

Saya / Kami akui bahawa telah membaca
karya ini dan pada pandangan saya / kami karya ini
adalah memadai dari segi skop dan kualiti untuk tujuan penganugerahan
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Automotif)

Tandatangan :

Nama Penyelia : FATIMAH AL-ZAHRAH BINTI MOHD SA'AT

Tarikh :

ANALISIS RISIKO DARIPADA
SUDUT KUALITATIF DAN KUANTITATIF TERHADAP
TEKSI NGV

MOHD AIN BIN KAMARUDDIN

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

Fakulti Kejuruteraan Mekanikal
Universiti Teknikal Malaysia Melaka

MEI 2009

“Saya akui laporan ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali ringkasan dan petikan yang
tiap-tiap satunya saya telah jelaskan sumbernya”

Tandatangan : -----
Nama Penulis : -----
Tarikh : -----

Untuk ayah, ibu dan keluarga tersayang

PENGHARGAAN

Penulis ingin merakamkan syukur kehadiran Allah S.W.T berkat limpah kurnia dan rahmat-Nya dapat saya menyelesaikan Projek Sarjana Muda saya dalam tempoh yang ditetapkan. Penghargaan saya tujukan pada penyelia saya, Puan Rafidah BT Hassan kerana berkat bimbingan serta tunjuk ajar beliau membantu saya sepanjang menjalani Projek Sarjana Muda ini. Juga terima kasih saya kepada rakan-rakan yang membantu saya secara langsung mahupun tidak langsung pertolongan anda amat saya hargai. Akhir sekali penghargaan saya tujukan kepada semua yang terlibat secara langsung mahupun tidak membantu saya dalam proses menyelesaikan laporan Projek Sarjana Muda ini. Semoga laporan ini dapat membantu sebagai rujukan kepada pelajar lain di masa kelak.

ABSTRAK

Projek Sarjana Muda ini merupakan satu kajian analisis risiko daripada sudut kualitatif dan kuantitatif terhadap teksi NGV. Projek ini akan memperolehi data daripada kaji selidik yang dibuat terhadap pemandu-pemandu teksi yang menggunakan teksi NGV. Projek ini hanya melibatkan teksi NGV Iswara 1500cc berkaburator. Ini kerana, secara puratanya teksi NGV Iswara 1500cc berkaburator merupakan jenis teksi yang paling banyak di gunakan di Malaysia. Daripada data yang diperolehi, analisis dengan menggunakan kaedah *Failure Mode Effect Analysis* atau FMEA dan juga kaedah *Fault Tree*. FMEA mewakili analisis secara kualitatif manakala Fault Tree mewakili analisis secara kuantitatif. Berdasarkan data yang diperolehi terdapat empat peralatan utama dalam sistem NGV teksi yang perlu dibuat analisis bagi menentukan tahap risiko penggunaan setiap peralatan dan juga kebarangkalian berlakunya sebarang permasalahan. Daripada keputusan analisis yang telah dibuat, langkah-langkah yang dapat dilakukan bagi menghindar atau mengatasi masalah pada setiap peralatan itu akan diberi dan dibincangkan di dalam laporan projek ini. Projek ini diharap dapat memberi informasi terhadap tahap keselamatan penggunaan teksi NGV dan juga langkah-langkah bagi meningkatkan tahap keselamatan penggunaan teksi NGV.

ABSTRACT

This Projek Sarjana Muda is actually a risk analysis from the qualitative and quantitative perspective on NGV taxi. This project will acquire its data from surveys that were done on a NGV taxi driver. This project will only used carbureted 1500 Iswara NGV taxi. This is because most of the NGV taxi that were used in Malaysia is from this model. From the gathered data, analysis will be done using *Failure Mode Effect Analysis* or FMEA and also Fault Tree analysis. FMEA represent qualitative analysis while Fault Tree analysis represent quantitative analysis. From the data, there are a few parts in taxi NGV need to be analyzed to identify the risk level of each of the parts and also the probability of the occurrence of any problem. From the analysis result, a proper steps were that can be done to prevent the important parts from dysfunctions will be states and discuss in this project. It is hope that this project could gives an information towards the safety of the used of taxi NGV and also steps to improve the safety level of the NGV taxi.

KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	i
	DEDIKASI	ii
	PENGHARGAAN	iii
	ABSTRAK	iv
	<i>ABSTRACT</i>	v
	KANDUNGAN	vi
	SENARAI JADUAL	x
	SENARAI RAJAH	xii
	SENARAI LAMPIRAN	xiv
BAB I	Pengenalan	1
	1.1 Latar Belakang Projek	1
	1.2 Kepentingan projek	3
	1.3 Objektif	4
	1.4 Skop Projek	4
BAB II	Kajian Ilmiah	5
	2.1 Penerangan	5

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
2.2	Sistem Jenis Pencampuran atau <i>Mixer Type System</i>	8
2.2.1	Pengatur Tekanan atau <i>Regulator</i>	10
2.2.2	Injap Pengisian Atau <i>Refilling Valve</i>	11
2.2.3	Pengadun atau <i>Mixer</i>	12
2.2.4	Hos Paip atau <i>Pipe Hose</i>	13
2.3	Pertimbangan Kos	14
2.4	Insiden Dan Kemalangan	14
2.5	Saiz Dan Kebolehpayaan Penembusan Pasaran	15
2.6	Keselamatan	17
2.6.1	Pemeriksaan silinder CNG	17
2.6.2	Lebih ringan daripada udara	18
2.6.3	Tempat Penyimpanan	18
2.6.4	Bahan bakar kenderaan bermotor sejak 1930	18
2.6.5	Suhu penyalaan yang lebih tinggi dan kebolehbakaran yang terhad	19
2.6.6	Bau	19
2.6.7	Kesan apabila Gas Asli tumpah	19
2.7	Analisis Kualitatif	20
2.8	Mod Kegagalan dan Analisis Kesan (<i>Failure Mod Effects Analysis</i> atau FMEA)	21

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
2.9	Mod Kegagalan dan Analisis Kesan (<i>Failure Mod Effects Analysis</i> atau FMEA)	22
3.0	Analisis Pokok Kesalahan (<i>Fault Tree</i>)	22
BAB III	KAEDAH KAJIAN	24
3.1	Proses Analisis Risiko	24
3.2	Analisis Secara Manual	27
3.3	Analisis Dengan Menggunakan Perisian	27
3.4	Kaedah Mencari Data	27
	3.4.1 Borang Kaji Selidik	28
BAB IV	KEPUTUSAN	29
4.1	Keputusan Kaji Selidik dan Data yang di Perolehi	29
4.2	Penaksiran Kadar Risiko	33
4.3	Potensi Mod Kegagalan Dan Analisis Kesan, <i>Potential Failure Mode And Effect Analysis</i> (FMEA)	34
4.4	Analisis Anak Pokok atau Fault Tree Analysis	45

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
BAB V	PERBINCANGAN DAN CADANGAN	51
5.1	Perbincangan Keseluruhan	51
5.1.1	<i>Regulator</i>	53
5.1.2	<i>Mixer</i>	54
5.1.3	<i>Pipe Hose</i>	54
5.1.4	<i>Refilling Valve</i>	55
5.2	Kebocoran Gas Asli	56
BAB V	KESIMPULAN	58
	RUJUKAN	59
	BIBLIOGRAFI	61
	LAMPIRAN	62

SENARAI JADUAL

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Pertambahan Kenderaan CNG dan Pusat Pengisian Semula Di Malaysia (Sumber: Petronas NGV Sdn.Bhd, 30/1/2009)	15
2.2	Statistik Kenderaan NGV Antarabangsa (Sumber: <i>Rujukan Internet</i> , 29 Ogos2008)	17
3.1	Perbandingan Antara Analisis Kualitatif Dan Kuantitatif	26
4.1	Jadual Peralatan dan Punca Kegagalan Berserta Jumlah Bilangan Koresponden	32
4.2	Analisis FMEA Terhadap <i>Regulator</i>	35
4.3	Analisis FMEA Terhadap <i>Pipe Hose</i>	37
4.4	Analisis FMEA Terhadap CNG <i>Refilling Valve</i>	39
4.5	Analisis FMEA Terhadap <i>Mixer</i>	41
4.6	Perbandingan Nombor SEV, OCC, DET Dan RPN Bagi Setiap Peralatan	42

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
4.7	Jadual Klasifikasi Kebarangkalian Kejadian atau <i>Probability of Occurance</i>	42
4.8	Jadual Klasifikasi Tahap Bahaya atau Kekerasan atau <i>Severity</i>	43
4.9	Jadual Klasifikasi Kebarangkalian Pengesanan atau <i>Probability of Detection</i>	44
4.10	Jadual Peralatan dan Punca Kegagalan Berserta Berserta Bilangan Koresponden Dan Kebarangkalian Untuk Gagal Berfungsi dan Berfungsi	45
4.11	Jadual Penilaian <i>Fault Tree</i> untuk Kebocoran Gas Daripada Rajah 4.3	47
4.12	Jadual Penilaian <i>Fault Tree</i> Daripada Rajah 4.4	50
5.1	Jadual Tahap Bahaya Bagi Setiap Peralatan Berdasarkan Analisis Yang Telah Dilakukan	52

SENARAI RAJAH

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
2.1	Teksi CNG (Sumber: <i>Rujukan Internet</i> , 18/2/2009)	6
2.2	Sistem NGV pada teksi (Rahmat, Zulkefli, Zulkifli dan Shameed)	9
2.3	<i>Regulator</i> (Sumber: <i>Rujukan Internet</i> , 8/2/2009)	10
2.4	Injap Pengisian CNG-NGV (Sumber: <i>Rujukan Internet</i> , 8/2/2009)	11
2.5	Pengadun atau Mixer (Sumber: <i>Rujukan Internet</i> , 20/2/2009)	12
2.6	Hos Paip atau <i>Pipe Hose</i> pada tangki teksi NGV (Sumber: <i>Rujukan Internet</i> , 20/2/2009)	13
2.7	Graf CNG VS Bahan Bakar Lain	20
2.8	Contoh Diagram <i>Fault Tree</i> (Sumber: <i>Rujukan Internet</i> , 11 September 2008)	23
3.1	Carta Alir Kaedah Kajian	25

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
4.1	Keputusan Survey Yang Di Perolehi Menunjukkan Peralatan Dalam Sistem NGV Yang Paling Kerap Mengalami Kerosakan	29
4.2	Keputusan Kaji Selidik Yang Diperolehi Digambarkan Mengikut Jumlah Peratusan peralatan Yang Paling Mudah Mengalami Kerosakan	31
4.3	Analisis <i>Fault Tree</i> Bagi Permasalahan Kebocoran Gas	46
4.4	Analisis <i>Fault Tree</i> Bagi Permasalahan Enjin Tidak Berfungsi Dengan Baik	49
5.1	Muncung <i>Refilling Valve</i>	55
5.2	Sampel <i>Ring Washer</i>	56

SENARAI LAMPIRAN

BIL	TAJUK	MUKA SURAT
A	Jenis Enjin Teksi NGV	62
B	Enjin Teksi NGV	62
C	Borang Kaji Selidik	63

BAB I

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Projek

Kenderaan Gas Asli (*Natural Gas Vehicle* atau NGV) adalah kenderaan yang menggunakan bahan bakar alternatif bagi menggantikan penggunaan petroleum. NGV menggunakan gas asli termampat (*Compressed Natural Gas* atau CNG) sebagai bahan bakar alternatifnya. CNG adalah merupakan gas asli yang sama digunakan dirumah-rumah bagi tujuan memasak dan pemanasan.

Gas asli termampat (CNG) merupakan bahan api alternatif yang paling berjaya dan digunakan dengan meluas bagi kenderaan terkini yang berada di pasaran. Kenderaan pacuan petrol bagi tujuan ini biasanya dilengkapi dengan kit penukar gas asli bagi membolehkan operasi dwi-bahan api di antara CNG dan petrol. (Rahmat Mohsin, Zulkefli Yaacob, Zulkifli Abdul Majid dan Shameed Ashraf, 2008)

Gas asli merupakan gas yang sangat mudah komposisinya, 90% daripada komposisi gas asli adalah metana (CH_4), iaitu satu atom karbon dengan empat atom hydrogen disatukan. Baki peratusan melibatkan pula melibatkan propane, butana dan selainnya (*Rujukan Internet*, 15/8/2008)

Gas asli memerlukan isipadu yang lebih besar daripada cecair bahan bakar yang biasa. Oleh itu gas asli perlulah dimampatkan bagi membolehkan ia menjadi praktikal bagi penggunaan kenderaan. CNG merupakan gas asli yang biasa digunakan bagi NGV.

Di Malaysia, masih terdapat banyak gas asli yang masih belum digunakan dan diterokai. Stesyen minyak yang membekalkan CNG pula semakin bertambah dan jumlah kenderaan NGV dijangkakan sebanyak 57,000 pada tahun 2009. Di jangkakan sebanyak 3 317 036 kenderaan NGV terdapat di dunia dan Malaysia memiliki sebanyak 8300 kenderaan NGV sehingga Januari 2004. Kebanyakan kenderaan NGV di Malaysia adalah teksi yang menggunakan enjin 1500cc berkaburetor. (Rahmat Mohsin, Zulkefli Yaacob, Zulkifli Abdul Majid dan Shameed Ashraf, 2008)

Piawaiian bagi penggunaan NGV di Malaysia ialah MS1096-1997 dan MS1204-1991. Harga bagi CNG tidaklah tetap tapi lazimnya harga CNG adalah separuh daripada harga minyak petroleum(*Rujukan Internet*, 15/8/2008).

Penggunaan NGV semakin meluas atas desakan faktor harga minyak yang tidak menentu dan juga keadaan ekonomi yang semakin merosot dan tidak stabil. Kebanyakan kenderaan terutamanya teksi yang beroperasi di bandar-bandar telah diubahsuai kepada NGV. Malah penggunaan NGV untuk kenderaan biasa juga semakin meningkat. Pada masa kini terdapat banyak kenderaan yang telah dilengkapi dengan NGV. Pemasangan NGV semakin mudah kerana telah terdapat banyak pusat-pusat pemasangan NGV di Malaysia.

Penggunaan NGV bagi teksi-teksi di Malaysia telah meningkat dengan mendadak sejak kebelakangan ini. Para pemandu teksi telah mengambil inisiatif sendiri dengan memasang sistem NGV pada teksi mereka. Walaupun mereka terpaksa menanggung kos pemasangan sistem NGV itu sendiri, namun untuk jangka masa yang lebih panjang, penggunaan CNG akan lebih menjimatkan dan mampu menjana keuntungan yang lebih

berbanding dengan teksi konvensional. Ini kerana di Malaysia harga seliter gas asli di dapati sentiasa bernilai separuh daripada harga seliter petroleum. Peralatan-peralatan yang digunakan dalam sistem NGV telah di uji sebelum diluluskan untuk diguna pakai. Namun, oleh kerana penggunaan teksi NGV secara meluas di Malaysia masih baru, analisis risiko daripada sudut kualitatif dan kuantitatif terhadap penggunaannya perlu dilakukan bagi mengenal pasti masalah yang boleh menyebabkan kecelakaan harta benda dan nyawa, agar perkara ini dapat dielak daripada berlaku.

Di dalam projek ini, kajian dan analisis terhadap risiko penggunaan CNG bagi teksi dilakukan daripada sudut kualitatif dan kuantitatif. Risiko dari segi keselamatan penggunaan CNG dilakukan dari peringkat awal dengan mencari kemungkinan permasalahan yang mungkin berlaku dan langkah-langkah yang boleh dilakukan bagi mengatasinya.

1.2 Kepentingan Projek

Kajian dan analisis daripada sudut kualitatif dan kuantitatif terhadap risiko penggunaan CNG terhadap teksi sebagai kenderaan NGV adalah bagi menyediakan informasi dan maklumat berkaitan dengan risiko permasalahan yang mungkin berlaku dan langkah-langkah yang boleh dilakukan bagi mengatasinya. Projek ini diharapkan dapat digunakan sebagai satu bahan rujukan berkaitan dengan keselamatan terhadap teksi yang dilengkapi dengan NGV. Bahan-bahan teknikal yang lain seperti maklumat terhadap sistem NGV yang digunakan pada teksi turut akan disertakan dalam projek ini.

1.3 Objektif Projek

Objektif projek ini ialah:

- 1) Untuk menjalankan analisis risiko daripada sudut kualitatif terhadap teks NGV.
- 2) Untuk menjalankan analisis risiko daripada sudut kuantitatif terhadap teks NGV.
- 3) Untuk memberi langkah-langkah untuk meningkatkan tahap keselamatan teks NGV.

1.4 Skop Projek

Skop projek ini ialah:

- 1) Membuat analisis risiko kualitatif dengan menggunakan kaedah *Failure Mode Effects Analysis* atau FMEA terhadap teks NGV.
- 2) Membuat analisis risiko kuantitatif dengan menggunakan kaedah analisis *Fault Tree* terhadap teks NGV.
- 3) Menjalankan analisis pada teks NGV yang menggunakan enjin 1500cc 12 injap berkaburetor.
- 4) Menggunakan perisian tertentu seperti perisian (*Failure Mode Effects Analysis* atau FMEA) dalam projek.
- 5) Memberi cadangan langkah-langkah mengelak dan mengatasi bahaya atau permasalahan yang mungkin berlaku.

BAB II

KAJIAN ILMIAH

2.1 Penerangan

Gas asli yang boleh mengandungi sehingga 99 peratus metana adalah bahan bakar fossil, memiliki pembakaran yang bersih, murah dan jumlahnya masih banyak di dapati dalam bumi ini. Disebabkan kandungan utama gas asli ialah metana, kenderaan NGV membebaskan gas karbon dioksida yang lebih rendah daripada kenderaan yang menggunakan diesel, tetapi turut menghasilkan lebih gas metana. Dengan mempertimbangkan jumlah kitaran bahan bakar di antara teksi NGV dan teksi konvensional (*Compressed Natural Gas* atau gas asli termampat) termasuk pembebasan yang dihasilkan ketika penggunaan bahan bakar, teksi CNG didapati menghasilkan kesan rumah hijau yang sama atau pun lebih baik daripada teksi konvensional.

Risiko berkaitan dengan teknologi baru sentiasa akan diberi perhatian. Ini memerlukan penilaian yang teliti dan kajian yang sesuai. Jumlah kenderaan CNG bertambah dengan mendadak sejak tahun 1980. Teknologi ini boleh dikatakan baru jika dibandingkan dengan enjin petroleum dan diesel konvensional. Terdapat beberapa kajian awal yang memberi fokus utama terhadap menilai komponen-komponen utama dalam

sistem CNG bagi meningkatkan tahap keselamatan kenderaan CNG (Chamberlain dan Modarres, 2001)

Rajah 2.1 menunjukkan contoh sebuah teksi CNG yang luarannya kelihatan sama dengan teksi biasa.



Rajah 2.1: Teksi CNG (Sumber: *Rujukan Internet*, 18/2/2009)

Disebabkan sistem bahan bakar NGV ialah tertutup, tiada penyejukan berlaku. Menghidupkan enjin pada awal pagi juga tidak membebaskan gas berbahaya, ini kerana pengayaan ketika menghidupkan enjin tidak diperlukan secara tidak langsung mengurangkan pembebasan gas karbon dioksida. Pembebasan gas nitrogen dioksida daripada kenderaan NGV yang diselia dengan baik adalah lebih rendah daripada kenderaan petroleum yang sama jenis, bergantung kepada teknologi enjin, tetapi selalunya lebih rendah (Sumber: *Rujukan Internet*, 18 /8/ 2008).

Oleh kerana kenderaan NGV menggunakan gas asli, kenderaan NGV sepatutnya membebaskan lebih rendah gas nitrogen dioksida berbanding dengan kenderaan petrol biasa. (Sumber: *Rujukan Internet*, 18 /8/ 2008).

Terdapat dua jenis sistem ngv yang biasa digunakan dalam teksi NGV, dimana kedua-duanya membolehkan pemilik memilih samada ingin menggunakan gas asli atau petroleum sebagai bahan bakar. Dua jenis sistem itu ialah:

- 1) Teksi yang beroperasi menggunakan *mixer type system*.
- 2) Teksi yang beroperasi menggunakan *sequential type system*.

Kebanyakan teksi di Malaysia ialah model Proton Iswara 1500 cc 12V. Kesemua teksi model ini yang telah di ubahsuai kepada NGV menggunakan *mixer type system*. Oleh kerana itu projek ini hanya akan melibatkan teksi Proton Iswara 1500 cc 12V.

Kebanyakan teksi NGV yang telah diubahsuai kepada penyalaan-percikan enjin telah dioptimumkan untuk penggunaan gas asli. Silinder gas mudah dipasang dan pengisian gas boleh dijalankan di stesen gas yang menyediakan perkhidmatan pengisian CNG. (Sumber: *Rujukan Internet*, 18 /8/ 2008)

2.2 Sistem Jenis Pencampuran atau *Mixer Type System*

Pengubahsuaian jenis ini lazimnya dikenali sebagai pengubahsuaian NGV konvensional terhadap enjin berekaburetor. *Mixer System* keselaluannya menggunakan 5% hingga 15% kuasa kereta itu. Separa automatik bermaksud sistem ini memerlukan untuk menekan butang bagi menukar daripada mod gas asli kepada petrol dan juga sebaliknya. (Sumber: *Rujukan Internet*, 28/1/2009).

Penggunaan gas asli membuat kenderaan kehilangan sedikit kuasa berbanding dengan petroleum kerana sifat gas asli itu sendiri terutama ketika mendaki bukit. Namun begitu, disebabkan harga minyak petroleum yang mahal, penggunaan CNG tetap lebih menjimatkan. Teksi CNG juga memiliki jarak penggunaan yang lebih jauh berbanding teksi konvensional, tetapi ia juga turut di pengaruhi oleh saiz silinder.

Teksi CNG memang lebih berat berbanding dengan teksi konvensional. Ini disebabkan oleh berat tambahan daripada tangki minyak atau tangki silinder CNG. Namun, silinder CNG yang diperbuat daripada komposit gentian karbon yang jauh lebih ringan daripada silinder besi telah menjadi peralatan piawai bagi kebanyakan teksi CNG sekarang. Namun secara realitinya berat tambahan ini tidak menyebabkan sebarang kerosakan terhadap teksi itu. Kesemua tayar, sistem brek, dan peralatan yang lain telah di cipta bersesuaian dengan berat keseluruhan teksi termasuk beban.

Didapati teksi yang digunakan di kawasan dengan kondisi jalan yang teruk dan pemandu yang mengamalkan pemanduan yang kurang berhemah adalah punca utama kerosakan teksi tanpa mengira jenis dan berat teksi itu.

Pengubahsuaian kepada dwi-bahan bakar CNG yang dilakukan kepada teksi 1500cc berekaburetor menggunakan peralatan seperti butang penukar bahan bakar (*fuel selector switch*), alat pencampuran angin dan bahan bakar (*air fuel mixer*), injap solenoid CNG (*CNG solenoid valve*), injap solenoid petrol (*petrol solenoid valve*), silinder