAN ILMIAH</b>	<b>6</b>
2.1	Pengenalan	6
2.2	Sejarah-Sejarah Kenderaan Elektrik	7
2.2.1	Zaman Permulaan (1890-1930)	7
2.2.2	Zaman Pertengahan (1930-1990)	9
2.2.3	Tahun 1990 Hingga Sekarang	9
2.3	Jenis-Jenis Kenderaan Elektrik	10
2.3.1	Kenderaan Elektrik bateri	10
2.3.2	Kenderaan Elektrik Gabungan (PHEV)	12
2.4	Jenis-jenis Reka Bentuk Kenderaan Elektrik	13
2.4.1	Konsep Tiga Tayar	13
	(Dua tayar Di Hadapan, Satu Tayar Di Belakang)	
2.4.1.1	Kestabilan	14
2.4.1.2	Ringan dan Berkuasa	14
2.4.2	Konsep Tiga Tayar	15
	(Satu Tayar Di Hadapan, Dua Tayar Di Belakang)	
2.5	Jenis-Jenis Motor Elektrik	15
2.5.1	Motor Arus Terus	15
2.5.2	' <i>Series-wound Motors</i> '	16
2.5.3	Motor Arus Ulang-Alik	17
2.6	Kecekapan	17
2.7	Jenis-Jenis Sistem Pendawaian Bateri	18
2.7.1	Sesiri	18
2.7.2	Selari	19
2.7.3	Gabungan Antara Sesiri dan Selari	19
2.8	Analisis Kawalan dan Tunggangan	20
2.8.1	Tunggangan	20
2.8.2	Kawalan	23
2.8.2.1	Kawalan Pada Jalan Lurus	24
2.8.2.2	<i>Pitch Vibration</i>	24
2.8.2.3	<i>Roll Vibration</i>	25
2.9	Rumusan Kajian Ilmiah	26

<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI</b>	<b>27</b>
3.1	Pengenalan	27
3.2	Carta Alir PSM	28
3.2.1	Projek Sarjana Muda 1	28
3.2.2	Projek Sarjana Muda 2	29
3.3	Reka Bentuk Konsep	30
3.3.1	Konsep 1	30
3.3.2	Konsep 2	31
3.3.3	Konsep 3	32
3.3.4	Rumusan Reka Bentuk Konsep	33
3.4	Reka bentuk Tiga Dimensi	34
3.5	Senarai Bahan Asas Dan Peralatan Yang Digunakan	35
3.6	Langkah-langkah Pelaksanaan Projek	38
3.6.1	Kerja-Kerja Fabrikasi	38
3.6.1.1	Pemotongan Besi	38
3.6.1.2	Kimpalan Setempat (Kimpalan Sementara)	39
3.6.1.3	Kimpalan Penuh	40
3.6.1.4	Pembinaan dan Pemasangan Lengan (Swing Arm)	42
3.6.1.5	Pendawaian	44
3.6.1.5.1	Pendawaian Sistem Kawalan	44
3.6.1.5.2	Pendawaian Aksesori Tambahan	47
3.6.1.6	Pemasangan	49
3.6.2	Analisis Dinamik Menggunakan Perisian MSC.Adams	50
3.6.2.1	Carta Alir Analisis Dinamik	50
3.6.2.2	Gambar Rajah Badan Bebas Kenderaan Elektrik	51
3.6.2.3	Penghasilan Model Dalam Perisian MSC.Adams	53
3.6.2.4	Ujian Ke atas Model	55

<b>BAB 4</b>	<b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>	<b>56</b>
	4.1 Pengenalan	56
	4.2 Kerja-Kerja Fabrikasi	56
	4.3 Analisis Dinamik	57
	4.4 Ujian Pecutan Pada Jalan Lurus	59
	4.4.1 Analisis Bagi Mengenal Pasti Halaju Maksimum Kenderaan Elektrik	59
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN PENAMBAHBAIKAN</b>	<b>61</b>
	5.1 Kesimpulan	61
	5.2 Penambahbaikan	62
	<b>RUJUKAN</b>	<b>63</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>66</b>

**SENARAI JADUAL**

<b>JADUAL</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
Jadual 3.1	Spesifikasi Reka Bentuk Konsep	33
Jadual 3.2	Senarai Bahan Asas Yang Digunakan	36
Jadual 3.3	Senarai Peralatan Yang Digunakan	37
Jadual 3.4	Senarai Parameter	54

## SENARAI RAJAH

<b>RAJAH</b>	<b>TAJUK</b>	<b>MUKA SURAT</b>
Rajah 2.1	Kenderaan Elektrik Detroit 1907	8
Rajah 2.2	Kenderaan Elektrik Chrysler GEM Peapod	11
Rajah 2.3	Sistem Pacuan PHEV	12
Rajah 2.4	Konsep Tiga Tayar	13
Rajah 2.5	Pusat Graviti Konsep Tiga Tayar	14
Rajah 2.6	Motor Arus Terus	16
Rajah 2.7	Pendawaian Bateri Secara Sesiri	18
Rajah 2.8	Pendawaian Bateri Secara Selari	19
Rajah 2.9	Gabungan Pendawaian Bateri Secara Sesiri dan Selari	20
Rajah 2.10	Analisis Sistem Tunggangan	21
Rajah 2.11	Model Kenderaan	22
Rajah 2.12	Respon Kedudukan Penumpang dan Badan Kenderaan terhadap Permukaan Jalan	23
Rajah 3.1	Konsep 1	30
Rajah 3.2	Konsep 2	31
Rajah 3.3	Konsep 3	32
Rajah 3.4	Lukisan Dua Dimensi Kenderaan Hijau PDRM	34
Rajah 3.5	Kerangka Utama Kenderaan HijauPDRM	35

Rajah 3.6	Kerja-Kerja Memotong Besi Menggunakan Mesin Canai Tangan	39
Rajah 3.7	Besi-Besi Yang Telah Siap Dikimpal Setempat	40
Rajah 3.8	Kedudukan Rod Semasa Kimpalan	41
Rajah 3.9	Hasil Kimpalan Yang Disyorkan	41
Rajah 3.10	Kimpalan Penuh	42
Rajah 3.11	Rekabentuk Lengan	43
Rajah 3.12	Pemasangan Lengan Pada Rangka Utama	44
Rajah 3.13	48V Bateri	44
Rajah 3.14	Unit Kawalan Pemproses	45
Rajah 3.15	Motor Elektrik	45
Rajah 3.16	Lakaran Kasar Litar Elektrik Untuk Sistem Kawalan	46
Rajah 3.17	Pendawaian Sistem Kawalan Pada Kenderaan Elektrik	47
Rajah 3.18	Lakaran Kasar Litar Elektrik Untuk Aksesori Tambahan	48
Rajah 3.19	Gambar Rajah Badan Bebas Tunggangan	51
Rajah 3.20	Gambar Rajah Badan Bebas Kawalan	52
Rajah 3.21	Model Daripada MSC.Adams	53
Rajah 3.22	Lokasi Daya-Daya Yang Dikenakan Ke atas Model	54
Rajah 4.1	Kenderaan Elektrik PDRM	57
Rajah 4.2	Kadar Perubahan <i>Yaw</i>	58
Rajah 4.3	Kadar Perubahan <i>Roll</i>	59

**SENARAI SINGKATAN**

PHEV	=	Plug-In Electric Vehicle
DC	=	Direct Current
AC	=	Alternating Current
PDRM	=	Polis Di Raja Malaysia
UTeM	=	Universiti Teknikal Malaysia Melaka

## **BAB 1**

### **PENGENALAN**

#### **1.1 Gambaran Keseluruhan**

Kenderaan elektrik adalah sebuah kenderaan yang dipacu menggunakan motor elektrik yang berkecekapan tinggi yang langsung tidak mengeluarkan sebarang bentuk pencemaran. Oleh kerana tidak mengeluarkan sebarang bentuk pencemaran, kenderaan elektrik mempunyai potensi untuk menyelesaikan masalah pencemaran dengan begitu efektif sekali (Hussain, 2003). Reka bentuk dan kegunaan kenderaan elektrik sentiasa bergerak sejajar dengan kemajuan teknologi terkini (Leitman, 2009).

Kenderaan elektrik adalah sebuah kenderaan yang ringkas berbanding kenderaan yang dipacu oleh petrol. Ini kerana, perkara asas yang menggerakkan kenderaan elektrik ini hanyalah motor elektrik dan bateri yang digabungkan dengan suis buka dan tutup. Kebanyakan kenderaan elektrik mempunyai sistem kawalan bagi mengawal jumlah arus tenaga elektrik yang dialirkan kepada motor elektrik dan juga siri gear bagi menggerakkan roda dengan cara yang paling efektif.



Kenderaan elektrik terdiri daripada beberapa jenis tetapi fokus projek ini hanyalah pada jenis kenderaan elektrik bateri. Bagi mereka bentuk sebuah kenderaan elektrik, perkara pertama yang perlu diambil berat adalah bahagian utama yang perlu ada didalam sesebuah kenderaan elektrik. Kenderaan elektrik berbateri memerlukan bateri elektrik yang boleh dicas semula, motor elektrik yang bersesuaian dan sistem control yang digabungkan bersama rangka dan badan (Leitman dan Brant, 2009).

Sebelum mereka bentuk dan menjalankan sebarang analisis, spesifikasi kenderaan mestilah dibincangkan dahulu bagi mencapai kehendak pelanggan dan syarikat (Larmine dan Lowry, 2003). Sebagai contoh, adakah kenderaan elektrik ini sesuai untuk bergerak di lebuh raya berkelajuan tinggi ataupun ianya hanya sesuai untuk digunakan dikawasan bandar sahaja. Ini adalah kerana, faktor ini memberi impak besar dalam bentuk kenderaan elektrik itu. Proses rekabentuk memerlukan carta alir kerja, kajian ilmiah, lakaran, 3 dimensi lukisan dan banyak lagi sebelum sesebuah rekabentuk itu menjalani proses-proses fabrikasi.

## **1.2 PERNYATAAN MASALAH**

Pada zaman sekarang, kepanasan global adalah masalah utama bagi semua golongan penduduk. Tambahan lagi, kepanasan global ini dipercayai berlaku akibat perbuatan manusia itu sendiri. Peratusan kepanasan global ini meningkat dari tahun ke tahun dan dikhuatiri jika perkara ini terus berlaku, suhu muka Bumi ini akan meningkat hingga tahap maksimum yang akan member kesan terhadap kesihatan manusia sejagat. Sebab-sebab akibat meningkatnya suhu kepanasan global adalah seperti pembebasan gas karbon dioksida dari ekzos kenderaan.

Kenderaan elektrik adalah penyelesaian bagi masalah ini. Ini adalah kerana, kenderaan elektrik langsung tidak mengeluarkan sebarang bentuk pencemaran yang menipiskan lapisan ozon berbanding kenderaan yang dipacu oleh petrol, diesel dan lain-lain lagi. Ini kerana, daripada menggunakan petrol kenderaan elektrik ini

menggunakan bateri bagi menggerakkan kenderaan elektrik ini dan memberikan kesan positif terhadap alam sekitar. Tambahan lagi, kenderaan elektrik amat sesuai digunakan pada masa sekarang kerana terlampau banyaknya pencemaran yang terhasil dari sumber-sumber lain seperti asap-asap kilang dan banyak lagi.

Bagi kebanyakan masyarakat, harga petrol yang tidak menentu, masyarakat mengawal penggunaan kenderaan mereka seharian. Tetapi, ada juga sebahagian pengguna mengatakan dan percaya bahawa kenderaan elektrik ini tidak standing dengan kenderaan-kenderaan konvensional dari segi pecutan dan sistem control. Mereka juga mengatakan bahawa keinginan untuk memandu akan hilang disebabkan faktor-faktor tersebut.

Kebanyakan kenderaan elektrik direkabentuk supaya mempunyai saiz yang kecil dan hanya mampu memuatkan seorang sahaja didalamnya. Berdasarkan situasi ini, terbukti bahawa kenderaan elektrik ini sesuai untuk digunakan oleh mana-mana pihak di mana sahaja kerana saiznya yang kecil. Oleh kerana menyahut seruan kerajaan negeri dalam menobatkan Melaka sebagai negeri berteknologi hijau, pihak PDRM Melaka memerlukan sebuah kenderaan elektrik yang bersaiz kecil bagi menjalankan rondaan di kawasan-kawasan tertentu. Dalam kes ini, PDRM memerlukan sebuah kenderaan untuk meronda dikawasan Kota A Famosa yang agak luas. Lebih banyak masa yang diperlukan bagi melakukan aktiviti rondaan jika anggotanya hanya berjalan kaki. Oleh itu, dengan penghasilan kenderaan elektrik ini, masa rondaan dapat di singkatkan dan dapat dilakukan dengan kerap. Dalam kes sistem kawalan kenderaan yang cekap, anggota PDRM dapat bergerak dari satu kawasan ke satu kawasan dengan cepat dan selamat.

Secara ringkasnya, pernyataan masalah bagi projek ini adalah seperti:

- a. Kecekapan motor elektrik bagi menggerakkan keseluruhan sistem kenderaan elektrik.
- b. Rekabentuk yang ergonomik dan mampu menarik minat pengguna.
- c. Harga yang berpatutan, mampu dimiliki.
- d. Menentukan ciri-ciri sistem kawalan yang stabil.

### **1.3 OBJEKTIF**

Objektif projek ini adalah seperti berikut:

- 1) Menghasilkan sebuah kenderaan elektrik yang mempunyai sistem kawalan kenderaan yang bagus.
- 2) Mengkaji dan menjalankan ujian bagi menentukan corak pemanduan dan kawalan kenderaan elektrik ini.
- 3) Menjalankan analisis dinamik bagi kenderaan hijau PDRM.

### **1.4 SKOP PROJEK**

Bagi menjalankan dan melengkapkan keseluruhan projek ini, beberapa skop haruslah dituruti bertujuan mendisiplinkan diri. Skop projek ini adalah seperti:

- 1) Menjalankan analisis menggunakan perisian MSC.Adams bagi menentukan tingkah laku kenderaan hijau PDRM ini.
- 2) Menjalankan dinamik analisis secara terperinci bagi menentukan sistem kawalan yang mempunyai kecekapan tinggi.
- 3) Menghasilkan sebuah kenderaan elektrik bagi pihak PDRM.

## 1.5 ORGANISASI PROJEK AKHIR

Secara ringkas, laporan ini mengandungi lima bab yang telah diringkaskan seperti dibawah:

Bab 1: Pengenalan projek yang mengandungi objektif, pernyataan masalah, dan skop projek ini.

Bab 2: Berkaitan kajian ilmiah berdasarkan kajian-kajian lepas yang boleh diguna pakai dalam projek ini seperti asal-usul kenderaan elektrik, rekabentuk kenderaan elektrik, dan analisis kenderaan elektrik.

Bab 3: Bab ini menceritakan perjalan projek ini dari mula hingga akhir. Perjalanan projek ini meliputi proses rekabentuk menggunakan perisian Autodesk Inventor Professional 2012 bagi menghasilkan kenderaan elektrik dalam bentuk tiga dimensi (3D) dan perisian MSC.Adams bagi menentukan corak pemanduan kenderaan elektrik ini.

Bab 4: Bahagian ini membincangkan analisis dan keputusan yang telah dijalankan.

Bab 5: Kesimpulan mengenai projek ini dan beberapa syor untuk masa hadapan.

## **BAB 2**

### **KAJIAN ILMIAH**

#### **2.1 PENGENALAN**

Bagi menganalisis corak pemanduan kenderaan elektrik ini, simulasi menggunakan perisian MSC.Adams ini mengandungi dua bahagian utama iaitu menghasilkan model kenderaan dalam perisian tersebut dan menjalankan dinamik analisis. Bab ini dimulakan dengan asal-usul kenderaan elektrik untuk memberi pendedahan berkenaan kenderaan elektrik sebelum memasuki fasa simulasi. Bab ini juga meliputi kajian ilmiah berkenaan simulasi corak pemanduan dan ringkasan kajian-kajian lepas yang bertindak sebagai panduan ketika menjalankan proses simulasi nanti.

## **2.2 SEJARAH-SEJARAH KENDERAAN ELEKTRIK**

Walaupun kenderaan elektrik ini nampak seperti teknologi baru di Malaysia, hakikatnya, kenderaan elektrik ini telah lama di jumpai dan di gunakan oleh orang-orang barat. Kenderaan elektrik ini telah melalui beberapa fasa perubahan dari dahulu sehingga kini

### **2.2.1 Zaman Permulaan (1890-1930)**

Kenderaan elektrik bukanlah satu teknologi yang baharu, secara faktanya, kenderaan elektrik telah wujud sejak 100 tahun yang dahulu lagi dan mempunyai sejarah menarik dimana ianya berkembang sehingga sekarang. Tenaga elektrik adalah merupakan suatu tenaga yang telah lama diguna pakai bagi menggerakkan kenderaan dan masih digunakan sehingga sekarang. Sejarah kenderaan amatlah menarik sekali dimana demonstrasi pertamanya telah dilakukan pada tahun 1890 dan dikomersialkan pada penghujung abad ke-19. Kenderaan elektrik kini telah memasuki abad ke-3 dimana kenderaan ini masih berjaya dikomersialkan. Sehingga sekarang banyak teknologi lama ditukar ganti dengan teknologi baru (Larminie dan Lowny, 2003).

Pada tahun 1899 dan 1900, kehendak pelanggan bagi kenderaan elektrik mencapai tahap tertinggi sehingga jenis kenderaan lain tidak langsung dapat dijual. Ini kerana, pada permulaan tahun 1900, banyak kelebihan yang ada pada kenderaan elektrik berbanding dengan kenderaan konvensional lain seperti tidak mempunyai gegaran yang terhasil daripada enjin, tidak mengeluarkan sebarang bauran pencemaran akibat tiadanya enjin pembakaran dalam, dan senyap. Pada zaman tersebut, penukaran gear pada kenderaan yang dipacu menggunakan petrol adalah merupakan masalah utama yang mengakibatkan pengguna lebih tertarik pada

kenderaan elektrik yang tidak mempunyai sistem penukaran gear. Walaubagaimanapun, kenderaan elektrik mempunyai kesamaan dengan kenderaan berenjin stim dimana kenderaan berenjin stim juga tidak mempunyai sistem penukaran gear. Walaubagaimanapun, pengguna lebih tertarik terhadap kenderaan elektrik kerana kenderaan berenjin stim memerlukan masa yang banyak untuk dihidupkan dan mengambil masa kira-kira 45 minit untuk dihidupkan pada pagi yang sejuk. Salah satu lagi sebab mengapa kenderaan elektrik begitu diminati pada tahun ini adalah kerana keadaan jalan yang baik cuma hanya ada di bandar, oleh itu, penggunaan elektrik adalah yang terbaik dimana jarak pemanduan yang terhad. Kenderaan elektrik juga amat diminati kerana ianya tidak menyusahkan pengguna untuk menghidupkannya berbanding kenderaan enjin petrol (Muhammad Hazwan bin Md. Jamal, 2011).



**Rajah 2.1: Kenderaan Elektrik Detroit 1907**

(Sumber: Transportation Tuesday: The Detroit Electric is Back)

### **2.2.2 Zaman Pertengahan (1930-1990)**

Walaupun kenderaan elektrik begitu terkenal pada zaman permulaan, pada tahun 1935 merupakan tahun kejatuhan bagi kenderaan elektrik. Zaman kejatuhan kenderaan elektrik sebagai kenderaan persendirian berterusan hingga tahun 1960. Ini adalah kerana, pada tahun 1960 dan 1970 alternatif lain bagi menggantikan petroleum sebagai bahan bakar utama bagi menggerakkan kenderaan giat dilakukan (Muhammad Hazwan bin Md. Jamal, 2011).

Bermulanya abad ke-20, kenderaan elektrik kembali dipandang sebagai kenderaan yang akan diguna pada masa hadapan. Ini kerana, kenderaan elektrik menyerupai kenderaan berenjin petrol dimana kenderaan elektrik senang dihidupkan, mudah digunakan, dan kuasa tujahan yang dihasilkan (Larminie dan Lowry, 2003). Pada pertengahan tahun 1983 sehingga permulaan tahun 1990, kenderaan elektrik kembali ke zaman kejatuhannya kembali sehingga tiadanya iklan-iklan mengenai kenderaan elektrik di dada-dada akhbar dan majalah (Leitman dan Brant, 2009).

### **2.2.3 Tahun 1990 Sehingga Sekarang**

Berdasarkan beberapa akta yang diperbaharui kemajuan kenderaan elektrik kini kian meningkat seperti Pindaan Akta Udara Bersih 1990, Akta Tenaga Dasar 1992 dan syarat-syarat yang dikemukakan oleh '*California Air Resources Board (CARB)*'. Tambahan lagi, sesetengah Negara mengetengahkan isu '*Zero Emission Vehicle*' bagi mengurangkan pencemaran yang kian meningkat pada masa kini. Penghujung abad ke-20 menunjukkan kenderaan elektrik telah mengalami beberapa perubahan yang menyebabkan kenderaan elektrik mampu menarik minat pelanggan kembali. ini kerana peningkatan kesedaran pengguna terhadap pentingnya alam