

**PEMODELAN KEPEKATAN KARBON MONOKSIDA DI JALAN-JALAN
UTAMA DI PUSAT BANDAR KOTA KINABALU**

ONG PEI TZE

**TESIS INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH
SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM SAINS SEKITARAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

Mac 2005



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: Pemodelan Kepekatan Karbon Monoksida di Pusat
Bandar Kota Kinabalu.

Ijazah: Sarjana Muda dengan Kepujian (Sains Sepitaraan)

SESI PENGAJIAN: 2002-2005

Saya ONG PEI TZE

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sabaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepepatan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: 155, Antek Avenue,
Jln. Sultan Abdulah,
36000 Teluk Intan, Perak

En. Justin Sentian

Nama Penyelia

Tarikh: 23 / 3 / 2005

Tarikh: _____

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

- ** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

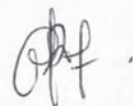
@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nuklian dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

21 Mac 2005



(ONG PEI TZE)

HS2002-3912



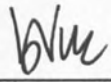
PERAKUAN PEMERIKSAAN**DIPERAKUKAN OLEH****Tandatangan****1. PENYELIA**

(En. Justin Sentian)



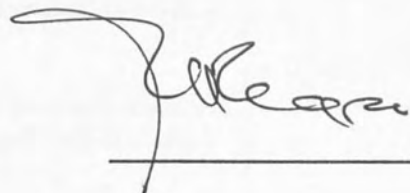
2. PEMERIKSA 1

(Dr. Vun Leong Wan)



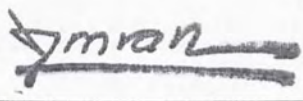
3. PEMERIKSA 2

(Prof. Madya Dr. Mohd. Harun Abdullah)



4. Dekan

(Prof. Madya Dr. Amran Ahmed)





PENGHARGAAN

Bersyukur saya kepada Tuhan kerana dengan limpah kurnia dan keizinanNya, kajian ini akhirnya dapat disiapkan.

Saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada Encik Justin Sentian selaku pnyelia dan pensyarah bagi program Sains Sekitaran. Dengan segala bantuan dan bimbingan beliau sepanjang masa ini telah menjadi unsure yang utama menjayakan kajian dalam projek ini.

Tidak lupakan berucap setinggi-tinggi terima kasih kepada bantuan Jabatan Perkhidmatan Kajian Cuaca Malaysia cawangan Sabah, Dewan Bandaraya Kota Kinabalu, Jabatan Konservasi dan Jabatan Pengangkutan Jalan Malaysia cawangan Sabahyang sudi membekalkan data-data yang diperlukan kepada saya.

Tambahannya, ingin ucapkan terima kasih kepada ibu bapa, kakak dan rakan sekelas yang sentiasa memberi dorongan sepanjang masa pengajian di Universiti Malaysia Sabah.

Akhir kata, kepada segala pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung yang telah memberi kerjasama dan bantuan, saya mengucapkan ribuan terima kasih dan sentiasa dingati. Moga disertai ini akan memberikan kepuasan dan panduan berguna kepada pembaca.

Sekian terima kasih

ONG PEI TZE
HS2002-3912



ABSTRAK

Kajian pemodelan CO telah dijalankan di tiga rangkaian jalan utama di Pusat Bandar Kota Kinabalu iaitu lokasi A (Jalan KK By Pass- Jalan Tunku Abdul Rahman- Jalan Tuaran), lokasi B (Jalan Tun Fuad Stephen- Jalan Tun Razak-Jalan Coastal- Jalan Kemajuan), dan lokasi C (Jalan Tun Fuad Stephen- Jalan Kemajuan). Pengukuran CO dan pengiraan bilangan kenderaan mengikut jenis kategori dalam purata 1 jam dilakukan di 7 stesen di sepanjang lokasi-lokasi kajian A, B dan C dalam 3 sesi puncak, iaitu pagi (0730-1030); tengah hari (1130-1430); dan petang (1630-1830). Pemodelan CO di setiap lokasi kajian pada tahun 2004 memodelkan dengan menggunakan model penyarakan CAL3QHC. Hasil kajian mendapati di sepanjang lokasi kajian B menunjukkan paras CO yang lebih tinggi berbanding dengan lokasi A dan C dengan kepekatan tertinggi di S6, iaitu 11.2 ppm. Kepekatan CO yang diramal (2004) menunjukkan korelasi positif yang baik dengan yang diukur. Kajian pemodelan selepas tempoh 10 tahun (2014) juga mendapati paras CO di S6 meningkat sebanyak 42% kepada 13 ppm. Kadar peningkatan paras CO di setiap lokasi adalah masing-masing antara 20.7% - 55.4% (lokasi A); 40.4% - 55.7% (lokasi B); dan 20.0% - 45.2% (lokasi C). Hasil kajian juga mendapati bilangan kenderaan yang melalui kawasan stesen pengukuran mempunyai korelasi yang baik dengan paras kepekatan CO. Kajian ke atas pendedahan terhadap 47 penerima di sepanjang lokasi-lokasi kajian mendapati tidak ada penerima yang terdedah dengan paras kepekatan CO yang melebihi garisan panduan yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar, iaitu 30 ppm (1 jam purata).



**CARBON MONOXIDE (CO) CONCENTRATION MODELING AT
SELECTED STEETS IN KOTA KINABALU CITY CENTER
(CALROAD MODELLING SOFTWARE)**

ABSTRACT

CO dispersion modeling was carried out at three main road networks in Kota Kinabalu City Centre namely location-A (KK By Pass road- Tunku Abdul Rahman road- Tuaran road); location-B (Tun Fuad Stephen road- Tun Razak road- Coastal road- Kemajuan road) and location-C (Tun Fuad Stephen road- Kemajuan road). CO measurement and motor vehicles counting were conducted at 7 stations along the three locations during three peak hours namely morning (0730-1030); afternoon (1130-1430); and evening (1630-1830). CO modeling was carried out using CAL3QHC dispersion model. Results have shown that the highest concentration of CO was observed at location-B particularly at S6 (11.2 ppm). The predicted CO concentrations (2004) were found to be positively correlated with the measured CO concentrations. CO modeling after 10 years (2014) showed that CO concentration at S6 increased about 42% to 13 ppm. The increased concentrations of CO at each location were between 20.7% - 55.4% (location A), 40.4% - 55.7% (location B) and 20.0% - 45.2% (location C) respectively. This study has also shown that the CO concentration has a strong correlation with the number of motor vehicles. Study on the 47 receptors along the studied locations has found that none of them were exposed to CO concentration exceeded the DOE guideline limit of 30 ppm (1hr-TWA).



KANDUNGAN

	HALAMAN
PENGAKUAN	ii
PENGAKUAN PEMERIKSA	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
SENARAI KANDUNGAN	viii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiii
SENARAI SIMBOL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 PEMODELAN SEKITARAN ATMOSFERIK	2
1.3 PEMILIHAN MODEL	3
1.4 APLIKASI PEMODELAN	4
1.5 OBJEKTIF	5
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	6
2.1 PENCEMARAN UDARA	6
2.2 GARIS PANDUAN KUALITI UDARA	8
2.3 SUMBER AUTOMOBIL	10
2.3.1 Pelepasan Pencemar daripada Enjin Automobil	11
2.4 MODEL KUALITI UDARA	13
2.4.1 “Temporal Resolution Of Models”	14
2.4.2 “Spatial Resolution Of Models”	15



2.5	FAKTOR PELEPASAN (EMISSION FACTOR)	16
2.6	KARBON MONOKSIDA (CO)	17
2.6.1	Kesan Kepada Kesihatan	18
2.7	PEMODELAN KARBON MONOKSIDA DALAM UDARA	20
2.8	“LINE SOURCE EMISSION MODELS (LSEMs)”	22
2.8.1	“Line Source Deterministic Models (LSDMs)”	23
2.8.2	“Line Source Numerical Models (LSNMs)”	24
2.8.3	“Line Source Stochastic Models (LSSMs)”	25
2.8.4	“Ann-Based LSMs (ANN)”	25
2.9	PEMBATASAN TEORITIKAL LSEM	26
2.10	MODEL CALINE-3	27
2.11	MODEL CAL3QHC	29
2.12	KELEMAHAN MODEL CAL3QHC	30
BAB 3 BAHAN DAN KAEDAH		33
3.1	LOKASI KAJIAN	33
3.2	JENIS BAHAN PENCEMAR	33
3.3	PROSEDUR-PROSEDUR	34
3.3.1	Fasa Pertama: Pengumpulan Data Input	34
3.3.2	Fasa Kedua: Pemprosesan Dan Penginputan Data	40
3.3.3	Fasa Ketiga: Analisis Output	41
3.3.4	Fasa Keempat: Verifikasi Model	42
3.3.5	Fasa Kelima: Ramalan Kepekatan CO Untuk Masa Depan (Tahun 2014)	42
BAB 4 KEPUTUSAN DAN ANALISIS DATA		44
4.1	METEOROLOGI KAWASAN KAJIAN	44
4.2	PENGUKURAN CO PADA TAHUN 2002	45
4.3	PEMODELAN CO TAHUN 2004	46



4.3.1 Lokasi Kajian A	47
4.3.2 Lokasi Kajian B	48
4.3.3 Lokasi Kajian C	50
4.3.4 Keseluruhan Pusat Bandar KK	51
4.3.5 Pendedahan CO pada Penerima-penerima	52
4.4 VALIDASI PEMODELAN	53
4.5 KORELASI ANTARA KEPEKATAN CO DENGAN BILANGAN KENDERAAN	56
4.6 PEMODELAN CO PADA TAHUN 2014	57
4.6.1 Lokasi Kajian A	57
4.6.2 Lokasi Kajian B	59
4.6.3 Lokasi Kajian C	60
4.6.4 Di Seluruh Pusat Bandar KK	62
4.7 PERBANDINGAN PENDEDAHAN CO ANTARA TAHUN 2004 DAN 2014	63
BAB 5 PERBINCANGAN	68
5.1 PEMODELAN CO TAHUN 2004	68
5.1.1 Penerima-penerima	73
5.2 PERBANDINGAN PARAS CO ANTARA TAHUN 2004 DAN 2014	74
5.2.1 Penerima-penerima	79
BAB 6 KESIMPULAN DAN CADANGAN	81
6.1 KESIMPULAN	81
6.2 CADANGAN	83
RUJUKAN	85
LAMPIRAN	91



SENARAI JADUAL

No. Jadual	Halaman
2.1 Kepekatan spesies surih dalam troposfera bersih dan udara bandaraya tercemar	6
2.2 Garisan panduan kualiti udara dan piawai kualiti udara untuk melindungi kesihatan manusia	9
2.3 Jenis juzuk gas ekzos sebagai fungsi mod memandu	12
2.4 Model kualiti udara mendefinisikan bergantung pada skala ruangnya	15
2.5 Piawai kualiti udara ambien Malaysia bagi karbon monoksida	18
2.6 Kesan karbon monoksida ke atas manusia berdasarkan peratus karboksihemoglobin dalam darah	20
3.1 Penilaian Kelas-kelas Kestabilan Pasquill	37
4.1 Nilai maksimum paras CO (purata 1 jam) mengikut sesi puncak di setiap stesen pengukuran di seluruh Pusat Bandar KK pada tahun 2002	46
4.2 Nilai maksimum paras CO dan jumlah bilangan kenderaan (purata 1 jam) mengikut sesi masa di stesen pengukuran dalam lokasi kajian A pada tahun 2004	48
4.3 Nilai maksimum paras CO dan jumlah bilangan kenderaan (purata 1 jam) mengikut sesi masa di stesen pengukuran dalam lokasi kajian B pada tahun 2004	49
4.4 Nilai maksimum paras CO dan jumlah bilangan kenderaan (purata 1 jam) mengikut sesi masa di stesen pengukuran dalam lokasi kajian C pada tahun 2004	51
4.5 Nilai maksimum paras CO dan bilangan kenderaan (purata 1 jam) di setiap stesen pengukuran di seluruh Pusat Bandar KK pada tahun 2004	52
4.6 Nilai kolerasi antara keputusan pemodelan dengan data yang diukur di lokasi A, B dan C	54



- 4.7 Nilai maksimum paras CO dan jumlah bilangan kenderaan (purata 1 jam) di setiap stesen di lokasi kajian A pada tahun 2014 58
- 4.8 Nilai maksimum paras CO dan jumlah bilangan kenderaan (purata 1 jam) mengikut sesi masa di setiap stesen di lokasi kajian B pada tahun 2014 59
- 4.9 Nilai maksimum paras CO dan jumlah bilangan kenderaan (purata 1 jam) mengikut sesi masa di stesen pengukuran di lokasi kajian C pada tahun 2014 61
- 4.10 Nilai maksimum paras CO dan jumlah bilangan kenderaan (purata 1 jam) di S1-S7 yang terletak di Pusat Bandar KK pada tahun 2014 62
- 4.11 Nilai kepekatan CO (purata 1 jam) pada penerima-penerima yang terpilih di pusat Bandaraya KK pada tahun 2004 dan 2014 65



SENARAI RAJAH

No . Rajah	Halaman	
1.1	Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan model	3
2.1	Kompenen-komponen bagi komprehensif model kualiti udara	14
4.1	Arah dominan angin iaitu 258° (dari tahun 1992 – 2001) untuk menjalankan pemodelan kepekatan CO di stesen-stesen kajian	45
4.2	Lokasi bagi stessen-stesen pengukuran (S1-S7) di Pusat Bandar KK	46
4.3	Taburan kontor CO (purata 1 jam) di setiap stesen pengukuran di lokasi kajian A dalam setiap sesi puncak pada tahun 2004	48
4.4	Taburan kontor CO (purata 1 jam) di setiap stesen pengukuran di lokasi kajian B dalam setiap sesi puncak pada tahun 2004	50
4.5	Taburan kontor CO (purata 1 jam) di setiap stesen pengukuran di lokasi kajian C dalam setiap sesi puncak pada tahun 2004	51
4.6	Taburan kontor CO (purata 1 jam) di setiap stesen pengukuran di keseluruhan Pusat Bandar KK pada tahun 2004	52
4.7	Nilai pendedahan CO (purata 1 jam) pada setiap penerima di seluruh Pusat Bandar KK pada tahun 2004	66
4.8	Korelasi antara nilai pemodelan dengan nilai pengukuran di lokasi kajian A	54
4.9	Kolerasi antara nilai pemodelan dengan nilai pengukuran CO di lokasi kajian B	55
4.10	Kolerasi antara nilai pemodelan dengan nilai pengukuran CO di Lokasi kajian C	55
4.11	Kolerasi antara kepekatan CO dengan bilangan kenderaan di sepanjang lokasi kajian A, B dan C di Pusat Bandar KK	56
4.12	Taburan kontor CO (purata 1 jam) di setiap stesen pengukuran di lokasi kajian A dalam setiap sesi puncak pada tahun 2014	58



4.13	Taburan kontor CO (purata 1 jam) di setiap stesen pengukuran di lokasi kajian B dalam setiap sesi puncak pada tahun 2014	60
4.14	Taburan kontor CO (purata 1 jam) di setiap stesen pengukuran di lokasi kajian C dalam setiap sesi puncak pada tahun 2014	61
4.15	Nilai maksimum paras CO (purata 1 jam) dalam sesi masa tertentu di setiap stesen pengukuran di lokasi kajian A, B dan C pada tahun 2004 dan 2014	61
4.16	Taburan kontor CO di S1-S7 di pusat Bandaraya KK pada tahun 2014	63
4.17	Nilai maksimum paras CO (purata 1 jam) di setiap stesen pengukuran di Pusat Bandar KK pada tahun 2004 dan 2014	63
4.18	Taburan kontor CO (purata 1 jam) di pusat Bandaraya KK pada setiap penerima pada tahun 2004 dan 2014	67
5.1	Nilai kepekatan CO dengan bilangan kenderaan (purata 1 jam) di setiap stesen pengukuran di Pusat Bandar KK pada tahun 2004 dan 2014	75
5.2	Nilai kepekatan CO dan bilangan kenderaan (purata 1 jam) di setiap stesen pengukuran di lokasi kajian A mengikut sesi-sesi puncak pada tahun 2004 dan 2014	76
5.3	Nilai kepekatan CO dan bilangan kenderaan (purata 1 jam) di setiap stesen pengukuran di lokasi kajian B mengikut sesi-sesi puncak pada tahun 2004 dan 2014	76
5.4	Nilai kepekatan CO dan bilangan kenderaan (purata 1 jam) di setiap stesen pengukuran di lokasi kajian C mengikut sesi-sesi puncak pada tahun 2004 dan 2014	77
5.5	Nilai pendedahan CO (purata 1 jam) pada setiap penerima di seluruh Pusat Bandar KK pada tahun 2004 dan 2014 berbanding dengan piawaian JAS	80



SENARAI LAMPIRAN

No. Lampiran		Halaman
Lampiran A	Peta Menunjukkan Jalan-jalan Utama Pusat Bandar KK	91
Lampiran B	Peta-peta Menunjukkan Kawasan Kajian Lokasi	92
Lampiran C	Peta-peta Menunjukkan Lokasi Stesen Pengukuran	95
Lampiran D	Pengiraan Latar Belakang CO	99
Lampiran E	Jumlah pendaftaran kenderaan 1991 hingga 03.05.2000 di kawasan Pantai Barat KK	100
Lampiran F	Bilangan Kenderaan Mengikut Jenis Kategori (purata 1 jam) di Lokasi Kajian A, B dan C pada Sesi Puncak pada tahun 2004 dan 2014	101
Lampiran G	Pengiraan Faktor Pelepasan	105



SENARAI SIMBOL

%	peratus
K	Kelvin
s	saat
°	darjah
<	lebih keil daripada
>	lebih besar daripada
≥	lebih/sama besar daripada
≤	lebih/sama kecil daripad
E	azimuth (sudut bering)
m	meter
cm	sentimeter
km	kilometer
m/s	meter per saat
cm/s	sentimeter per saat
ng/m ³	nanogram per meter padu
μg/m ³	mikrogram per meter padu
mg/m ³	miligram per meter padu
ppb	bahagian per billion (part per billion)
ppm	bahagian per juta (part per million)
X, Y, Z	koordinat punca linear (linear source)
vph	bilangan kenderaan per jam (vehicles per hour)
vhr/lane	bilangan kenderaan sejam per lorong (vehicles-1 hour per lane)
BRG	sudut bering
FLS	sumber garisan terhad (Finite Line Source)
HCM	Highway Capacity Manual
CALTRANS	California Department of Transportation
EPA	Environmental Protection Agency



WHO	World Health Organisation
EC	European Community
CALINE	California Line Source Dispersion Model
ADMS	Atmospheric Dispersion Modeling System
LSEMs	Line Source Emission Models
VEEs	Vehicular Exhaust Emission
AQCR	Air Quality Control Region
LSDMs	Line Source Deterministic Models
LSM	Line Source Model
LSNMs	Line Source Numerical Models
LSSMs	Line Source Stochastic Models
ANNs	Artificial Neural Network
MLPs	Multilayer Perceptions
DMM	Deterministic Mathematical Model
JAS	Jabatan Alam Sekitar



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Sesuatu ramalan pencemaran udara adalah amat diperlukan untuk memberikan sesuatu petunjuk yang jelas yang diakibatkan oleh pengaturan penggunaan pengangkutan pada masa kini. Ia juga mempersembah tujuan yang berguna dalam membuat andaian yang nyata dan membenarkan andaian tersebut dipelbagaikan untuk tindakan polisi (Whitelegg, 1994).

Kepelbagaian ruangan dan masa bagi sesuatu bahan pencemar di dalam atmosfera adalah juga bergantung kepada keadaan meteorologi dan topografi. Dalam menyifatkan kepelbagaian bahan pencemar tertentu dalam ruangan dan masa adalah sama ada memonitorkan atau memodelkan ataupun gabungan kedua-dua tersebut. Jikalau hanya pemonitoran udara dijalankan maka kaedah ini adalah sangat mahal, masa penggunaan dan memerlukan tenaga kerja yang berkemahiran serta alatan yang canggih. Maka, adalah perlunya membangunkan model-model simulasi di mana ianya fleksibel dalam menentukan kepekatan sesuatu bahan pencemar dengan pertukaran dalam sumber pelepasan dan kepelbagaian keadaan meteorologi. Model-model itu dapat dikategorikan dalam model mikroskala atau mesoskala (Husain dan Khan, 1982).



Model mikroskala adalah digunakan untuk menafsirkan paras pencemaran yang berdekatan dengan sumbernya; sedangkan kesan dalam jangka panjang daripada sesuatu sumber menyebabkan kepekatan latar belakang akan ditafsirkan oleh model mesoskala (Husain dan Khan, 1982). Biasanya, model jenis mikroskala dibangunkan untuk sumber seperti pelepasan gas ekzos automobil tetapi model mesoskala pula digunakan untuk sumber yang merupakan penyumbang besar seperti perindustrian petrolkimia, perkilangan penapis dan pembakaran gas-gas natural secara terbuka.

1.2 PEMODELAN SEKITARAN ATMOSFERIK

Permodelan sekitaran melibatkan proses pembangunan, penggunaan dan permohonan terhadap sesuatu model atmosferik yang merupakan aktiviti-aktiviti saintifik yang fokus pada memberi sesuatu ramalan dalam bidang kimia atmosferik. Menurut Builtjes (1998), terdapat empat tahap dan kaedah yang berlainan dalam permodelan, iaitu:

1. Permodelan boleh dalam bentuk analisis data melalui pemerhatian kepekatan bahan pencemar dan parameter meteorologikal.
2. Permodelan boleh digunakan sebagai alat untuk menyiasat kepentingan perhubungan dalam proses-proses berbeza yang diuraikan dalam model tertentu, di mana memandu dalam mengirakan kepekatan sesuatu bahan pencemar pada titik dan masa yang spesifik.
3. Melalui permodelan, dapat juga memperolehi sesuatu fenomena, iaitu, dapat tahu akan kepekatan sesuatu spesies pencemar yang akan mengancam ke persekitaran pada paras tertentu, seterusnya memberikan gambaran terhadap kita tentang kekekatannya terhadap kesihatan dan tindakan yang harus diambil.

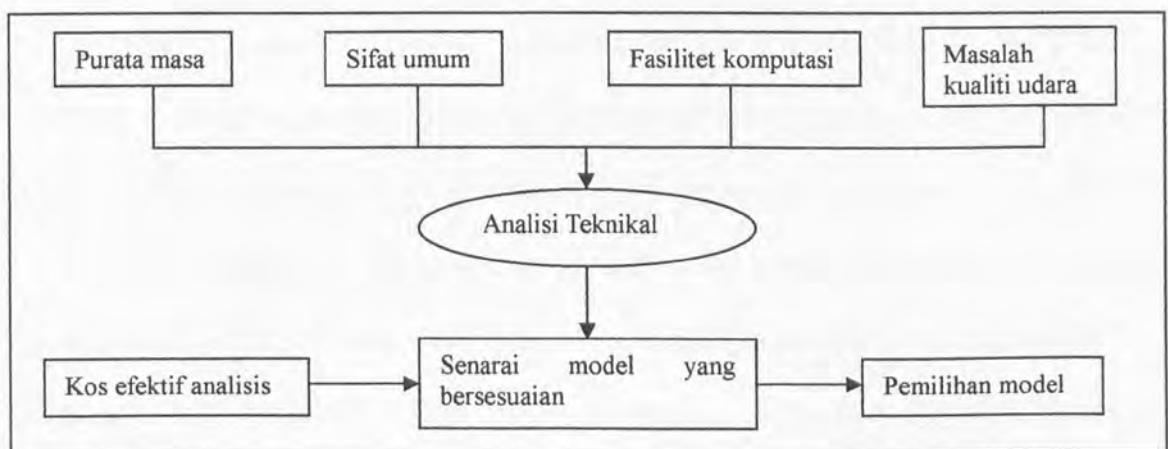


4. Permodelan dapat digunakan dalam mengehend sesuatu penyelidikan pada spesifik aspek dan strategi dengan keberkesanan. Biasanya, dalam kes ini, input pelepasan dalam model ini telah diubahsuaikan dan keputusan kepekatan telah ditentukan.

1.3 PEMILIHAN MODEL

Menurut Zannetti (1990), secara umumnya, proses pemilihan model melibatkan beberapa aspek (Rajah 1.2), iaitu :

- Jenis bahan pencemar sama ada reaktif atau bukan-reaktif.
- Selangan purata masa yang diuji (e.g., kepekatan pencemar pada masa yang singkat: purata sejam untuk kes jangka masa pendek: purata setahun untuk jangka masa panjang dalam sesuatu analisis).
- Sifat/ciri yang dominan (e.g., kes topografi yang rata atau orografi kompleks).
- Limitasi dalam komputasi (e.g., anggapan biasa atau formula yang lebih kompleks dan juga mempermudah perkomputeran)



Rajah 1.2 Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan model (Diubahsuai daripada Zannetti, 1990)

1.4 APLIKASI PEMODELAN

Sejak kebelakangan ini, aplikasi pemodelan yang melibatkan aktiviti pemetaan dan peramalan terhadap tahap kualiti udara sekitaran telah memainkan peranan yang amat penting terutamanya di kawasan bandaraya yang pesat. Alat pemodelan digunakan untuk meramalkan kualiti udara di tepi jalan dan keputusannya boleh digunakan untuk menganalisis kesan pendedahan kepada bahan pencemar. Terdapat pelbagai jenis alatan pemodelan yang terdapat di pasaran untuk membekalkan pilihan kepada para pengguna. Antara model-model: model CALINE siri; model CAR; model ADMS; model Operational Street Pollution dan model AERMOD (Briggs *et al.*, 2000). Di kalangan alat-alat modeling, model CAL3QHC merupakan alatan model yang telah banyak digunakan secara berleluasa, yang diakui secara rasmi oleh “California Air Resources Board” dan “US Enviromental Protection Agency” untuk pemodelan pencemaran udara dari punca lurus (line sources) seperti jalan raya (Enviromental Protection Agency, 1999).

Sesuatu model komputer akan memberi bacaan tentang sifat-sifat trafik dan jalanraya tertentu. Biasanya, maklumat-maklumat adalah bergantung pada trafik dan pelepasan pada rangkaian jalan raya dan data-data meteorologikal. Dengan maklumat tertentu akan digunakan oleh tiga major modul model untuk menyerupai aliran trafik, mengira pelepasan kenderaan bermotor, dan menghitung penyebaran atmosferik jalan raya berhubungkait dengan bahan pencemar udara. Kepelbagaian statistik menjelaskan pendedahan penerima-penerima di jalan raya (kepekatan sesuatu bahan pencemar bercantum dengan masa melalui kepanjang jalan raya) merupakan data output model itu (Simon dan Patterson, 1980).



Dalam kerja pemetaan sesuatu konteks lalulintas tentang kualiti udara telah banyak menemui masalah, contohnya terwujud tahap pencemaran udara yang berbeza-beza dan corak pencemaran udara yang kompleks di sekitar jalan raya. Tambahan pula, masalah ketidakcukupan data-data kualiti udara insitu atau data-data yang tidak lengkap telah merumitkan kerja pemetaan dijalankan serta memberikan sesuatu keputusan yang tidak begitu tetap dan jitu lagi (Briggs *et al.*, 2000).

Walaupun bagaimanapun, kaedah pemodelan tidak selalu menjadikan pilihan kepada pengguna kerana kesukaran dalam memperolehi data-data seperti data geografi dan data kajian cuaca yang lengkap yang telah menjadikan suatu halangan untuk menjalankan kerja pemetaan dalam sesuatu lokasi tertentu. Selain itu, nilai harga alatan pemodelan adalah mahal telah menyusahkan pihak kerajaan untuk mengaplikasikannya (Briggs *et al.*, 2000).

1.5 OBJEKTIF

Objektif bagi kajian ini adalah:

1. Untuk memodelkan tahap kepekatan karbon monoksida (CO) di tiga jalan utama di pusat Bandaraya Kota Kinabalu mengikut masa puncak/ "peak hours".
2. Untuk meramalkan kepekatan CO bagi tahun 2014.
3. Untuk menilai tahap pendedahan CO pada penerima-penerima di lokasi kajian.



BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 PENCEMARAN UDARA

Pencemaran udara boleh didefinisikan sebagai apa-apa sahaja keadaan atmosferik di mana sesuatu bahan terwujud pada kepekatan yang tinggi lebih daripada paras normal ambien dalam memberikan kesan-kesan buruk pada manusia, haiwan, tumbuhan atau benda-benda lain. Dengan 'bahan' yang dimaksudkan adalah apa-apa sahaja elemen bahan kimia yang diakibatkan oleh perbuatan manusia atau secara semulajadi, atau komponen yang berkeupayaan di bawah dalam udara (Jadual 2.1).

Jadual 2.1 Kepekatan spesies surih dalam troposfera bersih dan udara bandaraya tercemar (Sumber: Seinfeld, 1986).

Spesies	Kepekatan, ppb	
	Troposfera Bersih	Udara Tercemar
SO ₂	1-10	20-200
CO	120	1000-10 000
NO	0.01-0.05	50-750
NO ₂	0.1-0.5	50-250
O ₃	20-80	100-500
HNO ₃	0.02-0.3	3-50
NH ₃	1	10-25

(Sumber: Seinfeld, 1986)



Masalah pencemaran udara boleh disimpulkan sebagai satu sistem yang terdiri daripada tiga komponen asas iaitu sumber pelepasan, atmosfera dan penerima. Lazimnya, pencemaran udara merupakan satu fenomena bagi pusat bandaraya yang besar dan kawasan perindustrian, di mana kepekatan sesuatu bahan pencemar kemungkinan akan mencapai ke paras yang melebihi daripada paras latar belakang persekitaran. Kesedaran yang luas, pencemaran udara telahpun menjadi satu masalah global, sejak bahan pencemar akhirnya tersebar luas ke dalam seluruh atmosfera.

Asal-usul pencemaran udara ialah sesuatu sumber pelepasan. Major sumber pelepasan adalah (i) pengangkutan, (ii) penjanaan kuasa elektrik, (iii) pembakaran sampah-sarap, (iv) pembakaran bahan api industri dan domestik, dan (v) proses industri (Seinfeld, 1986). Yang berkaitan dengan sumber pelepasan adalah sumber kawalan, ia merupakan sesuatu rancangan atau operasi prosedur-prosedur yang memberi perlindungan kepada sesetengah bahan pencemar yang dihasilkan oleh sumber pelepasan daripada sampai ke dalam atmosfera.

“World Health Organisation (WHO)” (1990) telah menimbangkan bahawa pelepasan kenderaan bermotor adalah bertanggungjawab sebagai penyumbang yang hebat dan kuat terhadap pencemaran udara, terutamanya berhampiran lorong-lorong bandaraya yang sibuk. Bahan-bahan toksik yang disenaraikan oleh WHO adalah karbon monoksida, nitrus oksida, plumbum, formaldehid, benzen, piren dan jelaga. Paras masing-masing biasanya dijumpai di bandaraya yang melebihi garis panduan EC atau WHO (Whitelegg, 1994).



RUJUKAN

- Baumbach, G., 1996. *Air Quality Control*. Springer-verlag Berlin Heidelberg, German.
- Benson, P. E., 1984. *CALINE 4 – A Dispersion Model for Predicting Air Pollutant Concentrations Near Roadways*. Sacramento, California.
- Benson, P. E., 1992. A review of The Development and Application of The CALINE-3 and CALINE-4 Models. *Atmospheric Environment* **26B** (3), 379–390.
- Bouhamra, W. S. and Abdul-Wahab, S. A., 1999. Description of Outdoor Air Quality in A Typical Residential Area in Kuwait. *Environmental Pollution* **105**, 221-229.
- Bradley, K. S., Stedman, D. H. and Bishop, G. A., 1999. A Global Inventory of Carbon Monoxide Emissions From Motor Vehicles. *Chemosphere: Global Change Science* **1**, 65-72.
- Briggs, D. J., Hoogh, C. D., Gulliver, J., Wills, J., Elliott, P., Kingham, S. dan Smallbone, K., 2000. A Regression-based Method for Mapping Traffic-Related Air Pollution: Application and Testing in Four Contrasting Urban Environments. *The Science of the Total Environment* **253** (2000), 151-167.
- Buitjes, J. H., 1998. Atmospheric Transport – Chemistry Modelling – Some Ideas for The Future. In: Gryning, S. E. dan Chaumerliac, N. (Eds), *Air Pollution Modeling and Its Application XII* **22**, Dlenum Press, New York.
- Chan, L. Y., Liu, Y. M., Lee, S. C. And Chan, C. Y., 2002. Carbon Monoxide Levels



- Measured in Major Commuting Corridors Covering Different Landuse and Roadway Microenvironments in Hong Kong. *Atmospheric Environment* **36**, 255-264.
- Chen, T.C., dan March, F., 1971. Effect of Highway Configurations on Environmental Problems Dynamics of Highway Associated Air Pollution. In: Englund, H.M., Berry, W.T. (Eds.), *Proceedings of Second International Clear Air Congress*, Academic Press, New York, 5–40.
- Colucci, J. & Begeman, C., 1969. Carbon Monoxide in Detroit, New York and Los Angeles air. *Environment, Science and Technology* **3**, 255-264.
- Danard , M. B., 1972. Numerical Modelling of Carbon Monoxide Concentration Near A Highway. *Journal of Applied Meteorology* **11**, 947–957.
- Dill., J., 2004. Estimating Emissions Reductions from Accelerated Vehicle Retirement Programs. *Transportation Research Part D: Transportation & Environment* **9 (II)**, 87-106.
- Dufort, E.C., dan Frankel, S.P., 1953. *Stability Condition in The Numerical Treatment of Parabolic Differential Equation*. Mathematical Tables National Research Council Washington **7**, 135.
- Environmental Protection Agency, 1999. *Guideline on Air Quality Models*, Appendix W of 40CFR Part 51, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, 390-481.



- Flachsbart, P. G., Mack, G. A., Howes, J. E. and Rodes, C. E., 1987. Carbon Monoxide Exposures of Washington Commuters. *J. Air Pollut. Control Ass.* **37**, 135-142.
- Goyal, P., dan Rama Krishna, T. V. B. P. S., 1999. A Line Source Model for Delhi. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* **4** (4), 241-249.
- Harley, A. R., and Singer, C. B., 2000. A Fuel-based Inventory of Motor Vehicle Exhaust Emissions in The Los Angeles Area During Summer 1997. *Atmospheric Environment* **34** (II), 1783-1795.
- Husain, T. dan Khan, S. M., 1982. Air Monitoring Network Program in Saudi Arabia. In: Benarie, M. M. (Eds), *Studies in Environmental Science 20: Atmospheric Pollution 1982*, Elsevier Scientific Publishing Company, New York.
- JAS, 1998. *Laporan Kualiti Alam Sekeliling*. Kementerian Sains Teknologi dan Alam Sekitar, Malaysia.
- Longhurst, J. W. S., Rayfield, D., dan Conlan, D. E., 1994. The Impacts of Road Transport On Urban Air Quality: A Case Study of The Greater Manchester Region. In: Zannetti, P., Brebbia, C. A., dan Baldasano, J. M. (Eds), *Air Pollution II 1: Computer Simulation*. Computational Mechanics Publications, UK.
- Luria, M., Weisinger, R. and Peleg, M., 1990. CO and NO_x Levels At The Center of City Roads in Jerusalem. *Atmospheric Environment* **24B** (1), 93-99.
- Mishra, V. K. dan Padmanabhamutry, B., 2003. Performance Evaluation of CALINE 3, CAL3QHC and PART 5 in Predicting Lead Concentration in The Atmosphere Over Delhi. *Atmospheric Environment* **37** (22), 3077-308.



- Mukherjee, P. dan Viswanathan, S., 2001. Carbon Monoxide Modeling From Transportation Sources. *Chemosphere* **45**, 1071-1083.
- Nagendra, S. M. S. dan Khare, M., 2002. Line Source Emission Modelling. *Atmospheric Environment* **36** (13), 2083-2098.
- Negri, R. M., Bogo, H., dan Gomez, D. R., 2001. Traffic Pollution in A Downtown Site of Buenos Aires City. *Atmospheric Environment* **35** (10), 1717-1727.
- Ott, W. & Flaschbart, P., 1982. Measurement of Carbon Monoxide Concentrations in Indoor And Outdoor Locations Using Personal Exposure Monitors. *Environment International* **8**, 295-304
- Patrick, D. R., 1994. *Toxic Air Pollution Handbook*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Peters, L. K. dan Klinzing, G. E., 1971. The Effect of Variable Diffusion Coefficients and Velocity on The Dispersion of Pollutants. *Atmospheric Environment* **5**, 497-504.
- Rahman Abdul Majid, 1983/84. *A Study of CO Levels at Road Intersections in Kuala Lumpur*. Disertai Sarjana Sains, Universiti Putra Malaysia.
- Seinfeld, J. H., 1986. *Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution*. John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- Sham Sani, 1982. *Perbandaran Iklim Bandar & Pencemaran Udara*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.



Simon, P. B. dan Patterson, R. M., 1980. Commuter Exposure Modeling. In: Benarie, M. M. (Eds), *Studies in Environmental Science 8: Atmospheric Pollution 1980*. Elsevier Scientific Publishing Company, New York.

Streets, D. G. & Waldhoff, S. T., 2000. Present and Future Emissions of Air Pollution In China: SO₂, NO_x and CO. *Atmospheric Environment* **34**, 363-374.

Todorovre, P., 1974. Air Pollution and Traffic Safety. In: Willums, J. O. (Eds), *New Concepts In Air Pollution Research*. Wiley & Sons, Inc., New York.

United Nations Environment Programme and World Health Organization, 1994. Air Pollution in the World's Mega cities. *Environ.* **36**, 4-13, 25-37.

University of Technology Malaysia (UTM), 1995. *Preliminary Environmental Impact Assessment For Then Existing HB, Plant At Labuan, Federal Territory*. UTM, Kuala Lumpur.

US. EPA Office of Air Quality Planning & Standard, 2000. CO: How Carbon Monoxide Affects The Way We Live and Breathe. www.epa.gov/air/urbanair/co/hlthl.htm.

USEPA, 1995. User's Guide to CAL3QHC Version 2.0: A Modeling Identification and Estimates of Source Contributions to Air Pollution in Dundee, UK. *Atmospheric Environment* **37**, 93-104.

Washington, S. P., 1998. *Transportation Planning & Air Quality IV*. United State, America.



Whitelegg, J., 1994. *Transport For A Sustainable Future: The Case For Europe*. John Willey & Sons, Ltd., England.

Welburn, A., 1994. *Air Pollution and Climate Change: The Biological Impact*. Ed. Ke-2. Longman Singapore Publisher (Pte) Ltd, Singapore.

Zannetti, P., 1990. *Air Pollution Modeling: Theories, Computational Methods and Available Software*. Computational Mechanics Publications, United Kingdom.

