

Asas Perancangan Pengangkutan Bandar

Riza Atiq Abdullah bin O.K. Rahmat

Asas Perancangan Pengangkutan Bandar

Riza Atiq Abdullah bin O.K. Rahmat

Diterbitkan oleh:
Masjid Bandar Seri Putra,
Lot 39343, Jalan Seri Putra 1/1,
Bandar Seri Putra, Bangi,
43000 Kajang, Selangor

Hak Cipta: Riza Atiq Abdullah bin O.K. Rahmat

Email: rizaatiq@ukm.edu.my

Asas Perancangan Pengangkutan Bandar

Teks © Riza Atiq Abdullah bin O.K. Rahmat, 2025
Grafik dan ilustrasi © Abdullah Al-Marawi 2025

eISBN: 978-629-94250-6-9

Edisi Asal: Pertama kali diterbitkan 2025

Catan kulit: Abdullah Al-Marawi

Sinopsis

Buku ini memperkenalkan peranan dan kepentingan sistem pengangkutan dalam kehidupan bandar moden. Pengangkutan dilihat bukan sekadar pergerakan manusia dan barangan, tetapi juga sebagai tulang belakang pembangunan ekonomi, sosial, dan alam sekitar bandar.

Buku ini juga menjelaskan bahawa pertumbuhan pesat penduduk dan urbanisasi memerlukan sistem pengangkutan yang cekap, selamat, dan mampan. Isu seperti kesesakan, pencemaran, dan kemalangan menunjukkan perlunya perancangan strategik yang menekankan keseimbangan antara keperluan mobiliti dan kelestarian alam.

Trend masa depan pengangkutan bandar menumpukan kepada **mobiliti pintar dan hijau**, termasuk penggunaan teknologi seperti kenderaan elektrik (EV), sistem trafik pintar, dan integrasi pelbagai mod pengangkutan. Secara keseluruhannya, Buku ini menekankan bahawa pengangkutan yang dirancang dengan baik adalah asas kepada bandar yang efisien, berdaya saing, dan berdaya huni.

Kandungan

Bab 1 – Pengenalan kepada Pengangkutan Bandar	1
1.1 Apa Itu Pengangkutan Bandar	1
1.2 Kepentingan Pengangkutan dalam Bandar	2
1.3 Cabaran Utama Pengangkutan Bandar	2
1.4 Matlamat Sistem Pengangkutan Bandar yang Baik	4
1.5 Arah Pembangunan Masa Hadapan	5
1.6 Tugas: Laporan Bandar Anda	8
 Bab 2 – Sejarah dan Evolusi Sistem Pengangkutan Bandar	 9
2.1 Pengenalan	9
2.2 Zaman Awal Pengangkutan Bandar	9
2.3 Revolusi Industri dan Permulaan Pengangkutan Awam	10
2.4 Era Automobil dan Perbandaran	10
2.5 Era Moden: Integrasi dan Kelestarian	11
2.6 Arah Masa Depan: Bandar Pintar dan Mobiliti Baharu	12
2.7 Ringkasan	13
 Bab 3 – Mod-Mod Pengangkutan	 14
3.1 Kenderaan Peribadi dan Jalan Raya	15
3.1.1 Ciri-ciri Kenderaan Peribadi	15
3.1.2 Kelebihan Kenderaan Peribadi	16
3.1.3 Kekurangan dan Cabaran	16
3.1.4 Jalan Raya dalam Sistem Pengangkutan Bandar	17
3.1.5 Arah Pembangunan Masa Hadapan	17

3.2 Pengangkutan Bas	18
3.2.1 Jenis-Jenis Bas di Kawasan Bandar	18
3.2.2 Kelebihan Pengangkutan Bas	19
3.2.3 Cabaran dan Kekurangan	20
3.2.4 Penambahbaikan Sistem Bas Bandar	20
3.2.5 Peranan Bas dalam Pengangkutan Bandar	22
3.3 Pengangkutan Berasaskan Rel	23
3.3.1 Jenis-Jenis Sistem Rel Bandar	23
3.3.2 Kelebihan Pengangkutan Rel Bandar	25
3.3.3 Kekurangan dan Cabaran	26
3.3.4 Integrasi dan Inovasi	26
3.3.5 Arah Masa Hadapan	27
3.4 Pengangkutan Aktif	28
3.4.1 Jenis Pengangkutan Aktif	28
3.4.2 Kelebihan Pengangkutan Aktif	30
3.4.3 Kekangan dan Cabaran	30
3.4.4 Strategi Galakan Pengangkutan Aktif	31
3.4.5 Integrasi dengan Sistem Pengangkutan Awam	32
Bab 4 – Menilai Isu dan Cabaran Pengangkutan Bandar	33
4.1 Penilaian Kesan Lalu Lintas (TIA)	33
4.1.1 Tujuan TIA	34
4.1.2 Keperluan Undang-Undang dan Garis Panduan	34
4.1.3 Komponen Utama dalam TIA	35
4.1.4 Tahap Kajian TIA Berdasarkan Saiz Projek	36

4.1.5 Kepentingan Pelaksanaan TIA	37
4.1.6 Cabaran Pelaksanaan TIA	37
4.1.7 Latihan: Kesan Lalu lintas	37
4.2.4 Komponen yang Dinilai dalam EIA	42
4.2.5 Contoh Langkah Mitigasi	43
 4.2 Penilaian Kesan Alam Sekitar (EIA)	 39
4.2.1 Tujuan EIA	40
4.2.2 Jenis-jenis EIA	40
4.2.3 Proses Pelaksanaan EIA	41
4.2.4 Komponen yang Dinilai dalam EIA	42
4.2.5 Contoh Langkah Mitigasi	43
4.2.6 Kepentingan EIA dalam Pembangunan Pengangkutan Bandar	43
4.2.7 Tugasan: Kesan alam sekitar - Pencemaran Bunyi, Hingar	44
 4.3 Justifikasi Kos	 45
4.3.1 Kepentingan Justifikasi Kos	45
4.3.2 Komponen Utama dalam Justifikasi Kos	45
4.3.3 Kaedah Penilaian Justifikasi Kos	46
4.3.4 Contoh Justifikasi Kos Projek Pengangkutan	49
4.3.5 Faktor yang Mempengaruhi Kos Projek	50
4.3.6 Kepentingan Ketelusan dan Audit Kos	50
4.3.7 Contoh Justifikasi Kos	51
 4.4 Audit Keselamatan Jalan Raya (RSA)	 54

4.4.1 Tujuan Audit Keselamatan Jalan Raya	54
4.4.2 Asas Undang-undang dan Garis Panduan di Malaysia	55
4.4.3 Peringkat Audit Keselamatan Jalan Raya	55
4.4.4 Komponen yang Dinilai dalam RSA	56
4.4.5 Proses Pelaksanaan Audit	57
4.4.6 Faedah Audit Keselamatan Jalan Raya	57
4.4.7 Cabaran dalam Pelaksanaan RSA	57
4.4.8 Tugasan: Audit Keselamatan Jalan Raya	58
4.5 Penenangan Lalu Lintas	59
4.5.1 Objektif Penenangan Lalu Lintas	59
4.5.2 Prinsip Asas Penenangan Lalu Lintas	60
4.5.3 Jenis-Jenis Langkah Penenangan Lalu Lintas	60
4.5.4 Kawasan Sesuai untuk Pelaksanaan	67
4.5.5 Kelebihan Penenangan Lalu Lintas	67
4.5.6 Cabaran Pelaksanaan	67
4.5.7 Garis Panduan Pelaksanaan di Malaysia	68
4.5.8 Tugasan: Penenagan Lalu Lintas	68
Bab 5 – Dasar & Perancangan Pengangkutan Bandar	69
5.1 Matlamat Dasar	69
5.2 Prinsip Asas	70
5.3 Elemen Utama	70
5.4 Dasar-Dasar Utama di Malaysia	71
5.5 Proses Perancangan	72
5.6 Cabaran	72
5.7 Guna Tanah dan Pengangkutan	73

5.7.1 Hubungan Dua Hala	73
5.7.2 Jenis Guna Tanah dan Kesan terhadap Pengangkutan	74
5.7.3 Kepadatan dan Corak Guna Tanah	75
5.7.4 Perancangan Guna Tanah Bersepadu	75
5.7.5 Kesan Guna Tanah terhadap Mobiliti dan Alam Sekitar	76
5.7.6 Cabaran	76
5.7.7 Tugasan: Gunatanah dan Pengangkutan	77
5.8 Sosioekonomi dan Pengangkutan	78
5.8.1 Hubungan Sosioekonomi dan Pengangkutan	78
5.8.2 Kesan Positif Pengangkutan terhadap Sosioekonomi	79
5.8.3 Kesan Negatif jika Tidak Dirancang dengan Baik	79
5.9 Kaitan Pendapatan dengan Pemilihan Kenderaan	79
5.9.1 Pendapatan sebagai Faktor Utama	79
5.9.2 Corak Pemilihan Kenderaan Berdasarkan Pendapatan	80
5.9.3 Kesan Ekonomi dan Sosial	80
5.9.4 Makna Sosio ekonomi dari Segi Pengangkutan	80
5.9.5 Contoh Pengiraan Hubungan Sosio ekonomi dengan pengangkutan	84
5.9.6 Tugasan: Hubungan Sosio ekonomi dengan pengangkutan	90
5.10 Perancangan Jangka Pendek	92

5.10.1 Tujuan Utama	92
5.10.2 Ciri-Ciri	92
5.10.3 Contoh Tindakan Dalam Perancangan Jangka Pendek	93
5.10.4 Hasil dan Kesan Diharapkan	94
5.10.5 Contoh Pelaksanaan di Malaysia	94
5.11 Perancangan Jangka Panjang	95
5.11.1 Tujuan Utama	95
5.11.2 Ciri-Ciri	95
5.11.3 Komponen Utama Perancangan Jangka Panjang	96
5.11.4 Kesan dan Hasil Diharapkan	97
5.11.5 Contoh di Malaysia	97
Bab 6 – Teknologi dalam Pengangkutan (ICT, Big Data, AI, EV, Smart Mobility)	98
6.1 Pengenalan kepada Teknologi dalam Pengangkutan	98
6.1.1 Evolusi teknologi dalam sistem pengangkutan moden	98
6.1.2 Kepentingan teknologi dalam meningkatkan kecekapan, keselamatan dan kelestarian	100
6.1.3 Hubungan antara teknologi, dasar, dan gaya hidup bandar	101
6.2 Teknologi Maklumat dan Komunikasi (ICT) dalam Pengangkutan	103

6.2.1 Peranan ICT dalam sistem pengurusan pengangkutan	103
6.2.2 Sistem Pengurusan Trafik Pintar (Intelligent Transport Systems, ITS)	105
6.2.3 Aplikasi navigasi dan pemantauan masa nyata (contoh: Waze, Google Maps)	110
6.2.4 Integrasi Data antara Mod Pengangkutan (MRT, Bas, e Hailing)	113
6.2.5 Konsep Smart City dan Smart Transport Infrastructure	116
6.3 Penggunaan Data Raya (Big Data) dalam Pengangkutan	120
6.3.1 Pengenalan	120
6.3.2 Sumber Big Data dalam Sektor Pengangkutan	120
6.3.3 Peranan dan Kegunaan Big Data dalam Pengangkutan	121
6.3.4 Kelebihan Penggunaan Big Data	122
6.3.5 Cabaran Penggunaan Big Data	122
6.3.6 Contoh Penggunaan Big Data di Malaysia	122
6.4 Analisis Corak Perjalanan dan Tingkah Laku Pengguna	123
6.4.1 Sumber Data untuk Analisis	123
6.4.2 Tujuan Analisis Corak Perjalanan	124
6.4.3 Analisis Tingkah Laku Pengguna	124
6.4.4 Kegunaan dalam Perancangan Pengangkutan	125
6.4.5 Contoh Aplikasi di Malaysia	125
6.4.6 Kelebihan Analisis Corak Perjalanan	126

6.5 Big Data untuk Perancangan Laluan dan Ramalan	
Kesesakan	126
6.5.1 Konsep Asas	126
6.5.2 Sumber Data untuk Analisis	127
6.5.3 Peranan Big Data dalam Perancangan Laluan	127
6.5.4 Peranan Big Data dalam Ramalan Kesyakan	128
6.5.5 Kelebihan kepada Bandar dan Pengguna	128
6.5.6 Contoh Pelaksanaan di Malaysia	128
6.5.7 Cabaran	129
6.6 Penggunaan Data Analytics untuk Dasar dan Operasi	
Pengangkutan	130
6.6.1 Jenis Data Analitik dalam Pengangkutan	130
6.6.2 Peranan Data Analitik dalam Dasar Pengangkutan	130
6.6.3 Peranan Data Analitik dalam Operasi Pengangkutan	131
6.6.4 Kelebihan Penggunaan Data Analitik	131
6.6.5 Contoh Aplikasi di Malaysia	132
6.6.6 Cabaran Pelaksanaan	132
6.7 Cabaran dan Etika dalam Penggunaan Data Pengguna	132
6.7.1 Jenis Data Pengguna dalam Pengangkutan	133
6.7.2 Cabaran Utama dalam Penggunaan Data	133
6.7.3 Prinsip Etika dalam Penggunaan Data	134

6.7.4 Dasar dan Amalan Baik	135
6.7.5 Kesan Jika Etika Diabaikan	135
6.8 Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence, AI) dalam Pengangkutan	136
6.8.1 Konsep Asas AI dalam Pengangkutan	136
6.9 Kenderaan Elektrik (Electric Vehicles, EV)	140
6.10 Mobiliti Pintar (Smart Mobility)	144
6.11 Masa Depan Teknologi Pengangkutan	149
Bab 7 – Pengangkutan Mampan dan Masa Depan Bandar	153
7.1 Ciri-Ciri Pengangkutan Mampan	153
7.2 Prinsip Utama Pengangkutan Mampan	154
7.3 Strategi Ke Arah Pengangkutan Mampan	154
7.4 Pengangkutan Mampan dan Masa Depan Bandar	155
7.5 Contoh Pelaksanaan	156
7.6 Manfaat Pengangkutan Mampan	156
Bab 8 – Cabaran ke Arah Pengangkutan Mampan	157
8.1 Cabaran Utama	157
8.1.1 Cabaran Infrastruktur dan Pelaburan	157
8.1.2 Cabaran Teknologi dan Inovasi	157
8.1.3 Cabaran Sosial dan Perubahan Gaya Hidup	158
8.1.4 Cabaran Dasar dan Penyelarasan Agensi	158
8.1.5 Cabaran Ekonomi dan Pembiayaan	159
8.1.6 Cabaran Alam Sekitar dan Ruang Bandar	159
8.1.7 Cabaran Data dan Keselamatan Siber	159

8.2 Langkah Mengatasi Cabaran	160
8.2.1 Galakkan kerjasama awam-swasta (PPP) bagi pelaburan infrastruktur hijau	160
8.2.2 Perkukuh dasar nasional mobiliti rendah karbon (Low Carbon Mobility Policy)	162
8.2.3 Melatih tenaga kerja dalam bidang teknologi dan analitik pengangkutan.	165
8.2.4 Meningkatkan kesedaran masyarakat tentang faedah pengangkutan mampan	168
8.2.5 Gunakan pendekatan bandar pintar (Smart City) bagi integrasi data dan sistem	171

Bab 1

Pengenalan kepada Pengangkutan Bandar

1.1 Apa Itu Pengangkutan Bandar

Pengangkutan bandar merujuk kepada sistem pergerakan manusia dan barangan dalam kawasan bandar. Ia melibatkan pelbagai jenis mod seperti kenderaan persendirian (kereta dan motosikal), pengangkutan awam (bas, teksi, kereta api, transit aliran ringan), serta pergerakan bukan bermotor seperti berjalan kaki dan berbasikal. Tujuan utama sistem pengangkutan bandar ialah memastikan orang ramai dapat bergerak dari satu tempat ke tempat lain dengan cepat, selamat, dan selesa.



1.2 Kepentingan Pengangkutan dalam Bandar

Pengangkutan merupakan nadi utama pembangunan ekonomi dan sosial bandar. Sistem pengangkutan yang cekap membolehkan:

- penduduk pergi ke tempat kerja dan sekolah dengan mudah,
- perniagaan berjalan lancar melalui penghantaran barangan,
- interaksi sosial dan budaya berlaku dengan lebih aktif,
- serta menyumbang kepada kesejahteraan dan kualiti hidup penduduk bandar.

Tanpa sistem pengangkutan yang baik, bandar akan berhadapan dengan kesesakan, pencemaran, dan pembaziran masa serta tenaga.

1.3 Cabaran Utama Pengangkutan Bandar

Pertumbuhan pesat bandar menyebabkan permintaan terhadap pengangkutan meningkat dengan cepat. Antara cabaran utama yang dihadapi termasuk:

- **Kesesakan lalu lintas:** Terlalu banyak kenderaan di jalan raya menyebabkan masa perjalanan panjang dan tekanan kepada pengguna.
- **Pencemaran udara dan bunyi:** Dihasilkan oleh pelepasan gas ekzos dan aktiviti kenderaan bermotor.



Masalah pengangkutan bandar: Kesesakan, pencemaran, kemalangan, tempat letak kereta yang tidak cukup, pengangkutan awam yang tidak cekap dan kekurangan kemudahan pengangkutan aktif

- **Kemalangan jalan raya:** Menjejaskan keselamatan dan menimbulkan kos sosial yang tinggi.
- **Kekurangan tempat letak kereta:** Menyebabkan kesulitan kepada pengguna kenderaan persendirian.

- **Ketidakefisienan pengangkutan awam:** Jadual tidak menentu, kesesakan di dalam bas atau tren, dan kekurangan integrasi antara mod pengangkutan.
- **Kekurangan kemudahan pengangkutan aktif:** Jalan kaki dan berbasikal merupakan pengangkutan aktif. Kemudahan bagi pengangkutan ini kurang mendapat perhatian.

1.4 Matlamat Sistem Pengangkutan Bandar yang Baik

Sistem pengangkutan bandar yang baik perlu:

1. **Cekap dan mudah diakses** – semua lapisan masyarakat boleh menggunakannya.
2. **Selamat dan boleh dipercayai** – mengurangkan risiko kemalangan dan kelewatan.
3. **Mesra alam** – mengurangkan pencemaran dan penggunaan tenaga fosil.
4. **Terancang dan terintegrasi** – penyambungan lancar antara pelbagai mod seperti bas, MRT, LRT, dan teksi.
5. **Menyokong pembangunan mampan** – membantu bandar berkembang dengan teratur dan mengurangkan pergantungan kepada kereta persendirian.

1.5 Arah Pembangunan Masa Hadapan

Bandar-bandar moden di seluruh dunia kini menuju ke arah sistem pengangkutan yang **lebih pintar dan hijau (smart & green mobility)**. Ini termasuk penggunaan teknologi seperti:

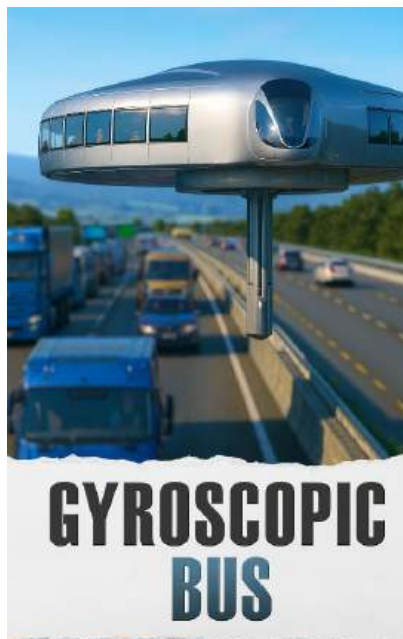
- **BRT (Bus Rapid Transit)** dan **MRT** untuk perkhidmatan cepat dan berkapasiti tinggi,
- **Kenderaan elektrik (EV)** untuk mengurangkan pencemaran,
- **Sistem pintar (ITS)** untuk memantau dan mengawal aliran trafik secara masa nyata, serta
- **Aplikasi digital** yang memudahkan pengguna merancang perjalanan dengan lebih efisien.
- **Mod pengangkutan inovatif masa depan** seperti teksi terbang, pengangkutan teknologi giroskop dan Straddle Bus.



Bus Rapid Transit (BRT) dan Mass Rapid Transit (MRT)



Intelligent Transport System



Perancangan pengangkutan bandar yang baik bukan sahaja menyelesaikan masalah lalu lintas, tetapi turut membantu membentuk bandar yang lebih **mampan, selesa, dan berdaya saing**.

1.6 Tugas: Laporan bandar anda

Sediakan dalam bentuk slide berkenaan dengan pengangkutan di bandar yang anda biasa atau bandar kampung anda. Anda digalakkan memasukkan gambar-gambar dan rajah-rajah dalam laporan anda. Slide anda mesti tidak kurang dari 17 halaman dan tidak lebih dari 30 halaman. Muat naik laporan anda di tempat yang disediakan.

Laporan anda hendaklah meliputi semua bidang pengangkutan seperti jalan raya, [pengangkutan aktif](#) (jalan kaki dan basikal), rail, udara dan air jika berkenaan. Kesemuanya mesti meliputi masalah yang dihadapi seperti kesesakan jalanraya, keselamatan jalan raya, pengangkutan awam yang tidak efisien, kenderaan berat yang membahayakan, tiada kemudahan pejalan kaki. Cadangan-cadangan ringkas untuk mengatasi masalah ini juga hendaklah disertakan.

Bab 2

Sejarah dan Evolusi

Sistem Pengangkutan Bandar

2.1 Pengenalan

Pengangkutan bandar merupakan nadi utama pembangunan sesebuah kota. Ia bukan sekadar sistem fizikal yang menghubungkan manusia dan tempat, tetapi juga mencerminkan tahap kemajuan sosial, ekonomi dan teknologi masyarakat. Evolusi sistem pengangkutan bandar telah melalui pelbagai fasa — daripada pengangkutan berasaskan tenaga manusia kepada kenderaan berautomasi dan berteknologi pintar masa kini.

2.2 Zaman Awal Pengangkutan Bandar

Pada peringkat awal tamadun manusia, pengangkutan bandar tertumpu kepada pergerakan pejalan kaki dan penggunaan haiwan seperti kuda, unta, atau kerbau. Bandar-bandar besar seperti **Babylon, Damsyik, Rome, dan Beijing** menggunakan jalan tanah dan batu sebagai laluan utama.

Pada abad ke-18 dan ke-19, **pengangkutan berasaskan roda** seperti pedati dan kereta kuda menjadi simbol mobiliti bandar. Laluan berturap mula dibina bagi memudahkan pergerakan perdagangan dan urusan pentadbiran.

2.3 Revolusi Industri dan Permulaan Pengangkutan Awam

Revolusi Industri pada abad ke-19 memperkenalkan perubahan besar dalam sistem pengangkutan bandar. Penggunaan **enjin stim** membawa kepada kemunculan **kereta api bandar, tram,** dan

ferry wap. Bandar-bandar seperti London, Paris dan New York menjadi pelopor kepada sistem **metro bawah tanah** (subway) yang pertama di dunia.

Pada masa ini, konsep **pengangkutan awam berjadual** mula diperkenalkan, di mana warga bandar bergantung kepada tram dan bas untuk perjalanan harian.

2.4 Era Automobil dan Perbandaran

Abad ke-20 menyaksikan kemunculan **kereta persendirian** sebagai simbol kemajuan dan kebebasan individu. Namun, peningkatan pemilikan kenderaan turut membawa cabaran besar seperti **kesesakan lalu lintas**, **pencemaran udara**, dan **kemalangan jalan raya**.



Kesesakan jalan raya di lebih raya bandar

Negara-negara maju mula membangunkan sistem jalan raya bertingkat, lebuh raya, dan jejambat bagi menampung pertumbuhan pesat bandar. Fenomena ini dikenali sebagai **urban sprawl** — pengembangan bandar yang tidak terkawal akibat kebergantungan tinggi terhadap kereta.

2.5 Era Moden: Integrasi dan Kelestarian

Memasuki abad ke-21, pengangkutan bandar beralih kepada konsep **integrasi dan kelestarian**. Kerajaan dan pihak berkuasa bandar memberi tumpuan kepada:

- **Pengangkutan Awam Terpadu** – menggabungkan MRT, LRT, BRT, bas dan e-hailing dalam satu rangkaian tunggal.
- **Pengangkutan Hijau** – memperkenalkan bas elektrik, kereta hibrid dan laluan basikal.
- **Sistem Pengangkutan Pintar (ITS)** – menggunakan teknologi seperti kamera CCTV, penderia trafik, aplikasi masa nyata dan kecerdasan buatan (AI) untuk mengurus aliran trafik secara efisien.

2.6 Arah Masa Depan: Bandar Pintar dan Mobiliti Baharu

Konsep **bandar pintar (smart city)** menjadi teras masa depan sistem pengangkutan bandar. Teknologi seperti **kenderaan autonomi**, **gyroscopic bus**, **Hyperloop**, dan **pengangkutan udara bandar (urban air mobility)** sedang dibangunkan bagi mengurangkan kesesakan dan meningkatkan keselamatan.

Penggunaan **data raya (big data)** dan **Internet Pelbagai Benda (IoT)** membolehkan pihak berkuasa bandar merancang laluan,

mengawal lampu isyarat, dan mengoptimumkan jadual perkhidmatan awam dengan lebih cekap.



Aplikasi ITS di Bandar



Kenderaan Hyperloop

/

2.7 Ringkasan

Sejarah pengangkutan bandar menunjukkan perubahan yang berterusan antara keperluan manusia dan kemampuan teknologi. Dari kereta kuda ke kereta elektrik, dari jalan tanah ke lebuh raya pintar, setiap era mencerminkan usaha manusia untuk bergerak lebih pantas, selamat, dan mesra alam.

Masa depan pengangkutan bandar bergantung kepada **inovasi berterusan**, **perancangan lestari**, dan **penglibatan masyarakat** dalam membentuk sistem mobiliti yang adil serta inklusif untuk semua.

Bab 3

Mod-mod Pengangkutan

Pengangkutan bandar terdiri daripada pelbagai **mod atau jenis sistem pergerakan** yang berfungsi untuk menghubungkan manusia, barangan, dan perkhidmatan dalam kawasan bandar. Setiap mod pengangkutan mempunyai peranan tersendiri bergantung kepada jarak perjalanan, jumlah penumpang, kos, serta tahap kemudahan yang ditawarkan.

Mod pengangkutan bandar boleh dibahagikan secara umum kepada **dua kategori utama**, iaitu **pengangkutan awam** dan **pengangkutan persendirian**. Pengangkutan awam merangkumi sistem seperti **bas, teksi, tren, BRT (Bus Rapid Transit), LRT, MRT, dan e-hailing**, manakala pengangkutan persendirian melibatkan **kereta, motosikal, basikal, dan pejalan kaki**.

Keseimbangan antara pelbagai mod pengangkutan amat penting dalam memastikan **kelancaran pergerakan bandar** dan **pengurangan kesesakan jalan raya**. Di bandar-bandar besar seperti Kuala Lumpur, Singapura dan Tokyo, integrasi antara mod-mod pengangkutan menjadi asas kepada pembangunan sistem pengangkutan bandar yang cekap dan lestari.

Perancangan mod pengangkutan yang baik bukan sahaja memudahkan mobiliti penduduk, tetapi turut memberi kesan positif terhadap **ekonomi bandar, kualiti hidup, dan alam sekitar**. Melalui penggunaan teknologi moden seperti **Sistem Pengangkutan Pintar (Intelligent Transport System, ITS)** dan pendekatan **Transit-Oriented Development (TOD)**, bandar masa kini berusaha menyediakan rangkaian pengangkutan yang mesra

pengguna, mudah diakses, serta berimpak rendah terhadap alam **sekitar**.

3.1 Kenderaan peribadi dan jalan raya

Kenderaan peribadi merupakan mod pengangkutan paling meluas digunakan di bandar moden. Ia merangkumi **kereta, motosikal, van, dan basikal** yang dimiliki dan dikendalikan secara individu. Di Malaysia, kadar pemilikan kenderaan peribadi antara yang tertinggi di Asia Tenggara, terutama di kawasan bandar seperti Kuala Lumpur dan Selangor.

Walaupun kenderaan peribadi memberikan **kebebasan, keselesaan, dan fleksibiliti**, penggunaannya yang berlebihan telah menimbulkan pelbagai **masalah bandar** seperti kesesakan lalu lintas, pencemaran udara, peningkatan kadar kemalangan, dan penggunaan tenaga yang tinggi.

3.1.1 Ciri-ciri Kenderaan Peribadi

- Dimiliki dan dikawal oleh individu atau keluarga.
- Memberi kebebasan masa dan destinasi perjalanan.
- Sesuai untuk perjalanan jarak dekat dan sederhana.
- Kapasiti penumpang yang kecil (1–5 orang bagi kebanyakan kenderaan).
- Bergantung sepenuhnya kepada **infrastruktur jalan raya**.

3.1.2 Kelebihan Kenderaan Peribadi

- **Fleksibiliti tinggi:** boleh digunakan pada bila-bila masa dan ke mana-mana destinasi.

- **Penjimatan masa peribadi:** tiada keperluan menunggu pengangkutan awam.
- **Keselesaan dan privasi:** sesuai untuk keluarga dan urusan peribadi.
- **Kemudahan membawa barangan:** sesuai untuk perjalanan membeli-belah atau penghantaran kecil.

3.1.3 Kekurangan dan Cabaran

- **Kesesakan lalu lintas:** terlalu banyak kenderaan menyebabkan pergerakan bandar perlahan.
- **Pencemaran udara dan bunyi:** hasil daripada pembakaran bahan api fosil.
- **Kos tinggi:** termasuk minyak, penyelenggaraan, cukai jalan, insurans dan parkir.
- **Kekurangan tempat letak kereta:** menjadi masalah utama di pusat bandar.
- **Risiko keselamatan:** kadar kemalangan jalan raya yang tinggi melibatkan kenderaan persendirian.

3.1.4 Jalan Raya dalam Sistem Pengangkutan Bandar

Jalan raya ialah **tulang belakang sistem pengangkutan bandar**. Ia bukan sahaja digunakan oleh kenderaan peribadi, tetapi juga oleh bas, lori, dan motosikal. Reka bentuk jalan raya yang baik perlu memastikan:

- **Kapasiti mencukupi** untuk menampung jumlah trafik.

- **Keselamatan pengguna jalan raya** melalui lorong khas, lampu isyarat, papan tanda, dan laluan pejalan kaki.
- **Ketersambungan (connectivity)** antara kawasan perumahan, komersial, dan industri.
- **Penyelenggaraan berkala** untuk mengelakkan kerosakan yang menjejaskan aliran trafik.

3.1.5 Arah Pembangunan Masa Hadapan

Bagi mengurangkan kebergantungan terhadap kenderaan peribadi, bandar-bandar utama kini memberi tumpuan kepada:

- Peningkatan **pengangkutan awam bersepadu (MRT, LRT, BRT)**.
- Penggunaan **kenderaan elektrik dan hibrid** untuk mengurangkan pencemaran.
- **Sistem pengurusan trafik pintar (ITS)** untuk mengawal aliran kenderaan.
- Galakan **pengangkutan aktif** seperti berbasikal dan berjalan kaki.

3.2 Pengangkutan Bas

Bas merupakan antara **mod pengangkutan awam paling penting dan meluas** digunakan di bandar-bandar seluruh dunia, termasuk Malaysia. Ia berfungsi membawa ramai penumpang dalam satu perjalanan dan menjadi **tulang belakang sistem pengangkutan awam bandar** sebelum wujudnya sistem rel seperti LRT dan MRT.

Di Malaysia, perkhidmatan bas disediakan oleh pelbagai pengendali seperti **Rapid KL, Causeway Link, Cityliner**, serta bas mini dan bas komuniti yang dikendalikan oleh pihak berkuasa tempatan.

3.2.1 Jenis-Jenis Bas di Kawasan Bandar

a. Bas Bandaran (City Bus)

- Beroperasi dalam kawasan bandar utama.
- Kerap berhenti di setiap hentian untuk mengambil dan menurunkan penumpang.
- Contoh: Bas Rapid KL, Bas Selangorku.

b. Bas Ekspres Bandar (Urban Express)

- Beroperasi di laluan utama tanpa banyak henti.
- Sesuai untuk perjalanan antara kawasan perumahan dan pusat bandar.

c. Bas Komuniti / Feeder Bus

- Menghubungkan kawasan perumahan dengan stesen LRT, MRT atau BRT.
- Laluan pendek dan kekerapan tinggi.

d. Bas Rapid Transit (BRT)

- Bas beroperasi di **lorong khas (dedicated lane)** tanpa gangguan kenderaan lain.
- Dilengkapi dengan sistem tiket automatik dan platform khas seperti tren.

- Contoh: **BRT Sunway Line** di Selangor.



Bas dan BRT (Bus Rapid Transit)

3.2.2 Kelebihan Pengangkutan Bas

- **Kapasiti tinggi:** mampu membawa ramai penumpang serentak.
- **Kos rendah:** lebih murah berbanding penggunaan kereta persendirian.
- **Fleksibel:** boleh mengubah laluan mengikut keperluan penduduk.

- **Mesra alam:** mengurangkan jumlah kenderaan di jalan raya dan pencemaran.
- **Akses inklusif:** boleh digunakan oleh semua golongan masyarakat.

3.2.3 Cabaran dan Kekurangan

- **Kelewatan dan ketidaktepatan masa:** disebabkan kesesakan lalu lintas.
- **Keselesaan rendah:** terutama apabila bas sesak atau tidak diselenggara baik.
- **Kemudahan tidak mencukupi:** seperti hentian bas tanpa bumbung atau kerusi.
- **Capaian terhad:** di sesetengah kawasan pinggir bandar yang jauh dari laluan utama.
- **Pencemaran udara:** jika menggunakan enjin diesel lama tanpa penapis asap.

3.2.4 Penambahbaikan Sistem Bas Bandar

Untuk meningkatkan kecekapan dan menarik lebih ramai pengguna, beberapa langkah telah dan sedang dilaksanakan:

- **Penggunaan bas elektrik** bagi mengurangkan pelepasan karbon.
- **Penyediaan lorong khas bas (Bus Lane)** untuk mengelakkan kesesakan.



Lorong Khas untuk bas

- **Integrasi sistem tiket tanpa tunai (cashless)** seperti Touch 'n Go dan MyRapid.
- **Sistem maklumat masa nyata (real-time tracking)** melalui aplikasi mudah alih.
- **Reka bentuk hentian mesra pengguna** yang lebih selesa dan selamat.

3.2.5 Peranan Bas dalam Pengangkutan Bandar

Bas memainkan peranan penting dalam mewujudkan **mobiliti mampan** dan **keadilan akses** kepada semua lapisan masyarakat. Ia membantu:

- Mengurangkan kebergantungan kepada kenderaan peribadi.
- Menyokong pembangunan **Transit-Oriented Development (TOD)**.
- Menyumbang kepada matlamat **bandar rendah karbon**.
- Meningkatkan **keberangkuman sosial** dengan menyediakan perkhidmatan mampu milik.



Pembangunan berorientasikan transit: Pembangunan berketumpatan tinggi berada di sekitar stesen transit

3.3 Pengangkutan berasaskan Rel

Pengangkutan berasaskan rel merupakan **tulang belakang mobiliti bandar moden**. Ia direka untuk membawa jumlah penumpang yang besar dengan cepat, selamat dan cekap, terutama di bandar-bandar yang padat penduduk seperti **Kuala Lumpur, Tokyo, London, dan Singapura**.

Di Malaysia, sistem rel bandar termasuk **Keretapi Tanah Melayu (KTM Komuter), Light Rail Transit (LRT), Mass Rapid Transit (MRT)**, dan **Monorel Kuala Lumpur** memainkan peranan penting dalam mengurangkan kebergantungan terhadap kenderaan persendirian serta mengatasi kesesakan jalan raya.

3.3.1 Jenis-Jenis Sistem Rel Bandar

a. LRT (Light Rail Transit)

- Sistem rel ringan dengan kapasiti sederhana hingga tinggi.
- Menggunakan laluan bertingkat atau bawah tanah.
- Laluan utama di Malaysia: **LRT Kelana Jaya Line, LRT Ampang Line**, dan **LRT Sri Petaling Line**.
- Dikenali dengan operasi automatik tanpa pemandu (driverless system).

b. MRT (Mass Rapid Transit)

- Sistem rel berat berkapasiti tinggi, sesuai untuk kawasan metropolitan besar.
- Direka untuk perjalanan jauh dan membawa penumpang dalam jumlah yang besar dengan kekerapan tinggi.

- Contoh: **MRT Kajang Line, MRT Putrajaya Line.**
- Laluan bawah tanah dan bertingkat, menghubungkan kawasan pinggir bandar ke pusat bandar.

Perbandingan antara pengangkutan rel				
Jenis Sistem Rel	Contoh Laluan / Operator	Jenis Tren	Muatan Maksimum (Penumpang/Set Tren)	Muatan maksimum per Jam satu arah
MRT (Mass Rapid Transit)	MRT Kajang Line, MRT Putrajaya Line	4–6 gerabak	1,500	≈45,000 penumpang/jam /arah
LRT (Light Rail Transit)	LRT Kelana Jaya, Ampang, Sri Petaling	4 gerabak	800	≈24,000 penumpang/jam /arah
Monorel Kuala Lumpur	KL Monorail (KL Sentral–Titiwangsa)	2 gerabak	214	≈6,400 penumpang/jam /arah
KTM Komuter	Tg. Malim–Pelabuhan Klang, Batu Caves–Pulau Sebang	6 gerabak	1,200	≈24,000 penumpang/jam /arah

c. Monorel

- Laluan tunggal bertingkat, sesuai untuk kawasan tumpuan tinggi seperti pusat bandar.
- Contoh: **KL Monorail** yang menghubungkan Bukit Bintang, KL Sentral, dan Titiwangsa.
- Kapasiti penumpang lebih rendah tetapi mudah diakses dan efisien untuk perjalanan jarak pendek.

d. KTM Komuter

- Sistem rel elektrik yang menghubungkan kawasan pinggir bandar ke bandar utama.
- Laluan popular termasuk **Batu Caves–Pulau Sebang** dan **Tanjung Malim–Pelabuhan Klang**.
- Digunakan oleh ribuan penumpang setiap hari untuk ke tempat kerja atau sekolah.

3.3.2 Kelebihan Pengangkutan Rel Bandar

- **Kecekapan tinggi:** tidak terjejas oleh kesesakan jalan raya.
- **Kapasiti besar:** mampu membawa ribuan penumpang dalam satu masa.
- **Mesra alam:** pelepasan karbon lebih rendah berbanding kereta atau bas.
- **Tepat masa:** jadual perjalanan tetap dan sistem automatik.

- **Menyokong pembangunan TOD (Transit Oriented Development):** meningkatkan nilai hartanah dan ekonomi bandar.

3.3.3 Kekurangan dan Cabaran

- **Kos pembinaan dan penyelenggaraan tinggi:** memerlukan pelaburan besar daripada kerajaan.
- **Laluan terhad:** hanya meliputi kawasan tertentu dan memerlukan integrasi dengan mod lain.
- **Gangguan operasi:** boleh berlaku akibat penyelenggaraan, gangguan elektrik, atau kemalangan kecil.
- **Kesesakan di waktu puncak:** terutama di stesen utama seperti KL Sentral dan Pasar Seni.

3.3.4 Integrasi dan Inovasi

Malaysia kini berusaha mewujudkan **rangkaian pengangkutan rel yang bersepadu**, di mana:

- Stesen-stesen rel disambungkan dengan **bas pengantara (feeder bus)**.
- Sistem pembayaran menggunakan **kad tunggal seperti Touch 'n Go dan MyRapid**.
- **Aplikasi pintar (MRT Corp, Rapid KL)** digunakan untuk semakan masa nyata (real-time schedule).

- Pembangunan **Transit-Oriented Development (TOD)** di sekitar stesen untuk galakkan gaya hidup tanpa kereta.

3.3.5 Arah Masa Hadapan

Pengangkutan rel masa depan dijangka lebih **pintar, hijau dan efisien**:

- Penggunaan **tren elektrik penuh dan tren automatik tanpa pemandu**.
- Pembangunan **laluan rel baharu seperti MRT Circle Line (Laluan 3)**.
- Integrasi **Sistem Pengangkutan Pintar (ITS)** bagi pemantauan operasi dan keselamatan.
- Kajian terhadap konsep rel berkelajuan tinggi seperti **High-Speed Rail (HSR)** antara Kuala Lumpur dan Singapura.



Stesen Bersepadu

3.4 Pengangkutan Aktif

Pengangkutan aktif merujuk kepada kaedah pergerakan yang menggunakan **tenaga manusia** sebagai sumber utama. Ia melibatkan aktiviti seperti **berjalan kaki (walking)** dan **berbasikal (cycling)**. Dalam konteks bandar moden, pengangkutan aktif dianggap sebagai **mod pengangkutan paling lestari dan sihat**, kerana ia tidak menghasilkan pencemaran dan menggalakkan gaya hidup aktif.

Banyak bandar di dunia — termasuk Kuala Lumpur, Amsterdam, dan Copenhagen — kini memberi penekanan kepada perancangan bandar yang **mesra pejalan kaki dan penunggang basikal** sebagai sebahagian daripada strategi mobiliti lestari (sustainable mobility).

3.4.1 Jenis Pengangkutan Aktif

a. Berjalan kaki (Walking)

- Mod paling asas dan mudah diakses.
- Sesuai untuk jarak pendek (di bawah 2 km).
- Menyokong interaksi sosial dan meningkatkan keselamatan bandar melalui “mata di jalan” (eyes on the street).

b. Berbasikal (Cycling)

- Alternatif pantas untuk perjalanan jarak sederhana (2–10 km).
- Mesra alam, murah, dan meningkatkan tahap kesihatan fizikal.

- Semakin digalakkan melalui inisiatif seperti **“Kuala Lumpur Car-Free Morning”** dan **laluan basikal Putrajaya & Shah Alam**.



Kemudahan jalan kaki dan berbasikal

3.4.2 Kelebihan Pengangkutan Aktif

- **Mesra alam:** Tiada pelepasan gas karbon.
- **Sihat dan aktif:** Mengurangkan risiko penyakit tidak berjangkit seperti obesiti dan tekanan darah tinggi.
- **Kos rendah:** Tiada keperluan bahan api, cukai atau parkir mahal.
- **Akses sejagat:** Boleh digunakan oleh hampir semua golongan masyarakat tanpa mengira status ekonomi.
- **Sokongan sosial:** Menggalakkan interaksi masyarakat dan penggunaan ruang awam.

3.4.3 Kekangan dan Cabaran

- **Kekurangan infrastruktur:** Laluan pejalan kaki dan basikal yang sempit atau tidak bersambung.
- **Reka bentuk bandar tidak mesra pengguna aktif:** Penyeberangan jalan berbahaya atau jarak antara kawasan terlalu jauh.
- **Faktor cuaca:** Hujan dan panas terik boleh menjejaskan keselesaan.
- **Persaingan ruang jalan:** Risiko kemalangan dengan kenderaan bermotor.
- **Kurang kesedaran:** Masyarakat masih menganggap berjalan atau berbasikal hanya sebagai aktiviti rekreasi, bukan pengangkutan utama.

3.4.4 Strategi Galakan Pengangkutan Aktif

Untuk menjadikan pengangkutan aktif lebih menarik dan selamat, bandar perlu melaksanakan beberapa strategi:

- **Penyediaan laluan pejalan kaki dan basikal yang selamat, lebar, dan bersambung.**
- **Pembangunan “complete streets”** – jalan raya direka untuk semua pengguna termasuk pejalan kaki, basikal, bas, dan kereta.
- **Pemasangan lampu isyarat khas pejalan kaki dan basikal.**
- **Penyediaan kemudahan sokongan:** rak basikal, tempat rehat, pancuran mandi di bangunan pejabat.
- **Kempen kesedaran awam:** seperti “Walk to Work Day” dan “Bike-to-Work Malaysia.”

3.4.5. Integrasi dengan Sistem Pengangkutan Awam

Pengangkutan aktif menjadi lebih efektif apabila **diintegrasikan dengan sistem pengangkutan awam**, contohnya:

- Laluan basikal ke stesen MRT atau LRT.
- Kemudahan parkir basikal di stesen (bike racks / bike hubs).
- Laluan pejalan kaki berbumbung yang menyambungkan stesen dengan kawasan perumahan atau pejabat.

Konsep ini dikenali sebagai **“First Mile–Last Mile Connectivity”**, yang membantu menghubungkan pengguna dari rumah ke stesen awam dan sebaliknya.



Kemudahan pengangkutan aktif di stesen MRT

Bab 4

Menilai Isu dan Cabaran Pengangkutan Bandar

Dalam merancang dan membangunkan sistem pengangkutan bandar, penilaian teknikal perlu dilaksanakan bagi memastikan setiap projek **berkesan, selamat dan lestari**. Antara komponen penting dalam penilaian tersebut ialah:

- **Penilaian Kesan Lalu lintas (Traffic Impact Assessment)**
- **Penilaian Kesan Alam Sekitar (Environmental Impact Assessment)**
- **Justifikasi Kos (Cost Justification)**
- **Audit Keselamatan Jalan Raya (Road Safety Audit)**
- **Penenangan Lalu lintas (Traffic Calming Measures)**

4.1 Penilaian Kesan Lalu lintas (Traffic Impact Assessment)

Penilaian Kesan Lalu Lintas (Traffic Impact Assessment, TIA) ialah satu kajian teknikal yang dijalankan untuk **menilai kesan sesuatu pembangunan terhadap sistem lalu lintas sedia ada**.

Setiap projek pembangunan — sama ada komersial, perumahan, pendidikan, atau perindustrian — akan menambah jumlah kenderaan di kawasan tersebut. Oleh itu, TIA membantu pihak berkuasa **menentukan sama ada jaringan jalan sedia ada mampu menampung peningkatan trafik dan apa langkah mitigasi yang perlu diambil**.

4.1.1 Tujuan TIA

- Menilai tahap kesesuaian lokasi pembangunan dari segi akses jalan raya.
- Mengenal pasti kesan peningkatan aliran trafik terhadap persimpangan dan jalan sedia ada.
- Mencadangkan langkah penambahbaikan seperti pelebaran jalan, pembinaan laluan masuk/keluar baharu, atau pemasangan lampu isyarat.
- Menyokong proses kelulusan pelan pembangunan oleh pihak berkuasa tempatan (PBT).
- Memastikan pembangunan baharu **tidak menjejaskan keselamatan, kecekapan dan kelancaran trafik bandar.**

4.1.2 Keperluan Undang-Undang dan Garis Panduan

Di Malaysia, TIA diwajibkan oleh **pihak berkuasa tempatan (PBT)** dan dirujuk mengikut panduan:

- **Jabatan Kerja Raya (JKR)** – *Guidelines for the Preparation of Traffic Impact Assessment Report (2011).*
- **PLANMalaysia / JPBD** – *Garis Panduan Penilaian Kesan Trafik bagi Pembangunan.*
- Dilaksanakan oleh **jurutera trafik bertauliah** dan diluluskan oleh agensi seperti JKR, JPBD atau Dewan Bandaraya (contohnya DBKL).

4.1.3 Komponen Utama dalam TIA

a. Kutipan Data Asas

- Data trafik semasa (volume count, jenis kenderaan, masa puncak).
- Lokasi persimpangan dan kapasiti jalan.
- Pola perjalanan pengguna (trip generation).

b. Ramalan Trafik Masa Hadapan

- Berdasarkan kadar pertumbuhan penduduk dan pembangunan sekeliling.
- Anggaran tambahan jumlah perjalanan (trip) yang dijana oleh projek baru.

c. Analisis Prestasi Jalan dan Persimpangan

- Menggunakan kaedah *Level of Service (LOS)* untuk menilai kelancaran trafik.
- LOS dinilai daripada A (sangat lancar) hingga F (sangat sesak).
- Simulasi menggunakan perisian seperti **SIDRA**, **VISSIM**, atau **Synchro**.

d. Cadangan Mitigasi dan Reka Bentuk

- Menambah lorong masuk dan keluar ke tapak pembangunan.
- Menambah lampu isyarat atau bulatan (roundabout).

- Menyediakan laluan khas bas atau laluan pejalan kaki.
- Penambahbaikan sistem saliran dan keselamatan jalan.

e. Pelan Implementasi dan Pemantauan

- Menentukan fasa pelaksanaan penambahbaikan jalan.
- Menyediakan laporan akhir dengan cadangan mitigasi yang perlu dipatuhi pemaju.

4.1.4 Tahap Kajian TIA Berdasarkan Saiz Projek

Jenis Pembangunan	Tahap Kajian	Contoh
Kecil	Kajian ringkas (Simplified TIA)	Kedai runcit, restoran kecil, stesen minyak
Sederhana	Kajian separa terperinci	Projek perumahan, sekolah, hospital
Besar	Kajian terperinci (Comprehensive TIA)	Pusat beli-belah, universiti, kawasan industri, terminal pengangkutan

4.1.5 Kepentingan Pelaksanaan TIA

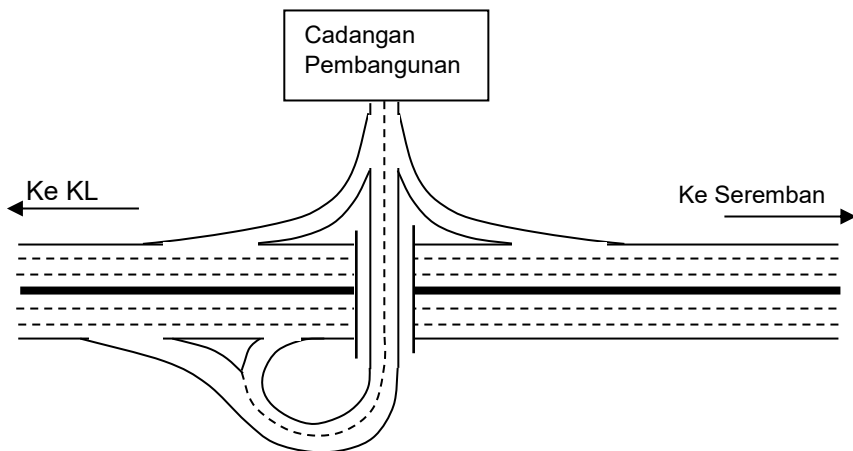
- Mengelakkan kesesakan lalu lintas baharu.
- Menambah baik keselamatan pengguna jalan raya.
- Meningkatkan kecekapan rangkaian jalan bandar.
- Menyokong pembangunan bandar mampan dan terancang.
- Menyediakan asas data untuk perancangan masa depan.

4.1.6 Cabaran Pelaksanaan TIA

- Kualiti data trafik yang tidak tepat atau tidak dikemas kini.
- Kekurangan kepakaran dalam analisis trafik.
- Ketidakpatuhan pemaju terhadap cadangan mitigasi.
- Tiada integrasi antara pelan pembangunan dengan pelan pengangkutan awam.

4.1.7 Latihan: Kesan Lalu lintas

Satu pembangunan dan persimpangan bertingkat telah dicadangkan di tepi Lebuhraya Utara Selatan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.



Rajah 1

Pembangunan ini mengandungi 3250 pangsapuri sahaja. Dalam tempoh 1 jam, kadar pengeluaran pelaku perjalanan dianggarkan 1.55 orang setiap unit pangsa puri pada waktu pagi.

- Kirakan berapa orang yang akan keluar setiap jam pada waktu pagi
- Jika 70% perjalanan dilakukan dengan menaiki kereta, kirakan berapa orang yang akan menaiki kereta
- Jika muatan purata setiap kereta 1.45 orang, kirakan berapa jumlah kereta yang keluar dalam tempoh 1 jam pagi
- Jika 79% kereta yang keluar menuju ke Kuala Lumpur, kirakan bilangan kereta tersebut.

- (e) Jika muatan persimpangan bertingkat itu 1500 kereta satu jam satu lorong satu arah, kirakan bilangan lorong jambatan yang menyeberangani lebih raya yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Cadangan anda mestilah mengambil kira hampir semua yang keluar pada waktu pagi akan balik pada waktu petang dan terdapat beberapa kenderaan yang memasuki kawasan pembangunan itu pada waktu pagi dan keluar petang untuk tujuan penyelenggaraan atau penghuni yang keluar bekerja pada waktu petang dan balik pagi.
- (f) Lakarkan persimpangan bertiangkat yang anda cadangkan.

4.2 Penilaian Kesan Alam Sekitar (Environmental Impact Assessment)

Penilaian Kesan Alam Sekitar (Environmental Impact Assessment, EIA) ialah satu proses sistematik untuk **menilai kesan sesuatu projek pembangunan terhadap alam sekitar** sebelum projek itu dilaksanakan.

Dalam konteks pengangkutan bandar, EIA amat penting bagi memastikan bahawa pembinaan jalan raya, lebuh raya, stesen MRT, terminal bas, atau projek rel **tidak menjejaskan keseimbangan alam, kesihatan awam, dan kualiti hidup penduduk sekitar.**

EIA merupakan **keperluan undang-undang** di Malaysia di bawah:

- *Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974 (Akta 127)*
- *Perintah Kualiti Alam Sekeliling (Aktiviti yang Ditetapkan) (Penilaian Kesan Alam Sekeliling) 2015*

4.2.1 Tujuan EIA

- Mengenal pasti dan menilai kesan positif dan negatif terhadap alam sekitar sebelum sesuatu projek diluluskan.
- Menyediakan langkah-langkah mitigasi bagi mengurangkan impak negatif.
- Memastikan projek pembangunan dilaksanakan secara **lestari dan bertanggungjawab**.
- Melibatkan **penyertaan awam (public participation)** dalam proses membuat keputusan.
- Menyokong dasar kerajaan ke arah **pembangunan mampan (sustainable development)**.

4.2.2 Jenis-jenis EIA

1. EIA Awal (Preliminary EIA)

- Dilaksanakan bagi projek yang berpotensi memberi kesan sederhana.
- Laporan ringkas yang menilai impak utama dan langkah mitigasi awal.

2. EIA Terperinci (Detailed EIA)

- Diperlukan bagi projek besar atau berisiko tinggi terhadap alam sekitar.
- Melibatkan kajian mendalam, termasuk ujian saintifik, data lapangan, dan konsultasi awam.

4.2.3 Proses Pelaksanaan EIA

Peringkat	Aktiviti Utama
1. Saringan (Screening)	Menentukan sama ada projek memerlukan EIA dan tahap kajian (awal atau terperinci).
2. Penetapan Skop (Scoping)	Mengenal pasti isu-isu utama dan komponen alam sekitar yang akan dikaji.
3. Kajian Lapangan & Analisis Data	Mengumpul data mengenai kualiti udara, air, bunyi, flora, fauna dan sosioekonomi.
4. Penilaian Kesan Alam Sekitar	Mengenal pasti kesan jangka pendek dan jangka panjang pembangunan terhadap alam sekitar.
5.3 Cadangan Mitigasi dan Pelan Pemantauan	Mencadangkan langkah-langkah untuk mengurangkan kesan negatif.

Peringkat	Aktiviti Utama
6. Penyediaan dan Penyerahan Laporan EIA	Laporan diserahkan kepada Jabatan Alam Sekitar (JAS) untuk penilaian dan kelulusan.
7. Pelaksanaan dan Pemantauan	Pemaju wajib melaksanakan pelan mitigasi dan melaporkan pemantauan alam sekitar secara berkala.

4.2.4 Komponen yang Dinilai dalam EIA

- **Kualiti udara:** pelepasan karbon, habuk pembinaan, asap kenderaan.
- **Kualiti air:** pencemaran air hujan dan limpahan bahan kimia.
- **Bunyi dan getaran:** daripada aktiviti pembinaan dan operasi kenderaan berat.
- **Ekosistem semula jadi:** kesan terhadap tumbuhan, haiwan dan habitat.
- **Sosioekonomi:** kesan terhadap komuniti tempatan, kesihatan dan estetika bandar.

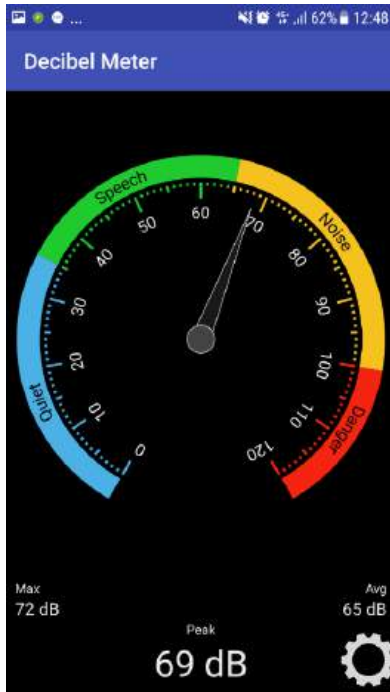
4.2.5 Contoh Langkah Mitigasi

- Menanam pokok penampan di tepi jalan atau stesen pengangkutan.
- Menggunakan jentera moden yang mengurangkan asap dan bunyi.
- Merancang sistem saliran bagi mengelak pencemaran air.
- Memasang penghadang bunyi di kawasan perumahan berhampiran lebuh raya.
- Menggalakkan penggunaan **pengangkutan awam hijau** seperti bas elektrik dan tren elektrik.

4.2.6 Kepentingan EIA dalam Pembangunan Pengangkutan Bandar

- Mengawal impak negatif daripada projek infrastruktur besar.
- Meningkatkan kesedaran terhadap pemeliharaan alam sekitar.
- Menjamin keselamatan dan kesihatan masyarakat bandar.
- Membantu kerajaan menilai sama ada projek wajar diteruskan, diubah atau dibatalkan.

4.2.7 Tugas: Kesan alam sekitar - Pencemaran Bunyi, Hingar



Muat turun apps Decibel Meter seperti di sebelah atau apps lain yang boleh mengukur hingar ke dalam hand-phone anda. Dapatkan ukuran hingar di tempat-tempat berikut:

- Jalan raya yang sibuk
- Jalan raya berhampiran kediaman anda
- Dalam kediaman anda
- Dalam tempat kerja atau tempat anda belajar
- Jalan raya berhampiran dengan tempat kerja atau tempat anda belajar

4.3 Justifikasi Kos

Justifikasi kos ialah proses menilai dan menerangkan sebab sesuatu projek pengangkutan perlu dilaksanakan berdasarkan kos dan manfaatnya. Ia membantu pihak berkuasa, pelabur, dan masyarakat memahami nilai ekonomi, sosial, dan alam sekitar yang dihasilkan oleh projek tersebut.

Tujuannya ialah untuk memastikan setiap perbelanjaan awam memberi pulangan maksimum dalam bentuk faedah kepada pengguna dan negara.

4.3.1 Kepentingan Justifikasi Kos

- Menentukan sama ada projek ekonomik dan berbaloi dilaksanakan.
- Membantu kerajaan dalam perancangan bajet dan keutamaan pelaburan.
- Menjadi asas kepada penilaian kelulusan projek (feasibility study).
- Mengelakkan pembaziran sumber dalam projek tidak berimpak tinggi.

4.3.2 Komponen Utama dalam Justifikasi Kos

Komponen	Penerangan Ringkas
Kos Awal (Capital Cost)	Kos pembinaan, tanah, bahan, tenaga kerja, dan kelulusan awal.

Komponen	Penerangan Ringkas
Kos Operasi & Penyelenggaraan (O&M)	Kos tahunan untuk operasi, tenaga, kakitangan, dan penyelenggaraan.
Kos Sosial & Alam Sekitar	Kesan terhadap komuniti, gangguan trafik, atau impak alam sekitar.
Faedah Ekonomi Langsung	Penjimatan masa perjalanan, pengurangan kos bahan api, peningkatan produktiviti.
Faedah Tidak Langsung	Peningkatan nilai tanah, peluang pekerjaan, pengurangan pencemaran, dan keselamatan.

4.3.3 Kaedah Penilaian Justifikasi Kos

a. Analisis Kos-Faedah (Cost-Benefit Analysis)

- Menilai perbandingan antara jumlah **faedah (benefits)** dan **kos keseluruhan (costs)**.
- Jika *Benefit-Cost Ratio (BCR)* > 1 , projek dianggap berbaloi dilaksanakan.

b. Internal Rate of Return (IRR)

- Menentukan kadar pulangan ekonomi projek; biasanya projek awam disasarkan **IRR $\geq 12\%$** .

- Kadar Pulangan Dalam ditakrifkan sebagai kadar diskaun yang akan menyamakan jumlah nilai faedah masa kini dengan jumlah nilai kos masa kini. Secara matematik ia boleh dituliskan sebagai berikut:

$$\sum_{n=1}^N \frac{B_n - C_n}{(1 + irr)^n} = 0$$

Dengan B_n adalah faedah ekonomi pada tahun ke- n

C_n adalah kos pada tahun ke- n

irr = Kadar Pulangan Dalam (Internal Rate of Return)

c. Nilai Bersih Kini (Net Present Value - NPV)

- Mengira nilai bersih projek selepas mengambil kira diskaun masa depan (time value of money).
- Nilai Bersih Kini bermakna membawa nilai wang pada masa depan kepada nilai hari ini. Perkara ini perlu dilakukan untuk membandingkan kos pembinaan yang dibelanjakan pada masa kini dengan pulangan yang akan diperolehi beberapa tahun akan datang. Pulangan RM 100,000,000 pada tahun 2035 belum tentu menguntungkan bagi pelaburan yang dibuat pada tahun 2025 yang bernilai RM 20,000,000. Wujudnya inflasi, perubahan cita rasa dan peningkatan taraf hidup, nilai RM

100,000,000 pada tahun 2035 itu mungkin lebih kecil lagi daripada RM 20,000,000 tahun 2025.

- NPV dikita dengan formula:

$$NPV = \frac{M_n}{(1 + i)^n}$$

Dengan i kadar diskaun. Kadar ini biasanya ditetapkan oleh Kementerian Kewangan atau institusi yang membiayai projek berkenaan setelah mengambil kira inflasi, perubahan cita rasa dan sebagainya.

M_t Pulangan ekonomi pada tahun n

d. Nilai Masa

- Nilai masa ialah nilai maksimum dalam mata wang yang akan dibayar oleh pelaku perjalanan untuk menjimatkan masa. Kaedah untuk mendapatkan nilai masa telah pun diterangkan dalam bab sebelum ini. Nilai ini biasanya berbeza-beza dari seorang kepada seorang yang lain bergantung kepada pendapatannya, jenis pekerjaannya dan jenis perjalanannya.
- Orang yang berpendapatan tinggi mempunyai nilai masa perjalanan yang lebih tinggi dari orang yang berpendapatan rendah. Orang yang dalam perjalanan perniagaan mempunyai nilai masa yang jauh lebih tinggi dari orang yang melakukan perjalanan bersiar-siar.

- Nilai masa RM15 jam untuk perjalanan pergi kerja dan RM9/jam boleh digunakan untuk perjalanan bukan pergi kerja.

e. Kos Operasi

- Kos operasi kenderaan yang biasa dimasukkan ke dalam pengiraan ialah:

Minyak bahan api

Minyak pelincir

Tayar

Penyelenggaraan

f. Arus Kos (Cost Stream)

- Arus kos merupakan perbezaan antara kos dan faedah bagi satu-satu tahun. Ia berguna untuk mengira IRR

4.3.4 Contoh Justifikasi Kos Projek Pengangkutan

Projek	Kos Anggaran (RM)	Manfaat Utama	Hasil Justifikasi
Projek MRT Laluan Putrajaya	30 bilion	Kurangkan masa perjalanan, kesesakan & emisi CO ₂	BCR > 1.2 (berbaloi)

Projek	Kos Anggaran (RM)	Manfaat Utama	Hasil Justifikasi
Bas Elektrik (Putrajaya)	50 juta	Kos operasi lebih rendah & udara bersih	Penjimatan jangka panjang
BRT Sunway Line	634 juta	Akses ke universiti & pusat perniagaan	Faedah sosial & ekonomi tinggi

4.3.5 Faktor yang Mempengaruhi Kos Projek

- **Lokasi & topografi** (bandar, tanah tinggi, kawasan padat).
- **Reka bentuk teknikal dan tahap teknologi** (contoh: EV, sistem automasi).
- **Kadar inflasi dan kos bahan binaan.**
- **Kecekapan pengurusan projek** dan risiko kelewatan.

4.3.6 Kepentingan Ketelusan dan Audit Kos

- Semua kos perlu **dilaporkan dengan telus** dan disemak oleh pihak bebas.
- Audit kewangan dan teknikal penting untuk mengelak **pembaziran, rasuah, dan lebihan kos (cost overrun).**

- Penilaian semula perlu dilakukan selepas projek siap untuk **mengukur impak sebenar**.

4.3.7 Contoh Justifikasi Kos

Sebatang jalan raya sepanjang 20 km dan jambatan sepanjang 4000 meter akan dibina menyeberangi sebatang sungai. Jalan dan jambatan ini dijangka akan menelan belanja sebanyak RM 900,000,000.00 dan memakan masa 2 tahun untuk menyiapkannya.

Apabila jalan dan jambatan ini siap dibina, dianggarkan penjimatan daripada kos operasi kenderaan ialah 110,000 km-kenderaan sehari manakala penjimatan masa perjalanan 32.000 jam-orang. Nilai masa purata dianggarkan RM 15.00 satu jam seorang manakala kos operasi kenderaan ialah 35 sen satu kilometer. Kedua-dua penjimatan ini dijangka akan meningkat pada kadar 9% setahun.

Kos penyelenggaraan jalan dan jambatan ini dijangka RM 540,000 setahun dan meningkat pada kadar 10.5% setahun.

Kerajaan akan mendapatkan pinjaman dari Bank Dunia bagi pembinaan jalan ini dan mesti dibayar balik dalam tempoh 12 tahun. Kadar diskaun untuk pengiraan NPV ialah 8%.

Penyelesaian.

Pembinaan adalah selama 2 tahun. Oleh itu kos pembinaan setahun ialah $RM\ 900,000,000 / 2 = RM\ 450,000,000.00$.

$$\begin{aligned}\text{Kos pada tahun ke-3} &= 540,000 * (1 + 10.5/100)^1 \\ &= \text{RM } 596,700.00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NPV kos bagi tahun 3} &= 54,000 / (1 + 0.08)^3 \\ &= \text{RM } 500,000\end{aligned}$$

$$\text{Penjimatan kos operasi kenderaan} = 110,000 \times \text{RM } 0.35 = \text{RM } 38,500.00 \text{ sehari}$$

$$\text{Penjimatan kos masa} = 32,000 \times \text{RM } 15 = \text{RM } 480,000.00 \text{ sehari}$$

$$\begin{aligned}\text{Penjimatan setahun} &= \text{penjimatan kos operasi setahun} + \\ &\text{penjimatan nilai masa setahun} \\ &= (\text{RM } 38,500.00 + \text{RM } 480,000.00) \times 365 \\ &= \text{RM } 189,252,500.00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Penjimatan pada tahun ke-3} &= 189,252,500.00 \times (1 + 9/100)^1 \\ &= \text{RM } 206,285,225\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{NPV penjimatan pada tahun ke 3} &= 206,285,225 / (1 + 0.08)^3 \\ &= \text{RM } 176,856,331\end{aligned}$$

Pengiraan-pengiraan lain diberikan dalam Jadual di bawah

Jumlah kos	900,000,000.00				
masa pembinaan		2 tahun			
Kos penyelenggaraan	3,400,000.00				
Penjimatan kos operasi Kenderaan	110,000.00				
Jimat masa		32000 jam orang			
Nilai masa		15 RM/orang			
Kadar diskaun		0.08			
Kadar kenaikan kos		0.105			
Kos penyelenggaraan		540000			
Kadar kenaikan penjimatan		0.09			
Kos operasi kenderaan		0.35 per km			
Penjimatan Kos Operasi =	38,500.00	sehari			
Penjimatan Kos masa=	480,000.00	sehari			
Jumlah jimat setahun =	189,252,500.00				
thn	Kos	Jimat	NPV kos	NPV Jimat	Arus Kos (Cost stream)
0	450,000,000.00		450,000,000.00		- 450,000,000.00
1	450,000,000.00		416,666,666.67		- 450,000,000.00
2	540,000.00	189,252,500	500,000.00	175,233,796	188,712,500.00
3	596,700.00	206,285,225	511,574.07	176,856,331	205,688,525.00
4	659,353.50	224,850,895	523,416.07	178,493,890	224,191,541.75
5	728,585.62	245,087,476	535,532.18	180,146,611	244,358,890.21
6	805,087.11	267,145,349	547,928.76	181,814,635	266,340,261.54
7	889,621.25	291,188,430	560,612.29	183,498,104	290,298,808.77
8	983,031.49	317,395,389	573,589.43	185,197,161	316,412,357.24
9	1,086,249.79	345,960,974	586,866.96	186,911,949	344,874,723.92
10	1,200,306.02	377,097,461	600,451.85	188,642,616	375,897,155.33
11	1,326,338.15	411,036,233	614,351.19	190,389,306	409,709,894.72
			872,220,989	1,827,184,401	
		Nisbah Faedah / Kos =		2.09	
		IRR =		22%	

Dari analisis di atas didapat cadangan projek ini sesuai untuk dilaksanakan kerana faedahnya jauh lebih besar dari kos pembinaan dan penyelenggaraan. Kadar pulangan, IRR pula 22% menunjukkan dalam tempoh kurang dari 5 tahun, kos pembinaan dan penyelenggaraan telah didapati semula.

4.4 Audit Keselamatan Jalan raya

Audit Keselamatan Jalan Raya (Road Safety Audit, RSA) ialah satu proses penilaian sistematik terhadap aspek keselamatan jalan raya yang dijalankan pada semua peringkat perancangan, reka bentuk, pembinaan dan operasi sesuatu projek jalan.

Tujuan utamanya ialah untuk mengenal pasti potensi bahaya (hazard) kepada pengguna jalan raya sebelum jalan dibuka atau digunakan secara meluas.

RSA merupakan langkah pencegahan yang proaktif — bukan bertindak selepas kemalangan berlaku, tetapi mencegahnya sebelum ia terjadi.

4.4.1 Tujuan Audit Keselamatan Jalan Raya

- Meningkatkan tahap keselamatan bagi semua pengguna jalan (pemandu, penunggang motosikal, pejalan kaki, dan penunggang basikal).
- Mengenal pasti kelemahan dalam reka bentuk, susun atur atau operasi jalan.
- Menyediakan cadangan penambahbaikan keselamatan yang praktikal dan berkesan.
- Mengurangkan kadar kemalangan serta tahap kecederaan di jalan raya.
- Menyokong matlamat “Vision Zero” – sifar kematian di jalan raya.

4.4.2 Asas Undang-undang dan Garis Panduan di Malaysia

Pelaksanaan RSA di Malaysia berpandukan kepada:

- Garis Panduan Audit Keselamatan Jalan Raya (JKR Arahan Teknik Jalan 2C/85 – Semakan 2018).
- Jabatan Keselamatan Jalan (JKJR) dan Jabatan Kerja Raya (JKR) sebagai agensi utama pelaksana.
- Dilaksanakan oleh jurutera keselamatan jalan bertauliah (Road Safety Auditor).

4.4.3 Peringkat Audit Keselamatan Jalan Raya

Peringkat	Masa Audit Dilaksanakan	Tujuan dan Fokus Utama
Audit Reka Bentuk Awal (Feasibility / Planning Stage)	Semasa perancangan awal projek	Menilai kesesuaian lokasi, susun atur jalan dan risiko awal terhadap pengguna.
2. Audit Reka Bentuk Terperinci (Detailed Design Stage)	Selepas lukisan reka bentuk disiapkan	Menilai elemen teknikal seperti selekoh, persimpangan, jarak pandangan dan papan tanda.

Peringkat	Masa Audit Dilaksanakan	Tujuan dan Fokus Utama
3. Audit Pra-Pembukaan (Pre-Opening Stage)	Sebelum jalan dibuka kepada umum	Memastikan semua ciri keselamatan seperti penghadang, garisan jalan, lampu dan papan tanda dipasang dengan betul.
4. Audit Pasca-Pembukaan (Post-Opening Stage)	Selepas jalan digunakan (6–12 bulan)	Mengenal pasti masalah sebenar semasa operasi dan cadangkan pembaikan.

4.4.4 Komponen yang Dinilai dalam RSA

- Reka bentuk geometri jalan – selekoh, cerun, jejambat, dan persimpangan.
- Susun atur laluan dan papan tanda – arah laluan, panduan pemandu, tanda amaran.
- Kemudahan pengguna lemah (vulnerable users) – pejalan kaki, basikal, dan OKU.
- Sistem pencahayaan dan penglihatan malam.
- Kawalan trafik sementara semasa kerja penyelenggaraan jalan.
- Keadaan permukaan jalan, garisan dan sistem penghadang.

4.4.5 Proses Pelaksanaan Audit

1. Pelantikan pasukan audit (jurutera bertauliah bebas daripada pasukan reka bentuk).
2. Lawatan tapak dan pemeriksaan dokumen reka bentuk.
3. Pengenalpastian bahaya dan penilaian risiko.
4. Penyediaan laporan audit dengan cadangan penambahbaikan.
5. Tindakan susulan oleh agensi pelaksana (contohnya JKR atau PBT).

4.4.6 Faedah Audit Keselamatan Jalan Raya

- Mengurangkan kadar kemalangan dan kecederaan.
- Menambah baik reka bentuk jalan supaya lebih mesra pengguna.
- Menjimatkan kos jangka panjang melalui pencegahan kemalangan.
- Meningkatkan keselamatan pengguna rentan (kanak-kanak, warga emas, OKU).
- Menyokong pembangunan bandar yang selamat dan inklusif.

4.4.7 Cabaran dalam Pelaksanaan RSA

- Kekurangan tenaga pakar audit keselamatan jalan raya.

- Laporan audit tidak diambil tindakan oleh pihak pelaksana.
- Kekangan bajet untuk pelaksanaan cadangan keselamatan.
- Tiada pemantauan berterusan selepas audit dilakukan.

4.4.8 Tugasan: Audit Keselamatan Jalan Raya

Pilih titik hitam (kawasan jalan raya yang banyak berlaku kemalangan). Tunjukkan dalam sebuah peta kawasan titik hitam yang anda pilih. Anda boleh dapatkan peta dari Google Map. Berikan cadangan untuk mengurangkan kemalangan. Sertakan laporan anda dengan gambar-gambar dan lakaran. Laporan hendaklah dalam bentuk slide.



4.5 Penenangan Lalu lintas

Penenangan Lalu Lintas (Traffic Calming) ialah satu pendekatan perancangan dan kejuruteraan jalan raya yang bertujuan untuk mengurangkan kelajuan kenderaan dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan raya, khususnya pejalan kaki, penunggang basikal dan penduduk di kawasan perumahan.

Konsep ini bermula di Eropah pada tahun 1970-an dan kini diamalkan di seluruh dunia, termasuk di Malaysia, bagi mewujudkan persekitaran jalan yang lebih selamat, selesa dan mesra komuniti.

4.5.1 Objektif Penenangan Lalu Lintas

- Mengurangkan **kelajuan kenderaan** di kawasan sensitif seperti sekolah, hospital dan perumahan.
- Meningkatkan **keselamatan pejalan kaki dan penunggang basikal**.
- Mengurangkan **kadar dan tahap kecederaan akibat kemalangan**.
- Menggalakkan penggunaan **pengangkutan aktif** seperti berjalan kaki dan berbasikal.
- Mewujudkan suasana jalan yang **lebih tenang, berdisiplin dan mesra penduduk**.

4.5.2 Prinsip Asas Penenangan Lalu Lintas

- Reka bentuk jalan perlu **mempengaruhi kelakuan pemandu secara semula jadi** — bukan hanya bergantung pada papan tanda atau undang-undang.
- Menggabungkan unsur **reka bentuk fizikal (physical measures)** dan **elemen visual (psychological cues)**.
- Menyeimbangkan antara **keselamatan pengguna lemah** dan **keperluan aliran trafik**.
- Menyokong matlamat bandar mampan dengan mengurangkan pencemaran dan bunyi bising.

4.5.3 Jenis-Jenis Langkah Penenangan Lalu Lintas

Langkah-langkah penenangan lalu lintas boleh dibahagikan kepada beberapa kategori utama:

a. Kawalan Kelajuan (Speed Control)

1. **Bonggol Jalan (Speed Hump)**
 - Struktur kecil melintang jalan bagi memperlahankan kenderaan.
 - Sesuai untuk kawasan perumahan dan sekolah.
2. **Meja Kelajuan (Speed Table / Raised Crossing)**
 - Permukaan tinggi dan rata yang digunakan di lintasan pejalan kaki.
 - Memberi kesan penurunan kelajuan sambil memudahkan pejalan kaki menyeberang.

3. **Bantal Kelajuan (Speed Cushion)**

- Bonggol bersegmen yang membenarkan bas atau kenderaan kecemasan melintas tanpa hentian penuh.



Bonggol



Meja Kelajuan (Speed Table / Raised Crossing)



Bantal Kelajuan (Speed Cushion)

b. Kawalan Arah dan Laluan (Deflection Control)

1. Chicane

– Reka bentuk jalan berselekoh ringan secara bergantian untuk memperlahankan pemandu.

2. Bendul Bonjol (Curb Extension / Bulb-Out)

– Lebar kaki lima diperluas ke arah jalan bagi mengurangkan jarak lintasan pejalan kaki.

3. Bulatan Kecil (Mini Roundabout)

– Menggantikan persimpangan lampu isyarat kecil untuk mengurangkan kelajuan dan memperbaiki aliran trafik.



Chicane: Jerutan yang menyempitkn jalan



Bendul Bonjol (Curb Extension / Bulb-Out)



Bualatan kecil dan bendul bonjol

c. Kawalan Visual dan Psikologi

1. **Permukaan kasar dan berwarna (Surface Texturing / Coloured Pavement)**
 - Penggunaan warna terang atau corak khas pada permukaan jalan untuk memberi isyarat kepada pemandu agar berhati-hati.



Permukaan kasar dan berwarna

2. **Papan Tanda Had Kelajuan dan Garisan Penyeberang**
– Peringatan visual bagi zon perlahan seperti sekolah dan taman permainan.



Papan Tanda Had Kelajuan dan Garisan Penyeberang

3. **Landskap dan Elemen Bandar**

- Pokok, lampu jalan, atau tembok rendah boleh mewujudkan rasa ruang sempit dan mendorong pemandu memperlahankan kenderaan.



Landskap dan Elemen Bandar

4. **Garisan Ilusi**

- garisan ilusi seperti bongkah timbul.



Garisan ilusi

4.5.4 Kawasan Sesuai untuk Pelaksanaan

- Kawasan perumahan dan taman kediaman.
- Zon sekolah, tadika dan universiti.
- Pusat bandar dan kawasan komersial.
- Laluan basikal dan kawasan pejalan kaki aktif.
- Kawasan berhampiran hospital atau rumah ibadat.

4.5.5 Kelebihan Penenangan Lalu Lintas

- Mengurangkan kelajuan purata kenderaan antara **20–40%**.
- Mengurangkan kemalangan pejalan kaki dan penunggang motosikal.
- Meningkatkan kualiti hidup dan keselesaan penduduk.
- Mengurangkan pencemaran bunyi dan udara.
- Menyokong mobiliti inklusif dan pengangkutan awam.

4.5.6 Cabaran Pelaksanaan

- Aduan pemandu mengenai kelewatan perjalanan.
- Kos pembinaan dan penyelenggaraan struktur fizikal.
- Kekangan ruang di kawasan bandar padat.
- Keperluan penyelarasan dengan agensi seperti PBT, JKR dan Polis Diraja Malaysia (PDRM).

4.5.7 Garis Panduan Pelaksanaan di Malaysia

Pihak berkuasa tempatan melaksanakan langkah penenangan lalu lintas berpandukan:

- **Arahan Teknik (Jalan) 2C/85 – JKR Malaysia.**
- **Manual on Traffic Calming for Local Streets (JKR 2014).**
- **Garis Panduan Keselamatan Jalan Raya JPBD.**

4.5.8 Tugas: Penenangan Lalu Lintas

Dapatkan peta kawasan kediaman anda dari Google Maps. Tandakan kaedah-kaedah [penenangan lalu lintas](#) yang boleh dilaksanakan. Lakukan ini dalam slide. Muat naik slide anda dalam ruang yang disediakan.

Cadangan anda hendaklah mengandungi sekurang-kurangnya 4 bentuk [penenangan lalu lintas](#). Tunjukkan gambar-gambar cadangan anda secara terperinci

Bab 5

Dasar & Perancangan Pengangkutan Bandar

Dasar dan perancangan pengangkutan bandar merupakan teras kepada pembangunan bandar yang mampan, cekap dan berdaya huni. Ia bertujuan memastikan sistem pengangkutan dapat memenuhi keperluan mobiliti penduduk tanpa menjejaskan alam sekitar, ekonomi, dan kesejahteraan sosial.

5.1 Matlamat Dasar Pengangkutan Bandar

Matlamat utama dasar pengangkutan bandar ialah:

1. Menjamin mobiliti yang cekap bagi orang ramai dan barangan.
2. Mengurangkan kesesakan lalu lintas dan masa perjalanan.
3. Meningkatkan keselamatan jalan raya.
4. Menggalakkan penggunaan pengangkutan awam.
5. Mengurangkan pencemaran alam sekitar.
6. Menyokong pembangunan ekonomi dan sosial bandar.

5.2 Prinsip Asas Dasar Pengangkutan

1. **Integrasi:** Menggabungkan sistem jalan raya, rel, bas, pejalan kaki, dan berbasikal secara menyeluruh.
2. **Keterhubungan (Connectivity):** Rangkaian pengangkutan mesti menghubungkan semua kawasan utama bandar dengan lancar.

3. **Keterangkuman (Inclusivity):** Menjamin akses untuk semua, termasuk golongan OKU, warga emas, dan kanak-kanak.
4. **Kelestarian (Sustainability):** Mengurangkan pelepasan karbon, menggalakkan mod hijau.
5. **Kecekapan (Efficiency):** Mengoptimumkan penggunaan ruang, masa, dan tenaga.

5.3 Elemen Utama dalam Perancangan Pengangkutan Bandar

1. **Perancangan Guna Tanah dan Pengangkutan (Land Use–Transport Planning):**

Pengangkutan dan guna tanah perlu dirancang bersama bagi mengelakkan penyebaran bandar yang tidak terkawal.

2. **Hierarki Jalan dan Rangkaian Trafik:**

Termasuk jalan arteri, pengumpul, dan tempatan — disusun bagi menyalurkan trafik mengikut fungsi.

3. **Pengangkutan Awam:**

Merangkumi bas, rel bandar (LRT, MRT), teksi, BRT dan perkhidmatan e-hailing.

4. **Kemudahan Bukan Bermotor:**

Laluan pejalan kaki, lorong basikal, dan kemudahan parkir basikal.

5. **Kemudahan Parkir dan Pengurusan Permintaan Trafik (TDM):**

Kawalan parkir, caj kesesakan, carpool, dan dasar kerja anjal.

6. Keselamatan Jalan Raya dan Reka Bentuk Bandar Selamat:

Penggunaan *traffic calming*, lintasan pejalan kaki, pencahayaan dan papan tanda.

5.4 Dasar-Dasar Utama di Malaysia

1. Dasar Pengangkutan Negara (DPN 2019–2030)

- Memacu sistem pengangkutan yang **integrasi, berdaya tahan dan lestari**.
- Fokus kepada **pengangkutan awam bandar, logistik efisien, dan teknologi hijau**.

2. Rancangan Fizikal Negara (RFN)

- Mengarah pembangunan infrastruktur pengangkutan utama di bandar-bandar strategik.

3. Pelan Induk Pengangkutan Awam Darat (SPAD)

- Menyediakan hala tuju pembangunan rel, bas, dan integrasi sistem bandar.

4. Pelan Induk Pengangkutan Bandar (contoh: Greater KL/Langkawi/Iskandar Malaysia)

- Menggabungkan dasar guna tanah, pengangkutan awam dan kecekapan trafik.

5.5 Proses Perancangan Pengangkutan

1. **Analisis Permintaan:** Kajian corak perjalanan, bilangan penduduk, guna tanah.
2. **Penentuan Objektif dan Polisi:** Apa masalah yang hendak diselesaikan.
3. **Penjanaaan Alternatif:** Reka bentuk pilihan sistem, laluan, dan dasar.
4. **Penilaian dan Pemilihan Alternatif:** Menggunakan model pengangkutan dan analisis kos-manfaat.
5. **Pelaksanaan dan Pemantauan:** Fasa pembinaan, operasi, dan penilaian prestasi.

5.6 Cabaran dalam Dasar dan Perancangan Pengangkutan Bandar

1. Pertumbuhan pesat kenderaan persendirian.
2. Kekurangan integrasi antara mod pengangkutan.
3. Ketidakseimbangan pelaburan antara jalan raya dan pengangkutan awam.
4. Kekangan perundangan dan koordinasi antara agensi.
5. Kesan perubahan iklim dan pelepasan karbon.

5.7 Guna Tanah dan Pengangkutan

Guna tanah (land use) dan pengangkutan mempunyai hubungan yang sangat rapat dan saling mempengaruhi.

- **Guna tanah menentukan corak perjalanan.**
- **Pengangkutan pula mempengaruhi pembangunan guna tanah.**

Contohnya, pembinaan lebuh raya atau stesen MRT akan meningkatkan pembangunan perumahan dan komersial di sekitarnya.

5.7.1 Hubungan Dua Hala

1. Guna tanah mempengaruhi pengangkutan:

- Jenis dan kepadatan guna tanah menentukan jumlah perjalanan.
- Kawasan perumahan menghasilkan perjalanan ke tempat kerja, sekolah dan pusat beli-belah.

2. Pengangkutan mempengaruhi guna tanah:

- Akses yang baik menarik pelaburan dan pembangunan baru.
- Kawasan berhampiran stesen pengangkutan awam sering meningkat nilai tanahnya.



Dengan keluasan tanah yang sama, satu blok kondominium menjana permintaan pengangkutan yang lebih banyak daru rumah sebuah.

5.7.2 Jenis Guna Tanah dan Kesan terhadap Pengangkutan

Jenis Tanah	Guna	Ciri-Ciri	Kesan terhadap Pengangkutan
Perumahan		Banyak penduduk	Tinggi permintaan perjalanan waktu puncak
Komersial		Kedai, pejabat, pasar raya	Trafik padat, parkir terhad
Perindustrian		Kilang, gudang	Pengangkutan barang berat, lori

Jenis Guna Tanah	Ciri-Ciri	Kesan terhadap Pengangkutan
Institusi & Pendidikan	Sekolah, universiti	Puncak pagi dan tengah hari
Rekreasi & Taman	Kawasan hijau, sukan	Perjalanan hujung minggu

5.7.3 Kepadatan dan Corak Guna Tanah

- **Kepadatan tinggi (urban core):** sesuai untuk pengangkutan awam seperti MRT/LRT.
- **Kepadatan rendah (pinggir bandar):** lebih bergantung pada kenderaan persendirian.
- **Corak sebaran guna tanah (urban sprawl):** menyebabkan perjalanan jauh, masa panjang dan penggunaan kereta meningkat.

5.7.4 Perancangan Guna Tanah Bersepadu

Untuk mencapai bandar mampan, perancangan guna tanah dan pengangkutan mesti **disepadukan** melalui:

1. **Transit-Oriented Development (TOD):**
 - Pembangunan berasaskan stesen pengangkutan awam.
 - Campuran guna tanah (perumahan, komersial, pejabat) dalam jarak berjalan kaki.

2. **Pembangunan Bercampur (Mixed-Use Development):**

- Mengurangkan keperluan perjalanan jauh dengan meletakkan rumah, pejabat dan kedai berdekatan.

3. **Konsep Bandar Padat (Compact City Concept):**

- Menggalakkan pembangunan menegak dan tumpuan aktiviti di pusat bandar.

5.7.5 Kesan Guna Tanah terhadap Mobiliti dan Alam Sekitar

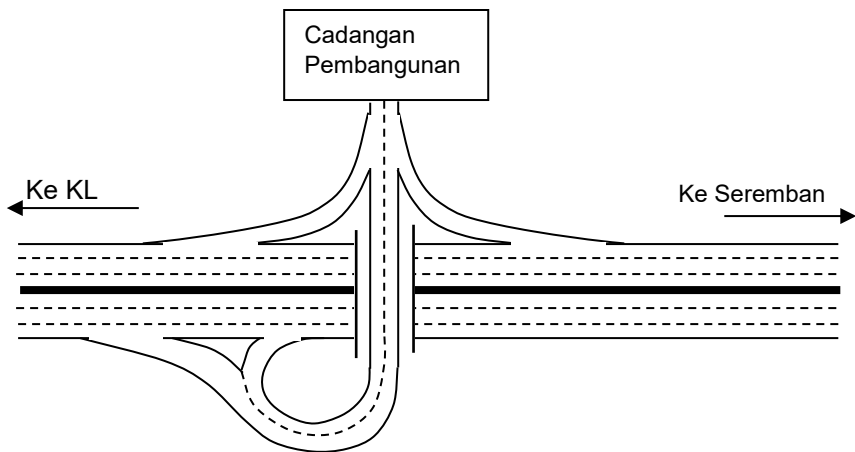
- Guna tanah yang tidak terancang menyebabkan **kesesakan, pencemaran udara dan masa perjalanan panjang.**
- Guna tanah yang padat dan berintegrasi dengan sistem pengangkutan awam mengurangkan **penggunaan bahan api dan pelepasan karbon.**

5.7.6 Cabaran

1. Pertumbuhan bandar tanpa kawalan (*urban sprawl*).
2. Ketidakseimbangan antara perumahan dan pekerjaan.
3. Kekurangan koordinasi antara pihak perancang bandar dan pengangkutan.
4. Kebergantungan tinggi terhadap kereta persendirian.

5.7.7 Tugas: Gunatanah dan Pengangkutan

Satu pembangunan dan persimpngan bertingkat telah dicadangkan di tepi Lebuhraya Utara Selatan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah di bawah.



Pembangunan ini mengandungi 3250 pangsapuri sahaja. Dalam tempoh 1 jam, kadar pengeluaran pelaku perjalanan dianggarkan 1.55 orang setiap unit pangsa puri pada waktu pagi.

- Kirakan berapa orang yang akan keluar setiap jam pada waktu pagi
- Jika 70% perjalanan dilakukan dengan menaiki kereta, kirakan berapa orang yang akan menaiki kereta
- Jika muatan purata setiap kereta 1.45 orang, kirakan berapa jumlah kereta yang keluar dalam tempoh 1 jam pagi

- (d) Jika 79% kereta yang keluar menuju ke Kuala Lumpur, kirakan bilangan kereta tersebut.
- (e) Jika muatan persimpangan bertingkat itu 1500 kereta satu jam satu lorong satu arah, kirakan bilangan lorong jambatan yang menyeberangani lebih raya yang ditunjukkan dalam Rajah di atas. Cadangan anda mestilah mengambil kira hampir semua yang keluar pada waktu pagi akan balik pada waktu petang dan terdapat beberapa kenderaan yang memasuki kawasan pembangunan itu pada waktu pagi dan keluar petang untuk tujuan penyelenggaraan atau penghuni yang keluar bekerja pada waktu petang dan balik pagi.
- (f) Lakarkan persimpangan bertiangkat yang anda cadangkan.

5.8 Sosioekonomi dan Pengangkutan

Pengangkutan memainkan peranan penting dalam pembangunan sosioekonomi sesebuah negara. Ia bukan sekadar kemudahan untuk pergerakan manusia dan barangan, tetapi juga pemangkin kepada pertumbuhan ekonomi, sosial dan pembangunan wilayah.

5.8.1 Hubungan Sosioekonomi dan Pengangkutan

- Pembangunan sistem pengangkutan yang baik meningkatkan **akses kepada peluang pekerjaan**, pendidikan dan perkhidmatan kesihatan.
- Kawasan yang mempunyai rangkaian pengangkutan efisien biasanya menunjukkan kadar pertumbuhan ekonomi dan taraf hidup yang lebih tinggi.

- Sebaliknya, kawasan yang kurang liputan pengangkutan sering berdepan **ketidakseimbangan pembangunan** dan kemiskinan.

5.8.2 Kesan Positif Pengangkutan terhadap Sosioekonomi

- Peningkatan mobiliti penduduk – memudahkan penghijrahan tenaga kerja dan pergerakan harian.
- Pertumbuhan perniagaan dan pelaburan – akses logistik yang baik menarik pelabur.
- Pembangunan bandar dan pinggir bandar – rangkaian pengangkutan mempengaruhi pola guna tanah.

5.8.3 Kesan Negatif jika Tidak Dirancang dengan Baik

- Kesesakan lalu lintas, pencemaran udara dan bunyi yang menjejaskan kualiti hidup.
- **Ketidakseimbangan sosioekonomi** antara kawasan bandar dan luar bandar.
- Kenaikan kos hidup akibat kos pengangkutan yang tinggi.

5.9 Kaitan Pendapatan dengan Pemilihan Kenderaan

5.9.1 Pendapatan sebagai Faktor Utama

- Tahap pendapatan individu atau isi rumah sangat mempengaruhi jenis kenderaan yang dimiliki atau digunakan.

- Semakin tinggi pendapatan, semakin besar kemampuan untuk memiliki kendaraan persendirian yang lebih selesa dan berprestij.
- Pendapatan rendah pula mendorong individu untuk bergantung pada **pengangkutan awam** atau **mod bukan bermotor** seperti basikal dan berjalan kaki.

5.9.2 Corak Pemilihan Kenderaan Berdasarkan Pendapatan

- Pendapatan rendah → bas, tren, motosikal, basikal.
- Pendapatan sederhana → kereta kecil, kereta kompak, motosikal berkuasa tinggi.
- Pendapatan tinggi → kereta mewah, SUV, kenderaan elektrik, atau kenderaan pelbagai guna (MPV).

5.9.3 Kesan Ekonomi dan Sosial

- Golongan berpendapatan rendah membelanjakan peratus besar pendapatan mereka untuk pengangkutan, walaupun menggunakan mod murah.
- Kesenjangan akses kenderaan boleh mewujudkan ketidaksamaan mobiliti sosial, di mana peluang pekerjaan dan pendidikan terhad kepada mereka yang memiliki kenderaan.

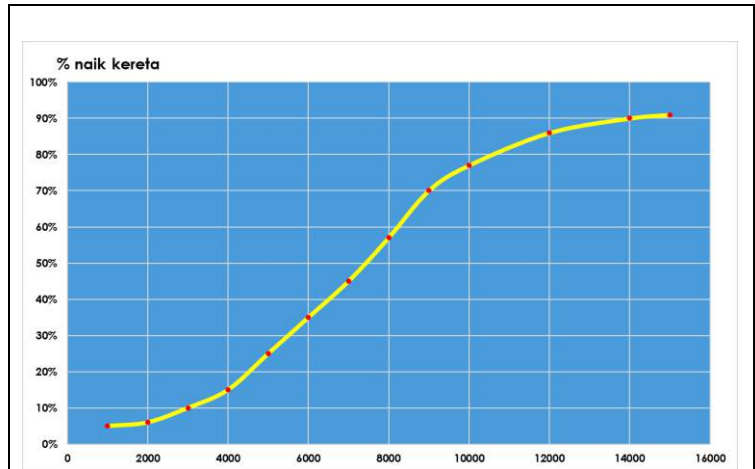
5.9.4 Makna Sosio ekonomi dari Segi Pengangkutan

- Sosio ekonomi = Meninjau masyarakat melalui ekonomi

- Dalam pengangkutan, masyarakat dilihat melalui pendapatannya, pemilikan kenderaan dan jenis rumah.
- Rumah besar melambangkan status ekonomi yang tinggi dan biasanya pemilik rumah berkanaan lebih banyak melakukan perjalanan
- Contoh pengeluaran perjalanan oleh jenis-jenis rumah:

Jenis Rumah	Pengeluaran sehari
Rumah setumah	18.37
Rumah semi-D	16.37
Rumah Teres	8.16
Pangsapuri	4.87
Rumah kos rendah	7.35

- Orang yang memiliki banyak kereta melambangkan status ekonomi yang tinggi. Biasanya orang ini lebih cenderung melakukan perjalanan dengan menaiki kereta.
- Hubungan pemilihan kenderaan dengan pendapatan (RM) biasanya berbentuk fungsi logistik:



Fungsi ini adalah fungsi logistik

$$P = \frac{1}{1 + e^{(\alpha X + C)}}$$

- o Fungsi ini boleh dijadikan regresi lurus seperti di bawah

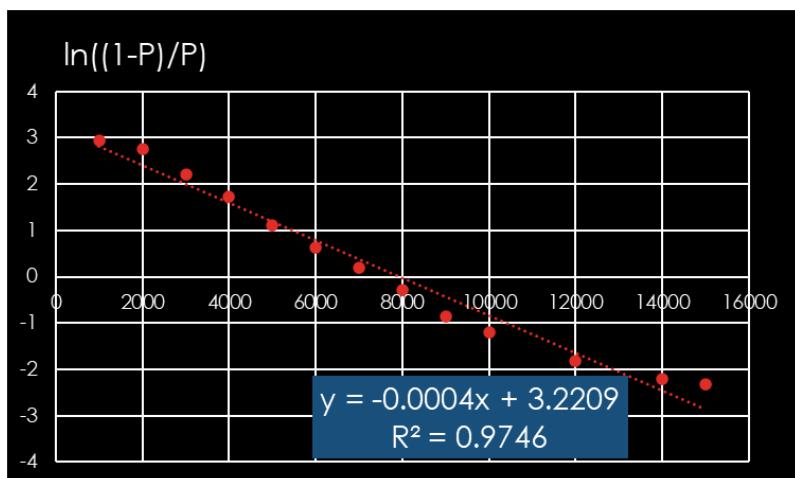
$$\frac{1-P}{P} = e^{(\alpha X + C)}$$

$$\ln\left(\frac{1-P}{P}\right) = \alpha X + C$$

$$\ln\left(\frac{1-P}{P}\right) = \alpha X + C$$

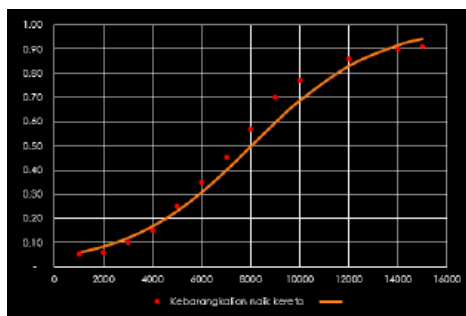
α = kecerunan

C = persilangan graf dengan paksi Y



$$P = \frac{1}{1 + e^{(-0.0004 X + 3.2209)}}$$

Persamaan ini boleh dilukiskan semula melalui titik-titik dari data yang asal. Hasilnya adalah seperti rajah di bawah.



5.9.5 Contoh Pengiraan Hubungan Sosio ekonomi dengan pengangkutan

Satu kajian soal selidik ke atas 500 orang telah dilakukan untuk mengetahui pendapatan dan kenderaan yang mereka gunakan untuk pergi bekerja. Kawasan berkenaan tiada pengangkutan rel. Perkhidmatan pengangkutan awam hanya diberikan oleh bas. Hasil kajian tersebut 84 adalah diberikan dalam jadual di bawah.

Pendapatan bulanan isi rumah (RM)	Pecahan menaiki kereta (P)
1000	0.04
2000	0.05
3000	0.07
4000	0.13
5000	0.25
6000	0.31
7000	0.39
8000	0.48
9000	0.52
10000	0.60
12000	0.75
14000	0.86
16000	0.90
18000	0.94
20000	0.95

1. Plotkan graf pecahan menaiki kereta (paksi y) melawan pendatapan bulanan (paksi x)
2. Tuliskan persamaan yang sesuai bagi lengkuk di atas (1)
3. Sediakan jadual Pendapatan Bulanan (kolom 1) dan $\ln[(1 - P) / P]$
4. Plotkan graf regresi jadual yang anda sediakan dalam (3)
5. Tentukurkan parameter-parameter persamaan yang anda tuliskan dalam (2)
6. Satu pembangunan yang terdiri dari 3000 unit kondominium akan dibangunkan. Purata pendapatan bulanan isi rumah penduduknya dianggarkan ialah RM 15,000. Purata penghuni setiap unit kondo ialah 2.1 orang.
 - (a) Kirakan jumlah penduduk
 - (b) Gunakan persamaan yang anda tentukurkan dalam (5) kirakan bilangan orang menaiki kereta.
 - (c) Andaikan pilihan kenderaan hanya kereta dan bas, kirakan bilangan orang menaiki bas
 - (d) Jika muatan bas 60 orang dan semua orang keluar serentak dalam satu jam pada waktu pagi, kirakan bilangan bas yang diperlukan.

Jawapan 1

Plotkan graf dengan menggunakan MS Excel



Jawapan 2

Persamaan yang sesuai

$$P = \frac{1}{1 + e^{(\alpha X + C)}}$$

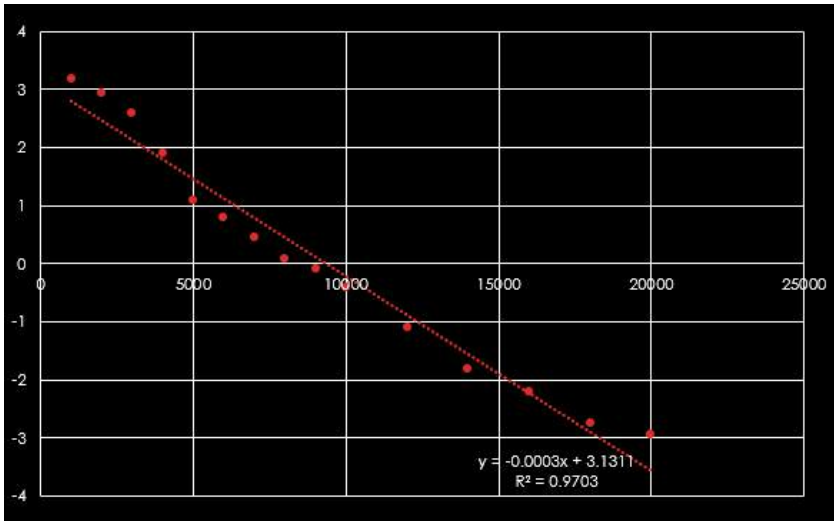
Jawapan 3

Jadual Pendapatan Bulanan (kolom 1) dan $\ln[(1 - P) / P]$

Pendapatan	$\ln((1-P)/P)$
1000	3.178054
2000	2.944439
3000	2.586689
4000	1.900959
5000	1.098612
6000	0.800119
7000	0.447312
8000	0.080043
9000	-0.08004
10000	-0.40547
12000	-1.09861
14000	-1.81529
16000	-2.19722
18000	-2.75154
20000	-2.94444

Jawapan 4

Graf regressi



Jawapan 5

$$\alpha = -0.0003$$

$$C = 3.1311$$

$$P = \frac{1}{1 + e^{(-0.0003 X + 3.1311)}}$$

Jawapan 6

a) Jumlah penduduk = $3000 \times 2.1 = 6300$

b) Bilangan orang naik kereta:

$$P = \frac{1}{1 + e^{(0.0003 X + 3.1311)}}$$

$$P = \frac{1}{1 + e^{(0.0003 \times 15000 + 3.1311)}}$$

$$P = 0.7972$$

Jumlah orang naik kereta = $0.7972 \times 6300 = 5022$ orang

c) Jumlah orang naik bas = $6300 - 5022$ orang = 1278 orang

d) Jumlah bas yang diperlukan = $1278 / 60 = 21$ bas

5.9.6 Tugas: Hubungan Sosio ekonomi dengan pengangkutan

Satu kajian soal selidik ke atas 500 orang telah dilakukan untuk mengetahui pendapatan dan kenderaan yang mereka gunakan untuk pergi bekerja. Kawasan berkenaan tiada pengangkutan rel. Perkhidmatan pengangkutan awam hanya diberikan oleh bas. Hasil kajian tersebut adalah diberikan dalam jadual di bawah.

Pendapatan bulanan isi rumah	Pecahan menaiki kereta (P)
1000	0.05
2000	0.06
3000	0.10
4000	0.15
5000	0.25
6000	0.31
7000	0.39
8000	0.48
9000	0.52
10000	0.60
12000	0.75
14000	0.85
16000	0.89
18000	0.93
20000	0.95

1. Plotkan graf pecahan menaiki kereta (paksi y) melawan pendapatan bulanan (paksi x)

2. Tuliskan persamaan yang sesuai bagi lengkung di atas (1)
3. Sediakan jadual Pendapatan Bulanan (kolom 1) dan $\ln[(1 - P) / P]$
4. Plotkan graf regresi jadual yang anda sediakan dalam (3)
5. Tentukurkan parameter-parameter persamaan yang anda tuliskan dalam (2)

Anda boleh merujuk slide dalam <https://www.slideshare.net/rizaatiqrahmat/hubungan-sosioekonomi-dengan-pengangkutan>

6. Satu pembangunan yang terdiri dari 2100 unit kondominium akan dibangunkan. Purata pendapatan bulanan isi rumah penduduknya dianggarkan ialah RM 17,000. Purata penghuni setiap unit kondo ialah 2.3 orang.
 - (a) Kirakan jumlah penduduk
 - (b) Gunakan persamaan yang anda tentukurkan dalam (5) kirakan bilangan orang menaiki kereta.
 - (c) Andaikan pilihan kenderaan hanya kereta dan bas, kirakan bilangan orang menaiki bas
 - (d) Jika muatan bas 60 orang dan semua orang keluar serentak dalam satu jam pada waktu pagi, kirakan bilangan bas yang diperlukan.

5.10 Perancangan Jangka Pendek

Perancangan pengangkutan jangka pendek ialah rancangan tindakan yang dilaksanakan dalam **tempoh kurang daripada 3 tahun**, dengan fokus kepada **penambahbaikan segera** terhadap sistem pengangkutan sedia ada. Ia biasanya melibatkan langkah **operasi, penyelenggaraan, dan pengurusan trafik** tanpa memerlukan perubahan besar dalam infrastruktur utama.

5.10.1 Tujuan Utama

- Menyelesaikan **masalah lalu lintas semasa** seperti kesesakan, keselamatan, dan parkir.
- Meningkatkan **kecekapan sistem sedia ada** sementara menunggu pelaksanaan projek jangka panjang.
- Memberi **kesan cepat kepada pengguna** melalui intervensi kos rendah dan mudah dilaksanakan.

5.10.2 Ciri-Ciri:

- Tempoh pelaksanaan singkat (1–3 tahun).
- Kos relatif rendah.
- Tidak memerlukan pembangunan infrastruktur besar.
- Fokus kepada **pengurusan permintaan dan aliran trafik**.
- Mudah diubah suai mengikut keperluan semasa.

5.10.3 Contoh Tindakan Dalam Perancangan Jangka Pendek:

1. Pembaikan Infrastruktur Ringan

- Menambah baik simpang jalan, papan tanda, dan lampu isyarat.
- Membina laluan pejalan kaki atau lintasan zebra.

2. Penenangan Trafik (Traffic Calming)

- Pemasangan bonggol jalan, *speed table*, atau *chicane*.
- Pembinaan *curb extension* di kawasan sekolah atau masjid.

3. Pengurusan Trafik dan Parkir

- Menetapkan arah sehalu (*one-way street*) di kawasan sibuk.
- Menyusun semula sistem parkir dan ruang menurunkan penumpang (*drop-off zone*).

4. Peningkatan Kecekapan Pengangkutan Awam

- Menambah kekerapan bas.
- Membaiki hentian bas dan penyediaan maklumat waktu sebenar (*real-time information*).

5. Pendidikan dan Kesedaran Awam

- Kempen keselamatan jalan raya.

- Program galakan penggunaan pengangkutan awam dan basikal.

5.10.4 Hasil dan Kesan Diharapkan:

- Mengurangkan kesesakan di kawasan tumpuan.
- Menambah baik keselamatan pejalan kaki dan penunggang.
- Meningkatkan imej dan keselesaan bandar.
- Menjadi asas kepada rancangan jangka sederhana dan panjang.

5.10.5 Contoh Pelaksanaan di Malaysia:

- Projek **Smart Traffic Light System** di bandar-bandar utama.
- Pembinaan **laluan bas khas sementara (interim bus lanes)** di Kuala Lumpur.
- Pelaksanaan **Program Bandar Selamat** oleh Kementerian Kerajaan Tempatan dan Perumahan (KPKT).

5.11 Perancangan Jangka Panjang

Perancangan pengangkutan jangka panjang ialah strategi dan rancangan pembangunan sistem pengangkutan bagi **tempoh melebihi 10 tahun** (kadangkala hingga 20 atau 30 tahun). Ia memberi tumpuan kepada **pembangunan menyeluruh infrastruktur, dasar, dan sistem pengangkutan masa depan**

untuk memenuhi keperluan pertumbuhan bandar, ekonomi, dan penduduk.

5.11.1 Tujuan Utama:

- Menyediakan **rangka kerja strategik jangka panjang** bagi pembangunan sistem pengangkutan bandar.
- Menyokong **pertumbuhan guna tanah dan ekonomi** yang mampan.
- Menggalakkan **penggunaan mod pengangkutan awam dan mesra alam**.
- Mengurangkan kebergantungan terhadap kenderaan persendirian.

5.11.2 Ciri-Ciri:

- Tempoh pelaksanaan panjang (10–30 tahun).
- Melibatkan pembangunan infrastruktur utama (jalan, rel, terminal, dan sistem BRT/MRT).
- Kos tinggi dan memerlukan perancangan kewangan berperingkat.
- Disokong oleh dasar, undang-undang, dan pelan guna tanah jangka panjang.
- Mempunyai kesan besar terhadap bentuk dan struktur bandar.

5.11.3 Komponen Utama Perancangan Jangka Panjang:

1. Pembangunan Infrastruktur Utama

- Lebuhraya bandar, jaringan rel, lapangan terbang, dan pelabuhan.
- Sistem pengangkutan awam bersepadu seperti MRT, LRT, BRT, dan kereta kabel.

2. Perancangan Guna Tanah dan Mobiliti Bandar

- Reka bentuk bandar berorientasikan transit (*Transit-Oriented Development, TOD*).
- Kawasan campuran (perumahan, komersial, dan rekreasi berdekatan stesen awam).

3. Pembangunan Teknologi & Inovasi

- Kenderaan elektrik, sistem pintar (*Intelligent Transport System, ITS*).
- Kenderaan tanpa pemandu (*autonomous vehicles*).

4. Dasar Kelestarian & Alam Sekitar

- Sasaran pelepasan karbon sifar.
- Penggunaan tenaga boleh diperbaharui dalam operasi pengangkutan.

5. Perancangan Ekonomi & Kewangan

- Pembiayaan jangka panjang (kerajaan, PPP, caj kesesakan, dsb.).

- Penjanaan pendapatan melalui *transit-oriented development*.

5.11.4 Kesan dan Hasil Diharapkan:

- Mewujudkan sistem pengangkutan **efisien, hijau, dan inklusif**.
- Mengurangkan kesesakan dan pencemaran bandar.
- Menyokong pertumbuhan ekonomi dan daya saing bandar.
- Meningkatkan kualiti hidup penduduk bandar.

5.11.5 Contoh di Malaysia:

- **Pelan Induk Pengangkutan Awam Darat Negara (NLPT) 2019–2030.**
- **Pelan Induk Pengangkutan Pulau Pinang (PTMP).**
- Projek **MRT1, MRT2, dan LRT3** di Lembah Klang.
- Pembangunan **Bandar Pintar Putrajaya & Cyberjaya** dengan sistem hijau dan terancang.

Bab 6

Teknologi dalam Pengangkutan (ICT, big data, AI, EV, smart mobility)

6.1 Pengenalan kepada Teknologi dalam Pengangkutan

6.1.1 Evolusi teknologi dalam sistem pengangkutan moden

Evolusi teknologi dalam pengangkutan menunjukkan **perubahan daripada sistem manual kepada sistem digital dan pintar**. Perkembangan ini berlaku sejajar dengan kemajuan industri, keperluan mobiliti bandar, dan kemunculan teknologi baharu seperti **ICT, automasi, dan tenaga hijau**.

Peringkat Evolusi Teknologi Pengangkutan

Peringkat	Ciri-ciri Utama	Contoh Teknologi / Aplikasi
a. Era Mekanikal (Sebelum 1950-an)	Penggunaan tenaga manusia dan haiwan; kenderaan asas.	Basikal, kereta lembu, kereta api stim, kapal wap.
b. Era Automotif & Elektronik (1950–1980-an)	Penggunaan enjin pembakaran dalaman dan sistem mekanikal automatik.	Kereta bermotor, kapal terbang komersial, sistem isyarat automatik.

Peringkat	Ciri-ciri Utama	Contoh Teknologi / Aplikasi
c. Era Digital (1990–2010-an)	Integrasi komputer dan sistem maklumat dalam pengangkutan.	GPS, tol automatik, kad pintar, pengurusan trafik berkomputer.
d. Era Pintar & Hijau (2010–kini)	Penggunaan AI, Big Data, dan tenaga bersih untuk mobiliti lestari.	Kenderaan elektrik (EV), aplikasi e-hailing, mobiliti pintar (MaaS), kenderaan autonomi.

Faktor Pendorong Evolusi

- Kemajuan teknologi komunikasi (Internet, satelit, sensor).
- Pertumbuhan penduduk bandar yang memerlukan sistem lebih efisien.
- Kesedaran alam sekitar dan keperluan tenaga hijau.
- Dasar kerajaan dan inovasi industri automotif.

Kesan Evolusi Teknologi

- Peningkatan kecekapan operasi dan keselamatan.
- Wujudnya integrasi mod pengangkutan (multimodal transport).
- Peralihan kepada pengangkutan awam pintar dan bersepadu.

- Peningkatan kualiti hidup dan kemudahan pengguna.

6.1.2 Kepentingan teknologi dalam meningkatkan kecekapan, keselamatan dan kelestarian

Teknologi memainkan peranan penting dalam menjadikan sistem pengangkutan **lebih cekap, selamat dan lestari**. Melalui penggunaan ICT, automasi, tenaga bersih, dan analisis data, pengangkutan dapat dikendalikan secara pintar dan terancang.

Meningkatkan Kecekapan Pengangkutan

- **Sistem Trafik Pintar (ITS):** Mengawal aliran trafik secara automatik berdasarkan keadaan jalan raya masa nyata.
- **Big Data & AI:** Menganalisis corak perjalanan untuk merancang laluan optimum dan mengurangkan kesesakan.
- **Aplikasi Digital:** Memudahkan pengguna merancang perjalanan (contoh: Waze, Moovit, Grab).
- **Sistem Bayaran Bersepadu:** Mengurangkan masa menunggu melalui e-wallet, kad pintar, dan tiket elektronik.

Meningkatkan Keselamatan Pengguna

- **Kamera dan Sensor Pintar:** Mengesan halangan, kemalangan, dan pelanggaran trafik secara automatik.

- **Sistem Bantuan Pemandu (ADAS):** Mengawal jarak, brek automatik, dan amaran keluar lorong.
- **Kenderaan Autonomi:** Mengurangkan kesilapan manusia dalam pemanduan.
- **Pusat Kawalan Trafik:** Memantau keadaan jalan raya secara masa nyata dan bertindak segera ketika kecemasan.

Menyokong Kelestarian Alam Sekitar

- **Kenderaan Elektrik (EV):** Mengurangkan pelepasan karbon dan pencemaran udara.
- **Sistem Mobiliti Hijau:** Galakan penggunaan bas, tren, basikal, dan berjalan kaki.
- **Tenaga Boleh Diperbaharui:** Penggunaan tenaga solar dan stesen pengecas hijau.
- **Perancangan Berorientasi Transit (TOD):** Mengurangkan kebergantungan pada kereta persendirian.

6.1.3 Hubungan antara teknologi, dasar, dan gaya hidup bandar

Teknologi pengangkutan, dasar kerajaan, dan gaya hidup bandar saling berkait dalam membentuk **sistem mobiliti yang moden, efisien, dan mampan**. Kejayaan sesuatu bandar bergantung kepada bagaimana ketiga-tiga elemen ini **diselaraskan secara seimbang**.

Hubungan Antara Teknologi dan Dasar Pengangkutan

- **Dasar sebagai pemacu teknologi:** Kerajaan menetapkan polisi untuk menggalakkan penggunaan teknologi baharu (contoh: Dasar EV Nasional, Smart City Blueprint).
- **Teknologi menyokong pelaksanaan dasar:** Sistem digital membantu kerajaan melaksanakan dan memantau peraturan lalu lintas, keselamatan, dan kelestarian.
- **Contoh:**
 - Penggunaan **sistem e-hailing** dibenarkan melalui peraturan khas.
 - **Kad bayaran tanpa tunai** (Touch 'n Go, MyRapid) disokong oleh dasar pendigitalan perkhidmatan awam.

Hubungan Antara Teknologi dan Gaya Hidup Bandar

- Penduduk bandar kini memilih **gaya hidup digital dan mobiliti pintar**.
- Aplikasi seperti Grab, Moovit, dan Google Maps mengubah cara orang bergerak dan merancang perjalanan.
- Teknologi membolehkan **penggunaan pelbagai mod pengangkutan** (bas, tren, e-scooter, car-sharing).
- Trend baharu seperti **kerja jarak jauh** dan **e-dagang** turut mengubah corak perjalanan harian.

Hubungan Antara Dasar dan Gaya Hidup Bandar

- Dasar bandar yang baik akan membentuk **persekitaran mesra pengguna dan mesra alam**.
- Contohnya, dasar **bandar hijau dan bebas karbon** menggalakkan gaya hidup sihat seperti berjalan kaki dan berbasikal.
- Polisi **hadkan kenderaan persendirian** (contoh: caj kesesakan di bandar besar) mendorong warga menggunakan pengangkutan awam.

6.2 Teknologi Maklumat dan Komunikasi (ICT) dalam Pengangkutan

6.2.1 Peranan ICT dalam sistem pengurusan pengangkutan

Teknologi Maklumat dan Komunikasi (ICT) memainkan peranan penting dalam **merancang, mengurus dan memantau sistem pengangkutan moden**. Melalui penggunaan komputer, rangkaian komunikasi, sensor, dan aplikasi digital, sistem pengangkutan menjadi lebih **cekap, pantas dan bersepadu**.

Maksud ICT dalam Pengangkutan

ICT merujuk kepada **penggunaan teknologi digital untuk mengumpul, memproses, menyimpan, dan menyebarkan maklumat** berkaitan aliran trafik, operasi kenderaan, serta tingkah laku pengguna jalan raya.

Peranan Utama ICT dalam Pengurusan Pengangkutan

a. Pemantauan Trafik Masa Nyata

- Penggunaan kamera CCTV, penderia jalan, dan sistem GPS untuk menjejak keadaan trafik.
- Data disalurkan ke **pusat kawalan trafik** bagi tindakan pantas seperti melaras lampu isyarat atau memaklumkan pengguna melalui papan maklumat digital.

b. Pengurusan Lampu Isyarat dan Aliran Trafik

- Lampu isyarat dikawal secara automatik berdasarkan jumlah kenderaan di persimpangan.
- Mengurangkan kesesakan dan masa menunggu melalui sistem *adaptive traffic control*.

c. Pengurusan Pengangkutan Awam

- ICT digunakan untuk menyelaraskan jadual bas dan tren, serta memberi maklumat masa sebenar kepada penumpang.
- Sistem bayaran elektronik (contoh: Touch 'n Go, MyRapid) memudahkan perjalanan tanpa tunai.

d. Pengumpulan dan Analisis Data

- Data besar (Big Data) digunakan untuk **ramalan trafik, perancangan laluan, dan penilaian dasar**.
- Membantu pihak berkuasa menilai keberkesanan sesuatu projek pengangkutan.

e. Komunikasi dan Maklumat kepada Pengguna

- Aplikasi mudah alih (Waze, Google Maps, Moovit) membolehkan pengguna **merancang perjalanan dan mengelak kesesakan**.
- Papan maklumat elektronik di lebuh raya memberi amaran tentang kemalangan, cuaca, atau penutupan jalan.

Kelebihan ICT dalam Sistem Pengangkutan

- Menambah **kecekapan operasi dan penyelarasan** antara agensi.
- Mengurangkan **kesesakan dan masa perjalanan**.
- Meningkatkan **keselamatan dan tindak balas kecemasan**.
- Menyediakan asas untuk **perancangan bandar pintar (Smart City)**.

6.2.2 Sistem Pengurusan Trafik Pintar (*Intelligent Transport Systems, ITS*)

Sistem Pengurusan Trafik Pintar atau **Intelligent Transport Systems (ITS)** ialah penggunaan **teknologi maklumat, komunikasi dan automasi** bagi mengurus sistem pengangkutan dengan lebih **efisien, selamat dan mesra alam**. ITS menggabungkan **sensor, kamera, GPS, dan data masa nyata**

untuk memantau, mengawal dan menilai keadaan lalu lintas secara berterusan.

Objektif Utama ITS

- Mengurangkan kesesakan lalu lintas.
- Meningkatkan keselamatan jalan raya.
- Menambah kecekapan penggunaan infrastruktur sedia ada.
- Memberikan maklumat tepat kepada pengguna jalan raya.
- Menyokong mobiliti pintar dan pengangkutan mampan.

Komponen Utama ITS

Komponen	Fungsi Utama	Contoh Aplikasi
Sistem Pemantauan Trafik (Traffic Monitoring System)	Mengumpul data trafik melalui sensor dan kamera.	CCTV, pengesanan kelajuan, kamera AES.
Sistem Kawalan Isyarat Pintar (Adaptive Signal Control)	Menyesuaikan masa lampu isyarat berdasarkan aliran kenderaan sebenar.	Smart Traffic Lights di Kuala Lumpur.

Komponen	Fungsi Utama	Contoh Aplikasi
Sistem Maklumat Pengguna (Traveller Information System)	Menyampaikan maklumat masa nyata kepada pengguna.	Papan tanda elektronik, aplikasi Waze/Google Maps.
Sistem Pengurusan Insiden (Incident Management System)	Mengesan dan menangani kemalangan atau gangguan trafik dengan cepat.	Pusat Kawalan Trafik KL atau PLUS.
Sistem Bayaran Elektronik (Electronic Toll Collection)	Memudahkan bayaran automatik tanpa henti.	RFID, Touch 'n Go, SmartTAG.
Sistem Pengurusan Pengangkutan Awam	Menjejak lokasi dan jadual bas atau tren.	Aplikasi MyRapid, Moovit, sistem GPS bas.



Bilik Kawalan Lalu Lintas Kuala Lumpur

Kelebihan Pelaksanaan ITS

- **Mengurangkan kesesakan:** Trafik lebih lancar melalui pengawalan automatik.
- **Meningkatkan keselamatan:** Amaran awal terhadap kemalangan atau bahaya di jalan raya.
- **Menjimatkan masa dan bahan api:** Laluan alternatif disyorkan kepada pengguna.
- **Menyokong kelestarian:** Mengurangkan pelepasan karbon melalui perjalanan yang efisien.

- **Memudahkan pengurusan bandar:** Data trafik membantu dalam perancangan jangka panjang.



Integrated Transport Information System, Kuala Lumpur

Contoh Pelaksanaan ITS di Malaysia

- **Kuala Lumpur:** Sistem kawalan trafik automatik dan papan maklumat elektronik.
- **PLUS Expressway:** Sistem pemantauan CCTV dan amaran trafik masa nyata.
- **Penang Smart City Project:** Aplikasi pintar untuk pengurusan parkir dan trafik.



Papan maklumat elektronik – Variable Message System

Cabaran Pelaksanaan

- Kos pembangunan dan penyelenggaraan tinggi.
- Keperluan kepakaran teknikal dan penyelarasan agensi.
- **Isu keselamatan data dan privasi pengguna.**

6.2.3 Aplikasi navigasi dan pemantauan masa nyata (contoh: Waze, Google Maps)

Aplikasi navigasi dan pemantauan masa nyata ialah perisian digital yang menggunakan teknologi GPS, data pengguna, dan rangkaian komunikasi untuk memberikan maklumat segera tentang laluan, kesesakan, kemalangan, dan keadaan trafik semasa.

Antara aplikasi popular: **Waze, Google Maps, Apple Maps, Moovit, dan HereWeGo.**

Fungsi Utama Aplikasi Navigasi Masa Nyata

- **Panduan Laluan (Navigation):** Menunjukkan arah dan laluan paling cepat ke destinasi.
- **Pemantauan Trafik (Traffic Monitoring):** Memberi maklumat masa sebenar tentang kesesakan, kemalangan, atau penutupan jalan.
- **Cadangan Laluan Alternatif:** Mengubah laluan secara automatik jika berlaku kesesakan.
- **Maklumat Tempat Menarik:** Menunjukkan stesen minyak, tempat makan, masjid, hospital, dan parkir terdekat.
- **Maklum Balas Komuniti:** Pengguna boleh melaporkan kemalangan, polis, atau halangan jalan.

Teknologi yang Digunakan

- **Global Positioning System (GPS):** Menjejak kedudukan kenderaan secara masa nyata.
- **Big Data & Crowdsourcing:** Mengumpul data daripada jutaan pengguna untuk analisis trafik.
- **Artificial Intelligence (AI):** Menganalisis corak trafik dan mencadangkan laluan paling efisien.

- **Internet & Cloud Computing:** Menyimpan dan mengemas kini data peta secara berterusan.

Kelebihan kepada Pengguna

- **Menjimatkan masa dan bahan api** dengan mengelak kesesakan.
- **Meningkatkan keselamatan** melalui amaran awal (jalan licin, kemalangan, sekatan jalan).
- **Memudahkan perjalanan jarak jauh** dengan panduan suara dan maklumat lokasi.
- **Meningkatkan keselesaan** pengguna pengangkutan awam melalui maklumat masa ketibaan bas/tren.

Kesan terhadap Pengurusan Pengangkutan Bandar

- Membantu **pihak berkuasa tempatan** memahami corak pergerakan trafik.
- Menjadi sumber **data besar (big data)** untuk perancangan dan analisis aliran trafik.
- Menggalakkan penggunaan **mobiliti pintar (smart mobility)** dan integrasi mod perjalanan.

Contoh Aplikasi di Malaysia

Aplikasi	Fungsi Utama	Kelebihan
Waze	Panduan pemanduan dengan data komuniti	Maklum balas pengguna masa nyata
Google Maps	Navigasi dan carian lokasi global	Disepadukan dengan pengangkutan awam
Moovit	Aplikasi perjalanan awam	Menunjukkan waktu sebenar bas dan tren
PLUS App	Maklumat lebuh raya Malaysia	Amaran kemalangan dan status tol

Cabaran dan Isu

- Ketepatan data bergantung kepada sambungan internet dan jumlah pengguna aktif.
- Isu **privasi dan keselamatan data lokasi pengguna**.
- Risiko **kebergantungan berlebihan kepada aplikasi** semasa memandu.

6.2.4 Integrasi Data antara Mod Pengangkutan (MRT, Bas, e-Hailing)

Integrasi data antara mod pengangkutan bermaksud **perkongsian dan penyelarasan maklumat antara pelbagai sistem**

pengangkutan seperti MRT, LRT, bas, teksi, e-hailing, dan parkir. Tujuannya ialah untuk mewujudkan **rangkaian perjalanan yang lancar, bersepadu, dan mudah diakses** oleh pengguna bandar.

Konsep Integrasi Data Pengangkutan

Integrasi data membolehkan sistem pengangkutan **berkomunikasi antara satu sama lain secara digital**, menggunakan platform seperti:

- Sistem **Big Data** dan **Cloud Computing**
- **Application Programming Interface (API)** antara agensi dan penyedia perkhidmatan
- Aplikasi **Mobility-as-a-Service (MaaS)** yang menggabungkan semua mod pengangkutan dalam satu aplikasi

Contoh: Pengguna boleh merancang perjalanan dari rumah ke pejabat menggunakan kombinasi **e-hailing → MRT → bas bandar**, dengan satu sistem bayaran dan maklumat masa nyata.

Komponen Utama Integrasi

Komponen	Fungsi
Integrasi Maklumat	Menyediakan maklumat masa sebenar bagi semua mod pengangkutan (contoh: masa ketibaan, laluan, tambang).
Integrasi Fizikal	Penyambungan fizikal antara mod (contoh: hentian bas bersebelahan stesen MRT).
Integrasi Operasi	Penjadualan dan penyelarasan masa antara bas dan tren untuk mengelak menunggu lama.
Integrasi Pembayaran	Satu sistem bayaran bersepadu seperti Touch 'n Go, MyRapid, atau e-wallet.

Kelebihan Integrasi Data

- **Kemudahan kepada pengguna:** Perjalanan tanpa gangguan antara mod pengangkutan.
- **Kecekapan operasi:** Penyedia perkhidmatan dapat menyelaraskan jadual dengan lebih tepat.
- **Pengurangan kesesakan:** Menggalakkan penggunaan pengangkutan awam berbanding kenderaan persendirian.
- **Perancangan pintar:** Data digunakan untuk meramal permintaan dan menambah baik laluan.

Contoh Pelaksanaan di Malaysia

- **Klang Valley Integrated Transit System (KITS):** Integrasi MRT, LRT, Monorel, dan bas bandar.
- **Kad MyRapid & Touch 'n Go:** Sistem bayaran tunggal untuk pelbagai mod.
- **Aplikasi Grab dan Moovit:** Menyediakan pilihan multimodal (e-hailing + tren/bas).
- **Transit-oriented Development (TOD):** Reka bentuk bandar yang menggabungkan perumahan, komersial dan pengangkutan awam dalam satu kawasan.

Cabaran Integrasi

- Kurangnya perkongsian data antara agensi atau operator berbeza.
- Ketidadaan piawaian data yang seragam.
- Kos pelaksanaan dan penyelenggaraan sistem digital.
- Cabaran keselamatan data dan privasi pengguna.

6.2.5 Konsep Smart City dan Smart Transport Infrastructure

Smart City atau **Bandar Pintar** ialah bandar yang menggunakan **teknologi digital, data, dan inovasi pintar** untuk meningkatkan kualiti hidup penduduk, kecekapan operasi bandar, serta kelestarian alam sekitar. Salah satu komponen utama bandar pintar ialah **Smart Transport Infrastructure** — iaitu rangkaian

pengangkutan yang **terhubung, cekap, dan berasaskan teknologi maklumat.**

Konsep Smart City dalam Pengangkutan

- Penggunaan **ICT, Big Data, dan AI** untuk mengurus pergerakan manusia dan kenderaan.
- Fokus kepada **mobiliti mampan**, pengurangan kesesakan, dan pelepasan karbon rendah.
- Menyepadukan sistem **jalan raya, rel, parkir, e-hailing, dan bas** dalam satu ekosistem pintar.
- Menyediakan **maklumat masa nyata (real-time information)** untuk pengguna awam.

Ciri-ciri Infrastruktur Pengangkutan Pintar (Smart Transport Infrastructure)

Aspek	Ciri Utama	Contoh
Infrastruktur Pintar	Menggunakan penderia (sensor), kamera, dan IoT untuk memantau trafik.	Sistem kamera AES, papan maklumat elektronik.
Sistem Isyarat Pintar	Lampu isyarat menyesuaikan masa	Adaptive Traffic Signal Control di KL.

Aspek	Ciri Utama	Contoh
	berdasarkan aliran trafik sebenar.	
Sistem Parkir Pintar	Aplikasi menunjukkan lokasi parkir kosong dan bayaran tanpa tunai.	Smart Parking di Putrajaya, Penang, Cyberjaya.
Kenderaan Pintar	Kenderaan dilengkapi GPS, AI, dan sistem keselamatan automatik.	Kenderaan elektrik (EV), kenderaan autonomi.
Data Bersepadu	Semua data trafik dan perjalanan dikumpul dan dianalisis untuk perancangan bandar.	Pusat Kawalan Trafik Pintar (Smart Traffic Control Centre).

Kelebihan Infrastruktur Pengangkutan Pintar

- **Kecekapan tinggi:** Mengurangkan masa perjalanan dan kesesakan.
- **Keselamatan meningkat:** Pemantauan berterusan melalui sistem automatik.
- **Kelestarian:** Mengurangkan pelepasan karbon dan pencemaran udara.
- **Kemudahan pengguna:** Perjalanan dirancang dengan mudah melalui aplikasi mudah alih.

- **Kebolehpercayaan:** Sistem dapat bertindak balas segera terhadap gangguan trafik atau kemalangan.

Contoh Pelaksanaan di Malaysia

- **Putrajaya Smart City Blueprint:** Mengintegrasikan data pengangkutan, tenaga dan keselamatan.
- **Cyberjaya Smart Mobility Project:** Penggunaan e-scooter, EV, dan parkir pintar.
- **Kuala Lumpur Smart City 2030:** Fokus kepada sistem pengangkutan digital, ITS dan *mobility-as-a-service (MaaS)*.
- **Penang Smart Parking (PSP):** Aplikasi pintar untuk carian parkir dan bayaran digital.

Cabaran Pelaksanaan

- Kos pelaksanaan dan penyelenggaraan yang tinggi.
- Keperluan koordinasi antara banyak agensi dan operator.
- Isu privasi dan keselamatan data pengguna.
- Jurang digital antara kawasan bandar dan luar bandar.

6.3 Penggunaan Data Raya (Big Data) dalam Pengangkutan

6.3.1 Pengenalan

Big Data dalam pengangkutan merujuk kepada **jumlah data yang sangat besar, pelbagai, dan diperoleh dengan pantas** daripada pelbagai sumber — seperti kenderaan, sensor jalan, GPS, kamera, dan aplikasi mudah alih. Analisis data ini membantu pihak berkuasa dan operator memahami **corak perjalanan, keadaan trafik, dan tingkah laku pengguna** untuk membuat keputusan yang lebih tepat dan pantas.

6.3.2 Sumber Big Data dalam Sektor Pengangkutan

Sumberg Data	Keterangan
Sensor Trafik & Kamera CCTV	Mengesan aliran trafik, kemalangan, dan kesesakan.
GPS dan Aplikasi Navigasi	Menjejak pergerakan kenderaan dan masa perjalanan.
Kad Pintar & E-Payment	Data penggunaan pengangkutan awam (tren, bas, MRT).
Media Sosial & Aplikasi Mudah Alih	Maklum balas dan laporan pengguna jalan raya.
Data Cuaca & Alam Sekitar	Menilai kesan cuaca terhadap keadaan trafik.

6.3.3 Peranan dan Kegunaan Big Data dalam Pengangkutan

a. Perancangan dan Ramalan Trafik

- Big Data digunakan untuk **menganalisis corak kesesakan** dan meramal aliran trafik masa depan.
- Membantu pihak berkuasa **menentukan waktu puncak dan lokasi masalah trafik.**

b. Penjadualan dan Pengurusan Pengangkutan Awam

- Data masa sebenar membantu **menyusun jadual bas dan tren lebih tepat.**
- Mengoptimumkan laluan mengikut permintaan pengguna.

c. Keselamatan Jalan Raya

- Analisis data kemalangan mengenal pasti **lokasi berisiko tinggi (black spot).**
- Membolehkan langkah pencegahan dan reka bentuk jalan lebih selamat.

d. Pengurusan Parkir dan Ruang Bandar

- Data daripada sistem parkir pintar digunakan untuk **menentukan kadar parkir dan zon keutamaan.**
- Mengurangkan kesesakan akibat pencarian parkir.

e. Sokongan Dasar dan Keputusan Strategik

- Kerajaan menggunakan Big Data untuk merancang dasar pengangkutan awam, EV, dan mobiliti hijau.

- Membantu dalam penilaian impak dan keberkesanan projek.

6.3.4 Kelebihan Penggunaan Big Data

- Membolehkan keputusan berasaskan bukti (data-driven decisions).
- Mengurangkan kesesakan melalui ramalan dan kawalan dinamik.
- Menambah kecekapan operasi pengangkutan awam.
- Meningkatkan keselamatan dan kelestarian sistem mobiliti bandar.

6.3.5 Cabaran Penggunaan Big Data

- Isu privasi dan keselamatan data pengguna.
- Kekurangan kepakaran dalam analisis data besar.
- Ketidakteragaman format data antara agensi atau operator.
- Kos tinggi untuk penyimpanan dan pemprosesan data.

6.3.6 Contoh Penggunaan Big Data di Malaysia

- **PLUS Expressway:** Sistem pemantauan aliran trafik dan pengurusan kecemasan.
- **RapidKL & Prasarana:** Analisis penggunaan tren dan bas untuk perancangan jadual.
- **Kuala Lumpur Smart City 2030:** Menggunakan data gabungan daripada CCTV, GPS dan IoT untuk perancangan bandar pintar.

6.4 Analisis Corak Perjalanan dan Tingkah Laku Pengguna

Analisis corak perjalanan dan tingkah laku pengguna menggunakan data besar (Big Data) untuk memahami bagaimana, bila, dan mengapa orang bergerak dari satu tempat ke tempat lain. Maklumat ini penting bagi perancangan sistem pengangkutan awam, pengurusan trafik, dan pembangunan bandar yang lebih efisien.

6.4.1 Sumber Data untuk Analisis

Sumber	Jenis Maklumat yang Diperoleh
GPS dan Telefon Pintar	Laluan perjalanan, masa, dan kelajuan pengguna.
Kad Pintar (contoh: MyRapid, Touch 'n Go)	Corak penggunaan tren dan bas.

Sumber	Jenis Maklumat yang Diperoleh
Media Sosial & Aplikasi E-hailing	Lokasi tumpuan dan waktu perjalanan popular.
CCTV dan Sensor Trafik	Jumlah kenderaan dan masa puncak kesesakan.

6.4.2 Tujuan Analisis Corak Perjalanan

- **Menentukan permintaan pengangkutan:** mengenal pasti kawasan tumpuan penumpang.
- **Merancang laluan dan jadual baharu:** berdasarkan waktu sibuk dan kawasan berpenduduk padat.
- **Meningkatkan keberkesanan sistem pengangkutan awam:** dengan menyesuaikan kekerapan bas atau tren.
- **Menyokong dasar mobiliti bandar:** seperti had zon trafik, caj kesesakan, atau laluan bas khas.

6.4.3 Analisis Tingkah Laku Pengguna

Melalui data besar, dapat dikesan corak seperti:

- **Pemilihan mod perjalanan:** peratus pengguna bas, MRT, e-hailing, atau kereta sendiri.
- **Tujuan perjalanan:** kerja, sekolah, rekreasi, atau membeli-belah.

- **Faktor yang mempengaruhi pilihan:** masa, kos, keselesaan, keselamatan, dan kemudahan akses.
- **Perubahan tingkah laku akibat dasar baharu:** contohnya selepas pembukaan stesen MRT atau kenaikan tol.

6.4.4 Kegunaan dalam Perancangan Pengangkutan

- Membantu **perancang bandar menyesuaikan guna tanah dengan akses pengangkutan.**
- Menyokong pembangunan **Transit-Oriented Development (TOD)** di kawasan stesen awam.
- Membantu **operator meramal permintaan puncak** dan merancang kapasiti dengan tepat.
- Menilai **keberkesanan kempen mobiliti hijau** seperti galakan basikal atau berjalan kaki.

6.4.5 Contoh Aplikasi di Malaysia

- **RapidKL:** Menggunakan data kad MyRapid untuk mengesan corak penumpang tren LRT dan MRT.
- **Grab Malaysia:** Menganalisis lokasi dan masa tempahan tertinggi bagi menambah baik capaian pemandu.
- **PLUS Highway:** Menggunakan data RFID dan kamera untuk meramal kesesakan musim perayaan.

6.4.6 Kelebihan Analisis Corak Perjalanan

- Menambah **kecekapan operasi** pengangkutan awam.
- Mengurangkan **kesesakan dan pembaziran tenaga**.
- Menyediakan **perkhidmatan lebih responsif dan berpusatkan pengguna**.
- Membantu kerajaan **merangka dasar mobiliti yang lebih inklusif dan lestari**.

6.5 Big Data untuk perancangan laluan dan ramalan kesesakan

Big Data digunakan secara meluas dalam **perancangan laluan pengangkutan dan ramalan kesesakan trafik**. Dengan menganalisis data daripada GPS, CCTV, aplikasi navigasi, dan kad perjalanan, pihak berkuasa dapat **merancang laluan optimum** dan **meramal keadaan trafik lebih awal**, sekali gus meningkatkan kecekapan sistem pengangkutan bandar.

6.5.1 Konsep Asas

- **Perancangan Laluan (Route Planning):** Menentukan laluan paling efisien berdasarkan data perjalanan sebenar.
- **Ramalan Kesesakan (Traffic Forecasting):** Menjangka masa dan lokasi kesesakan dengan menggunakan analisis data masa lalu dan semasa.

6.5.2 Sumber Data untuk Analisis

Sumber	Maklumat Diperoleh
GPS dan Telefon Pintar	Kelajuan dan masa perjalanan sebenar.
Kamera CCTV & Sensor Trafik	Jumlah kenderaan dan aliran trafik.
Aplikasi Navigasi (Waze, Google Maps)	Laporan komuniti tentang kesesakan dan kemalangan.
Data Kad Pintar & Tiket Elektronik	Corak penggunaan pengangkutan awam.
Cuaca & Data Acara	Kesan cuaca dan aktiviti bandar terhadap trafik.

6.5.3 Peranan Big Data dalam Perancangan Laluan

- Menganalisis **corak aliran trafik** untuk menentukan laluan utama dan sekunder.
- Membantu **menyusun semula jaringan jalan raya** agar lebih efisien.
- Menyokong **pengoptimuman laluan pengangkutan awam** (bas dan tren).
- Membantu **operator logistik** dan syarikat penghantaran memilih laluan paling singkat dan menjimatkan bahan api.

6.5.4 Peranan Big Data dalam Ramalan Kesesakan

- Menggunakan **algoritma AI dan pembelajaran mesin** untuk meramal lokasi dan masa kesesakan.
- Membolehkan sistem **lampu isyarat pintar** bertindak secara automatik bagi melancarkan aliran trafik.
- Memberi **amaran awal kepada pengguna jalan raya** melalui papan tanda digital atau aplikasi mudah alih.
- Membantu **pihak berkuasa tempatan** membuat keputusan semasa acara besar, bencana, atau kerja penyelenggaraan jalan.

6.5.5 Kelebihan kepada Bandar dan Pengguna

- Mengurangkan masa perjalanan dan pelepasan karbon.
- Menyediakan **laluan alternatif** secara masa nyata kepada pengguna.
- Mengurangkan **kos operasi dan pembaziran tenaga**.
- Menyokong **perancangan jangka panjang** sistem jalan raya dan pengangkutan awam.

6.5.6 Contoh Pelaksanaan di Malaysia

- **PLUS Expressway:** Menggunakan analisis Big Data dan CCTV untuk ramalan trafik musim perayaan.

- **Kuala Lumpur City Hall (DBKL):** Sistem Kawalan Trafik Pintar berasaskan data masa nyata.
- **RapidKL:** Mengoptimumkan laluan dan kekerapan bas melalui analisis data kad MyRapid.
- **Smart Selangor Bus:** Menyediakan data masa ketibaan bas kepada pengguna melalui aplikasi.

6.5.7 Cabaran

- **Kualiti dan ketepatan data** yang tidak konsisten.
- **Keselamatan data dan privasi pengguna.**
- **Keperluan kepakaran analitik** dan sistem penyimpanan besar (data warehouse).
- **Koordinasi antara agensi pengangkutan dan pembekal data.**

6.6 Penggunaan *data analytics* untuk dasar dan operasi pengangkutan

Data analitik dalam pengangkutan merujuk kepada proses mengumpul, menganalisis, dan mentafsir data besar (Big Data) bagi menyokong pembuatan keputusan dalam dasar awam dan operasi sistem pengangkutan. Melalui analisis data, pihak berkuasa dan pengendali dapat memahami pola pergerakan, prestasi sistem, dan keperluan pengguna dengan lebih tepat.

6.6.1 Jenis Data Analitik dalam Pengangkutan

Jenis Analisis	Tujuan / Kegunaan
Deskriptif	Menjelaskan apa yang sedang berlaku (contoh: jumlah penumpang harian).
Diagnostik	Menilai sebab sesuatu masalah berlaku (contoh: punca kelewatan bas).
Ramalan (Predictive)	Meramal apa yang akan berlaku (contoh: ramalan kesesakan hujung minggu).
Preskriptif (Prescriptive)	Menentukan tindakan terbaik yang perlu diambil (contoh: ubah laluan bas untuk kurangkan kesesakan).

6.6.2 Peranan Data Analitik dalam Dasar Pengangkutan

- **Menyokong dasar berasaskan bukti (evidence-based policy):** Keputusan dibuat berdasarkan data sebenar, bukan andaian.
- **Menilai impak dasar:** Contohnya, menilai kesan pelaksanaan caj kesesakan atau diskaun tambang.
- **Merancang dasar kelestarian:** Menentukan strategi pengurangan karbon dan penggunaan tenaga bersih.
- **Menyelaras dasar antara agensi:** Data analitik membantu penyelarasan antara pihak seperti DBKL, JPJ, SPAD, dan Prasarana.

6.6.3 Peranan Data Analitik dalam Operasi Pengangkutan

- **Pemantauan Prestasi Harian:** Menilai ketepatan jadual, jumlah penumpang, dan masa ketibaan sebenar.
- **Pengurusan Trafik Masa Nyata:** Analisis data daripada kamera dan sensor digunakan untuk mengawal aliran trafik.
- **Penyelenggaraan Ramalan (Predictive Maintenance):** Data dari kenderaan digunakan untuk mengesan kerosakan sebelum berlaku.
- **Pengurusan Sumber dan Kos:** Mengoptimumkan penggunaan tenaga, kakitangan, dan kenderaan.
- **Peningkatan Kepuasan Pengguna:** Menilai aduan dan maklum balas pengguna melalui data media sosial dan aplikasi.

6.6.4 Kelebihan Penggunaan Data Analitik

- Ketepatan dalam membuat keputusan.
- Kecekapan operasi meningkat melalui tindakan pantas berasaskan data.
- Penjimatan kos dan masa.
- Keselamatan dan kebolehpercayaan sistem bertambah baik.
- Perkhidmatan lebih responsif terhadap keperluan pengguna.

6.6.5 Contoh Aplikasi di Malaysia

- **Prasarana Malaysia:** Analisis data penggunaan kad MyRapid untuk merancang jadual tren dan bas.
- **PLUS Highway:** Sistem analitik untuk mengurus aliran trafik dan tindak balas kecemasan.
- **Kementerian Pengangkutan (MOT):** Menggunakan data analitik untuk merangka *National Transport Policy (NTP) 2019–2030*.
- **Smart Selangor Bus:** Analisis data penumpang untuk mengatur semula laluan dan kekerapan.

6.6.6 Cabaran Pelaksanaan

- Kekurangan tenaga pakar dalam bidang **data analytics dan data science**.
- Isu **keselamatan dan integriti data**.
- **Kekangan integrasi data** antara agensi dan sistem.
- Kos tinggi bagi sistem penyimpanan dan analisis data berskala besar.

6.7 Cabaran dan etika dalam penggunaan data pengguna

Dalam era digital, data pengguna — termasuk lokasi, masa perjalanan, dan corak penggunaan pengangkutan — menjadi aset penting bagi pengurusan pengangkutan moden.

Namun, pengumpulan dan analisis data ini menimbulkan isu keselamatan, privasi, dan etika, yang perlu ditangani secara berhati-hati agar tidak menjejaskan hak pengguna.

6.7.1 Jenis Data Pengguna dalam Pengangkutan

Jenis Data	Contoh
Data Peribadi	Nama, nombor kad pengenalan, akaun pengguna aplikasi.
Data Lokasi	Jejak GPS, titik naik dan turun kenderaan.
Data Transaksi	Rekod bayaran e-wallet, kad MyRapid, Touch 'n Go.
Data Tingkah Laku	Corak perjalanan, waktu puncak, dan mod pengangkutan pilihan.

6.7.2 Cabaran Utama dalam Penggunaan Data

a. Privasi dan Keselamatan Data

- Risiko **kebocoran maklumat peribadi** melalui serangan siber atau penggodaman.
- Data lokasi boleh digunakan untuk **menjejak pergerakan individu** tanpa kebenaran.
- Kekurangan dasar keselamatan data di peringkat agensi tempatan.

b. Integrasi dan Kualiti Data

- Data datang daripada pelbagai sumber dan format, sukar untuk digabungkan.
- Ketidaktepatan atau data tidak lengkap boleh menjejaskan hasil analisis.

c. Pemilikan dan Akses Data

- Persoalan **siapa yang berhak memiliki data** — pengguna, kerajaan, atau operator swasta?
- Risiko monopoli data oleh syarikat besar seperti e-hailing atau aplikasi navigasi.

d. Ketelusan dalam Penggunaan Data

- Pengguna tidak selalu dimaklumkan bagaimana data mereka digunakan.
- Potensi penyalahgunaan data bagi tujuan komersial atau politik.

6.7.3 Prinsip Etika dalam Penggunaan Data

1. **Kebenaran dan Ketelusan (Consent & Transparency):**
Data pengguna mesti dikumpul dengan keizinan yang jelas dan digunakan untuk tujuan tertentu.
2. **Keselamatan (Security):**
Langkah perlindungan digital perlu bagi mengelakkan pencerobohan dan kehilangan data.

3. **Keadilan (Fairness):**

Data tidak boleh digunakan untuk mendiskriminasi mana-mana kumpulan masyarakat.

4. **Tanggungjawab (Accountability):**

Agensi atau syarikat yang mengumpul data bertanggungjawab terhadap penyimpanan dan penggunaan yang betul.

5. **Kerahsiaan (Confidentiality):**

Maklumat individu mesti dilindungi daripada pendedahan tidak sah.

6.7.4 Dasar dan Amalan Baik

- Pematuhan kepada **Akta Perlindungan Data Peribadi Malaysia 2010 (PDPA)**.
- Menggunakan **data agregat atau tanpa identiti (anonymised data)** untuk analisis.
- Menetapkan **piawaian keselamatan siber** dan sistem penyulitan data.
- Menggalakkan **pendidikan digital** supaya pengguna memahami hak mereka terhadap data.

6.7.5 Kesan Jika Etika Diabaikan

- Kehilangan **kepercayaan pengguna** terhadap sistem pengangkutan dan aplikasi pintar.

- Risiko **penyalahgunaan maklumat** untuk tujuan komersial atau jenayah.
- Menjejaskan **reputasi kerajaan atau operator** jika berlaku kebocoran data besar.

6.8 Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence, AI) dalam Pengangkutan

Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence, AI) ialah teknologi yang membolehkan sistem komputer **meniru keupayaan manusia** seperti berfikir, belajar, membuat keputusan, dan menyelesaikan masalah. Dalam sektor pengangkutan, AI digunakan untuk **mengurus trafik, meningkatkan keselamatan, mengoptimumkan laluan, dan menyokong automasi kenderaan.**

6.8.1 Konsep Asas AI dalam Pengangkutan

AI berfungsi melalui gabungan teknologi seperti:

- **Machine Learning (Pembelajaran Mesin):** Sistem belajar daripada data untuk meramal keadaan trafik.
- **Computer Vision:** Kamera dan sensor mengenal pasti objek seperti kenderaan, pejalan kaki, dan papan tanda.
- **Natural Language Processing (NLP):** Digunakan dalam sistem suara seperti arahan navigasi.

- **Automation & Robotics:** Digunakan dalam kendaraan tanpa pemandu dan kawalan isyarat automatik.

6.8.2 Aplikasi Utama AI dalam Pengangkutan

a. Ramalan Trafik dan Pengurusan Lalu Lintas

- AI menganalisis data GPS, sensor, dan CCTV untuk **meramal aliran trafik masa depan**.
- Lampu isyarat diselaraskan secara automatik bagi melancarkan trafik (*adaptive traffic signal*).

b. Kendaraan Tanpa Pemandu (Autonomous Vehicles)

- Menggunakan sensor, radar, dan AI untuk **memandu secara automatik** tanpa campur tangan manusia.
- Digunakan dalam kereta, bas, dan sistem penghantaran logistik.

c. Keselamatan Jalan Raya

- AI mengesan risiko kemalangan melalui sistem **Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)** seperti brek automatik dan amaran keluar lorong.
- Sistem kamera AI boleh mengenal pasti pelanggaran undang-undang secara automatik.

d. Pengurusan Pengangkutan Awam

- AI menyesuaikan **jadual perjalanan dan laluan bas/tren** mengikut permintaan penumpang.

- Chatbot dan sistem automatik memberi maklumat perjalanan kepada pengguna.

e. Penyelenggaraan Ramalan (Predictive Maintenance)

- Sensor AI pada kenderaan mengesan tanda awal kerosakan sebelum berlaku kegagalan besar.
- Mengurangkan kos dan masa penyelenggaraan.

6.8.3 Kelebihan Penggunaan AI dalam Pengangkutan

- **Meningkatkan kecekapan:** Mengurangkan masa perjalanan dan kos operasi.
- **Keselamatan lebih tinggi:** Mengurangkan kesilapan manusia (human error).
- **Kelestarian alam sekitar:** Laluan optimum menjimatkan bahan api dan tenaga.
- **Perkhidmatan lebih responsif:** AI bertindak balas pantas terhadap perubahan keadaan trafik.

6.8.4 Cabaran Pelaksanaan

- Kos pembangunan dan penyelenggaraan yang tinggi.
- **Kebimbangan etika dan keselamatan** bagi kenderaan autonomi.
- **Kekurangan kepakaran tempatan** dalam bidang AI dan data sains.

- Keperluan **undang-undang dan peraturan baharu** untuk teknologi automasi.

6.8.5 Contoh Pelaksanaan AI di Malaysia dan Dunia

Negara/Projek	Aplikasi AI
Kuala Lumpur Smart Traffic System (DBKL)	Lampu isyarat pintar berdasarkan AI dan sensor trafik.
Grab Malaysia	Algoritma AI untuk mencadangkan laluan dan tambang dinamik.
Tesla & Waymo (AS)	Kenderaan autonomi dan sistem pemanduan sendiri.
Singapore Land Transport Authority (LTA)	AI digunakan untuk ramalan trafik dan pengurusan MRT.

6.8.6 Masa Depan AI dalam Pengangkutan

- Pembangunan **bandar pintar (Smart City)** yang digerakkan oleh AI dan Big Data.
- Integrasi **AI + EV + IoT** untuk sistem mobiliti hijau dan pintar.
- Kemunculan **Urban Air Mobility (dron dan teksi udara)** dikawal oleh AI.

- AI menjadi asas kepada **mobiliti bersepadu (Mobility-as-a-Service, MaaS)**.

6.9 Kenderaan Elektrik (Electric Vehicles, EV)

Kenderaan Elektrik (Electric Vehicle, EV) ialah kenderaan yang digerakkan oleh motor elektrik menggunakan tenaga daripada bateri boleh dicas semula, bukannya bahan api fosil seperti petrol atau diesel. EV menjadi tumpuan global kerana ia lebih mesra alam, menjimatkan tenaga, dan menyokong agenda karbon sifar dalam sektor pengangkutan.

6.9.1 Jenis-jenis Kenderaan Elektrik

Jenis EV	Penerangan	Contoh
Battery Electric Vehicle (BEV)	Digerakkan sepenuhnya oleh motor elektrik dan bateri. Tidak menggunakan enjin petrol.	Tesla Model 3, BYD Dolphin
Hybrid Electric Vehicle (HEV)	Menggabungkan enjin petrol dan motor elektrik untuk menjimatkan tenaga.	Toyota Prius, Honda Insight
Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)	Boleh dicas menggunakan tenaga elektrik luar dan juga menggunakan petrol bila perlu.	Mitsubishi Outlander PHEV

Jenis EV	Penerangan	Contoh
Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV)	Menggunakan hidrogen sebagai sumber tenaga untuk menghasilkan elektrik.	Toyota Mirai, Hyundai Nexo

6.9.2 Komponen Utama EV

- **Motor Elektrik:** Menggerakkan tayar menggunakan tenaga elektrik.
- **Bateri Lithium-Ion:** Menyimpan tenaga untuk perjalanan.
- **Sistem Pengecasan:** Menyalurkan tenaga daripada grid elektrik ke bateri.
- **Inverter:** Menukar arus terus (DC) kepada arus ulang alik (AC).
- **Sistem Kawalan Elektronik:** Mengawal aliran tenaga dan kelajuan kenderaan.

6.9.3 Kelebihan Kenderaan Elektrik

a. Alam Sekitar

- Tiada pelepasan gas rumah hijau (zero tailpipe emission).
- Mengurangkan pencemaran udara dan bunyi.
- Menyokong dasar **Bandar Hijau dan Mobiliti Rendah Karbon.**

b. Ekonomi dan Operasi

- Kos operasi lebih rendah (elektrik lebih murah daripada petrol).
- Penyelenggaraan lebih mudah — kurang komponen bergerak.
- Kurang kebergantungan terhadap import bahan api fosil.

c. Teknologi dan Inovasi

- Menyokong pembangunan **industri bateri dan tenaga boleh diperbaharui**.
- Digabungkan dengan **AI dan sistem pintar** untuk kenderaan autonomi.

6.9.4 Cabaran dalam Pelaksanaan EV

- **Kos pembelian tinggi** berbanding kenderaan biasa.
- **Kekurangan infrastruktur pengecasan** awam dan cepat.
- **Masa pengecasan panjang** bagi sesetengah model.
- **Kitar semula bateri dan sisa toksik** masih menjadi isu alam sekitar.
- **Ketergantungan kepada sumber tenaga elektrik nasional** – jika masih bergantung pada arang batu, pelepasan karbon tidak benar-benar sifar.

6.9.5 Dasar dan Inisiatif di Malaysia

- **Dasar Automotif Nasional (NAP) 2020:** Memfokuskan kepada *Next Generation Vehicle (NxGV)* termasuk EV dan autonomi.
- **Insentif cukai EV:** Pengecualian duti import, eksais, dan cukai jalan (hingga 2025).
- **TNB & Gentari (Petronas):** Menyediakan rangkaian pengecas EV di seluruh negara.
- **Projek Zon Rendah Karbon (LCSZ)** di Putrajaya, Cyberjaya dan Langkawi.

6.9.6 Perkembangan Global

- **Eropah & China:** Menetapkan tarikh tamat jualan kenderaan petrol (2035).
- **Norway:** Hampir 80% jualan kenderaan baharu adalah EV.
- **ASEAN:** Thailand dan Indonesia mula menjadi hab pengeluaran EV dan bateri.

6.9.7 Masa Depan EV

- Pengecasan pantas (*fast charging*) di bawah 10 minit.
- Pembangunan **bateri solid-state** dengan jarak perjalanan lebih jauh.

- Integrasi EV dengan sistem tenaga boleh diperbaharui (*solar + vehicle-to-grid*).
- Peralihan ke arah **mobiliti hijau dan autonomi sepenuhnya**.

6.10 Mobiliti Pintar (Smart Mobility)

Mobiliti Pintar (Smart Mobility) ialah konsep pengangkutan moden yang menggunakan teknologi digital, data masa nyata, dan sistem bersepadu untuk menjadikan pergerakan manusia serta barangan lebih efisien, selamat, mesra alam, dan mudah diakses. Ia merupakan komponen utama dalam pembangunan Bandar Pintar (Smart City) dan menyokong matlamat mobiliti mampan.

6.10.1 Konsep Utama Mobiliti Pintar

Mobiliti pintar menekankan integrasi antara **teknologi, infrastruktur, dan pengguna** melalui:

- Penggunaan **ICT, AI, IoT, dan Big Data** dalam pengurusan pengangkutan.
- **Penyepaduan mod perjalanan** (bas, tren, e-hailing, basikal, pejalan kaki).
- **Perancangan perjalanan digital** berasaskan maklumat masa nyata.
- Pengurusan tenaga dan emisi karbon untuk **mobiliti hijau**.

6.10.2 Objektif Mobiliti Pintar

- Mengurangkan kesesakan dan masa perjalanan.
- Menggalakkan penggunaan pengangkutan awam.
- Meningkatkan keselamatan dan kebolehpercayaan sistem.
- Menyokong gaya hidup bandar yang lestari dan inklusif.

6.10.3 Komponen Utama Mobiliti Pintar

Komponen	Fungsi / Keterangan
Mobility-as-a-Service (MaaS)	Satu platform digital yang menyatukan semua mod pengangkutan dan bayaran dalam satu aplikasi.
Sistem Trafik Pintar (ITS)	Mengawal aliran trafik dan memberi maklumat masa nyata kepada pengguna.
Aplikasi Mobiliti Digital	Menyediakan maklumat perjalanan, tempahan, dan navigasi (contoh: Moovit, Grab, Google Maps).
Pengangkutan Mikro (Micromobility)	E-scooter, basikal elektrik dan perkhidmatan jarak pendek.
Kenderaan Hijau & Elektrik	Mengurangkan pelepasan karbon dan pencemaran bandar.

Komponen	Fungsi / Keterangan
Infrastruktur Pintar	Laluan khas, parkir pintar, dan stesen pengecas EV.

6.10.4 Kelebihan Mobiliti Pintar

a. Dari Sudut Pengguna

- Perjalanan lebih mudah, pantas, dan fleksibel.
- Akses kepada maklumat masa nyata (jadual bas/tren, keadaan trafik).
- Bayaran digital tanpa tunai untuk semua mod pengangkutan.

b. Dari Sudut Bandar & Alam Sekitar

- Mengurangkan penggunaan kenderaan persendirian.
- Menurunkan pelepasan karbon dan pencemaran udara.
- Menambah baik penggunaan ruang bandar dan keselamatan jalan raya.

6.10.5 Contoh Pelaksanaan Mobiliti Pintar

Negara / Bandar	Inisiatif Mobiliti Pintar
Kuala Lumpur	Sistem Trafik Pintar DBKL dan platform integrasi pengangkutan awam.
Putrajaya & Cyberjaya	Penggunaan bas elektrik, e-scooter, dan aplikasi Smart Mobility.
Singapura	<i>Mobility-as-a-Service (MaaS)</i> melalui aplikasi tunggal untuk semua mod.
Seoul & Tokyo	Penggunaan AI dan Big Data untuk ramalan trafik dan penjadualan tren.

6.10.6 Cabaran Pelaksanaan

- Kurang integrasi antara operator dan agensi pengangkutan.
- Isu **privasi data dan keselamatan siber**.
- Kos pembangunan dan penyelenggaraan teknologi tinggi.
- Jurang digital dalam kalangan pengguna luar bandar atau warga emas.

6.10.7 Hubungan Mobiliti Pintar dan Pembangunan Lestari

Mobiliti pintar menyumbang kepada **Matlamat Pembangunan Mampan (SDG)** terutama:

- **SDG 11:** Bandar dan komuniti yang lestari.
- **SDG 13:** Tindakan terhadap perubahan iklim.
- **SDG 9:** Inovasi dan infrastruktur berdaya tahan.

6.10.8 Cabaran dan Isu dalam Penerapan Teknologi

- Isu keselamatan siber dan privasi data
- Kos pelaksanaan dan penyelenggaraan teknologi tinggi
- Jurang digital dan kebolehcapaian pengguna luar bandar
- Keperluan latihan dan kemahiran baru dalam sektor pengangkutan

6.11 Masa Depan Teknologi Pengangkutan

Masa depan pengangkutan dunia sedang bergerak ke arah automasi, digitalisasi, dan kelestarian alam. Perkembangan teknologi seperti AI, Big Data, Internet of Things (IoT), tenaga hijau, dan mobiliti pintar sedang membentuk sistem pengangkutan yang lebih selamat, cekap, dan mesra alam.

6.11.1 Arah Utama Perkembangan Teknologi Pengangkutan

a. Automasi dan Kenderaan Autonomi

- Kenderaan tanpa pemandu (autonomous vehicles) akan menjadi biasa di bandar moden.
- Digunakan bukan sahaja untuk kereta, tetapi juga bas, lori, dron, dan teksi udara.
- AI dan sensor bersepadu membolehkan operasi tanpa campur tangan manusia.

b. Elektrifikasi dan Tenaga Hijau

- Peralihan global kepada **kenderaan elektrik (EV)** dan **bateri hidrogen (FCEV)**.
- Penggunaan **tenaga boleh diperbaharui (solar, angin)** untuk mengecas kenderaan.
- Pengurangan ketara dalam pelepasan karbon dan pencemaran udara.

c. Pengangkutan Bersepadu dan Pintar

- Semua mod pengangkutan — bas, tren, e-hailing, basikal, pejalan kaki — dihubungkan dalam satu sistem digital (*Mobility-as-a-Service*, MaaS).
- Pengguna boleh merancang perjalanan, membuat bayaran, dan menjejak masa ketibaan dalam satu aplikasi.

d. Penggunaan Big Data dan AI

- Big Data dan AI digunakan untuk **ramalan trafik, perancangan laluan, dan keselamatan jalan raya**.

- Sistem trafik pintar akan bertindak secara automatik mengikut aliran sebenar.
- Menyokong dasar bandar pintar berasaskan bukti (*data-driven policy*).

e. Mobiliti Udara Bandar (Urban Air Mobility, UAM)

- Pengenalan **dron penumpang dan teksi udara elektrik** bagi perjalanan jarak dekat dalam bandar.
- Menjimatkan masa dan mengurangkan kesesakan jalan raya.

6.11.2 Reka Bentuk Bandar Masa Depan

- Bandar masa depan akan direka bentuk berasaskan **konsep Transit-Oriented Development (TOD)** — menumpukan pembangunan di sekitar hab pengangkutan awam.
- Laluan pejalan kaki dan basikal akan menjadi **lebih selamat dan hijau**.
- Infrastruktur akan dilengkapi dengan **sensor, pengecas EV, dan sistem parkir pintar**.

6.11.3 Kesan kepada Masyarakat dan Alam Sekitar

Aspek	Kesan Positif
Ekonomi	Industri baharu dalam teknologi automotif, bateri, dan data digital.
Alam Sekitar	Pelepasan karbon berkurang dan udara lebih bersih.
Sosial	Gaya hidup lebih mudah dan mobiliti lebih inklusif.
Keselamatan	Kemalangan berkurang melalui automasi dan sistem amaran awal.

6.11.4 Cabaran Masa Depan

- **Kesediaan infrastruktur** seperti stesen pengecasan dan pusat kawalan data.
- **Peraturan dan undang-undang** baharu untuk teknologi autonomi dan udara.
- **Privasi dan keselamatan siber** akibat penggunaan data masa nyata.
- **Jurang kemahiran tenaga kerja**, memerlukan pakar dalam AI, IoT, dan analitik data.

6.11.5 Contoh Arah Masa Depan di Malaysia

- **Pelan Induk Pengangkutan Awam Darat Negara (2019–2030):** Menekankan kelestarian, automasi dan integrasi data.
- **Dasar Automotif Nasional (NAP) 2020:** Fokus kepada *Next Generation Vehicle (NxGV)* dan *Energy Efficient Vehicle (EEV)*.
- **Bandar Pintar Putrajaya dan Cyberjaya:** Model perintis penggunaan EV, bas pintar, dan aplikasi mobiliti digital.

Bab 7

Pengangkutan Mampan dan Masa Depan Bandar

Pengangkutan mampan bermaksud sistem pengangkutan yang memenuhi keperluan mobiliti masa kini tanpa menjejaskan keperluan generasi akan datang. Ia menekankan kecekapan tenaga, keselamatan, kelestarian alam sekitar, serta akses yang adil untuk semua lapisan masyarakat. Dalam konteks bandar masa depan, pengangkutan mampan menjadi teras utama pembangunan bandar pintar dan hijau.

7.1 Ciri-Ciri Pengangkutan Mampan

Aspek	Ciri-Ciri Utama
Ekonomi	Kos operasi rendah, sistem bersepadu dan efisien, menyokong pertumbuhan ekonomi bandar.
Sosial	Akses mudah, inklusif untuk semua (termasuk OKU), dan meningkatkan kualiti hidup.
Alam Sekitar	Mengurangkan pencemaran udara, bunyi, dan pelepasan karbon; penggunaan tenaga hijau.

7.2 Prinsip Utama Pengangkutan Mampan

1. Kurangkan kebergantungan terhadap kenderaan persendirian.

2. **Tingkatkan penggunaan pengangkutan awam dan aktif** (berjalan kaki, berbasikal).
3. **Gunakan tenaga boleh diperbaharui** seperti elektrik dan hidrogen.
4. **Rancang bandar berorientasikan transit (Transit-Oriented Development, TOD).**
5. **Lindungi alam sekitar** melalui dasar rendah karbon dan reka bentuk bandar hijau.

7.3 Strategi Ke Arah Pengangkutan Mampan

7.3.1 Dasar dan Perancangan

- Melaksanakan **Dasar Mobiliti Rendah Karbon** di peringkat bandar.
- Menggalakkan **Smart Growth** dan pembangunan bercampur (mixed-use development).
- Mengawal **zon kenderaan** dan **caj kesesakan** di pusat bandar.

7.3.2 Teknologi dan Inovasi

- Penggunaan **kenderaan elektrik (EV)** dan **tenaga boleh diperbaharui**.
- Integrasi sistem **ICT, AI dan Big Data** dalam pengurusan trafik.

- Aplikasi **Mobility-as-a-Service (MaaS)** untuk perjalanan multimodal.

7.3.3 Pendidikan dan Kesedaran

- Kempen gaya hidup hijau dan penggunaan pengangkutan awam.
- Galakan **berjalan kaki dan berbasikal** di kawasan bandar.
- Peranan institusi pendidikan dan komuniti dalam pembangunan mampan.

7.4 Pengangkutan Mampan dan Masa Depan Bandar

- Bandar masa depan direka bentuk berasaskan **mobiliti hijau dan manusia sebagai pusat tumpuan (human-centered mobility)**.
- Laluan pejalan kaki dan basikal akan menjadi **komponen utama sistem bandar**.
- **Pengangkutan awam pintar dan automatik** akan menggantikan sistem tradisional.
- Bandar akan mempunyai **rangkaian pengangkutan bersepadu** — darat, laut, dan udara (termasuk teksi udara).
- Teknologi pintar dan tenaga hijau menjadi **penggerak utama ekonomi bandar lestari**.

7.5 Contoh Pelaksanaan

Bandar	Inisiatif Mampan
Copenhagen, Denmark	50% penduduk berbasikal ke tempat kerja; bandar bebas karbon menjelang 2030.
Singapore	Smart Mobility 2030 dengan sistem e-hailing dan caj kesesakan automatik.
Putrajaya, Malaysia	Bandar hijau perintis dengan bas elektrik dan zon rendah karbon.
Tokyo, Jepun	Pengangkutan awam efisien, penggunaan tenaga bersih dan teknologi automasi tinggi.

7.6 Manfaat Pengangkutan Mampan

- Mengurangkan kesesakan dan pencemaran bandar.
- Meningkatkan tahap kesihatan awam dan keselamatan jalan raya.
- Menjana ekonomi hijau dan pekerjaan baharu.
- Menjadikan bandar lebih menarik, sihat dan berdaya tahan.

Bab 8

Cabaran ke Arah Pengangkutan Mampan

Walaupun konsep pengangkutan mampan semakin diterima di seluruh dunia, pelaksanaannya menghadapi pelbagai cabaran struktur, teknikal, ekonomi dan sosial. Cabaran ini perlu diatasi melalui perancangan bersepadu antara kerajaan, industri, dan masyarakat.

8.1 Cabaran Utama

8.1.1 Cabaran Infrastruktur dan Pelaburan

- Pembangunan sistem pengangkutan hijau memerlukan **kos yang sangat tinggi**, termasuk pembinaan laluan bas, tren, dan stesen pengecas EV.
- Kekurangan **kemudahan sokongan** seperti laluan basikal, pejalan kaki, dan parkir bersepadu.
- Infrastruktur lama sukar diubah suai untuk menampung sistem moden.

Contoh: Kos tinggi membina laluan khas BRT atau sistem bas elektrik di bandar kecil.

8.1.2 Cabaran Teknologi dan Inovasi

- Kadar kemajuan teknologi berbeza antara negara maju dan membangun.

- Ketiadaan **standard teknologi** bagi pengecas EV atau sistem bayaran bersepadu.
- Keterbatasan kemahiran tenaga kerja tempatan dalam bidang **AI, data dan automasi pengangkutan**.

Contoh: Kekurangan juruteknik dan pusat servis EV di luar bandar.

8.1.3 Cabaran Sosial dan Perubahan Gaya Hidup

- Masyarakat masih **terlalu bergantung kepada kenderaan persendirian**.
- Sikap negatif terhadap penggunaan bas, tren, atau berbasikal.
- Kurangnya kesedaran terhadap manfaat pengangkutan awam dan alam sekitar.

Contoh: Ramai penduduk bandar memilih kereta walaupun pengangkutan awam disediakan.

8.1.4 Cabaran Dasar dan Penyelarasan Agensi

- Kurangnya **penyelarasan berkesan antara agensi kerajaan, PBT, dan operator swasta**.
- Dasar pengangkutan sering berubah mengikut kepimpinan atau keutamaan politik.
- Kekurangan mekanisme pemantauan dan penilaian projek mampan.

Contoh: Projek “park and ride” gagal berfungsi kerana pengurusan tidak bersepadu.

8.1.5 Cabaran Ekonomi dan Pembiayaan

- Pelaksanaan sistem pengangkutan mampan memerlukan **sumber kewangan jangka panjang**.
- Kekangan bajet kerajaan untuk mengekalkan subsidi pengangkutan awam.
- Kurang penglibatan sektor swasta dalam pelaburan hijau.

Contoh: Projek EV awam lambat berkembang kerana kos tinggi dan pasaran kecil.

8.1.6 Cabaran Alam Sekitar dan Ruang Bandar

- Kekangan ruang fizikal di bandar untuk menambah laluan hijau dan parkir basikal.
- Kesan pembangunan pesat terhadap kualiti udara dan kebisingan.
- Cabaran mengekalkan **keseimbangan antara pembangunan dan pemuliharaan alam**.

8.1.7 Cabaran Data dan Keselamatan Siber

- Sistem digital pengangkutan bergantung pada data besar (Big Data) dan rangkaian IoT.

- Risiko **penceroobohan data pengguna** dan gangguan sistem trafik.
- Kekurangan garis panduan keselamatan siber dalam sistem pengangkutan awam.

8.2 Langkah Mengatasi Cabaran

8.2.1 Galakkan kerjasama awam-swasta (PPP) bagi pelaburan infrastruktur hijau.

Kerjasama Awam-Swasta atau Public-Private Partnership (PPP) ialah bentuk kolaborasi antara kerajaan dan sektor swasta dalam membiayai, membina, mengurus, dan menyelenggara projek pengangkutan mampan seperti pengangkutan awam, infrastruktur hijau, dan tenaga boleh diperbaharui.

Tujuan Utama:

- Mengurangkan beban kewangan kerajaan dalam pembangunan infrastruktur besar.
- Mempercepat pelaksanaan projek pengangkutan hijau melalui pelaburan swasta.
- Menggalakkan **inovasi, kecekapan, dan penggunaan teknologi moden** oleh sektor swasta.

Contoh Aplikasi dalam Pengangkutan:

- **Stesen pengecas kenderaan elektrik (EV)** dibangunkan melalui kerjasama TNB, Gentari (Petronas), dan kerajaan tempatan.

- **Projek MRT, LRT, dan BRT** yang melibatkan kontraktor serta operator swasta.
- **Parkir pintar, bas elektrik, dan sistem tiket digital** yang dibangunkan melalui model perkongsian data dan kos.

Kelebihan PPP dalam Infrastruktur Hijau:

- Menyediakan **sumber dana tambahan** untuk projek pengangkutan mampan.
- Meningkatkan **kecekapan operasi** dan kawalan kos jangka panjang.
- Memastikan **pemindahan teknologi hijau** daripada sektor swasta kepada kerajaan.
- Mewujudkan **pekerjaan hijau (green jobs)** dalam bidang tenaga dan pengangkutan.

Cabaran dalam Pelaksanaan PPP:

- Keperluan **rangka perundangan dan kawal selia yang jelas**.
- Risiko keuntungan jangka panjang yang tidak menentu.
- Keperluan **transparensi dan akauntabiliti** tinggi dalam perjanjian.

8.2.2 Perkukuh dasar nasional mobiliti rendah karbon (Low Carbon Mobility Policy).

Dasar Mobiliti Rendah Karbon ialah strategi nasional untuk mengurangkan pelepasan karbon daripada sektor pengangkutan, selaras dengan komitmen Malaysia terhadap Perjanjian Paris dan Matlamat Pembangunan Mampan (**SDG 13** – Tindakan Iklim).Tujuannya ialah membangunkan sistem pengangkutan hijau, efisien, dan mesra alam bagi bandar dan wilayah.

Objektif Utama

- Mengurangkan pelepasan gas rumah hijau (GHG) melalui penggunaan tenaga bersih.
- Menggalakkan pengangkutan awam, berbasikal, dan berjalan kaki.
- Meningkatkan penggunaan kenderaan elektrik (EV) dan teknologi hijau.
- Menyokong pembangunan bandar pintar berasaskan mobiliti mampan.

Strategi Pelaksanaan

a. Peralihan kepada Tenaga Bersih

- Galakkan penggunaan EV, hibrid, dan biofuel.
- Perluas stesen pengecas EV dan infrastruktur tenaga boleh diperbaharui.

b. Pembangunan Infrastruktur Hijau

- Wujudkan laluan basikal, pejalan kaki, dan parkir integrasi (park & ride).
- Rancang bandar berkonsep Transit-Oriented Development (TOD).

c. Pengurusan Trafik dan Dasar Kawalan

- Laksanakan zon rendah karbon di pusat bandar.
- Perkenal caj kesesakan dan polisi had penggunaan kenderaan persendirian.

d. Pendidikan dan Kesedaran Awam

- Kempen gaya hidup hijau dan mobiliti awam.
- Galakkan institusi dan syarikat mengamalkan “Green Mobility Policy” di tempat kerja.

Manfaat kepada Negara dan Bandar

- Mengurangkan pencemaran udara dan bunyi.
- Menurunkan kebergantungan terhadap bahan api fosil.
- Meningkatkan kualiti hidup dan kesihatan penduduk bandar.
- Menarik pelaburan dalam sektor teknologi hijau dan EV.

Cabaran Pelaksanaan

- Kos awal tinggi bagi infrastruktur dan teknologi hijau.
- Kekurangan penyelarasan antara agensi pusat dan kerajaan tempatan.
- Kadar kesedaran masyarakat terhadap isu karbon masih rendah.

Contoh Inisiatif Berkaitan

Inisiatif / Program	Agensi / Lokasi
<i>Low Carbon Mobility Blueprint 2021–2030</i>	Kementerian Alam Sekitar dan Air (KASA), Kementerian Pengangkutan (MOT)
<i>Putrajaya Low Carbon City Framework</i>	Perbadanan Putrajaya
<i>Green Mobility Project</i>	Universiti Malaya (UM), UNDP & KASA
<i>Smart Mobility</i> <i>Selangor</i>	Kerajaan Negeri Selangor – bas elektrik dan sistem tiket pintar

8.2.3 Melatih tenaga kerja dalam bidang teknologi dan analitik pengangkutan.

Peralihan ke arah pengangkutan pintar dan mampan menuntut tenaga kerja yang memiliki kemahiran teknikal baharu dalam bidang teknologi digital, automasi, dan analisis data. Pembangunan tenaga kerja berkemahiran ini penting untuk mengurus, menilai, dan mengoptimumkan sistem pengangkutan moden di bandar masa depan.

Kepentingan Latihan Tenaga Kerja

- Menyokong **transformasi digital pengangkutan** seperti sistem trafik pintar, EV, dan AI.
- Memastikan pekerja mampu **mengendalikan teknologi baharu** (contohnya IoT, sensor, dan sistem data besar).
- Meningkatkan **kecekapan operasi dan penyelenggaraan** infrastruktur pengangkutan.
- Mengurangkan kebergantungan kepada tenaga pakar luar negara.

Bidang Kemahiran Utama yang Diperlukan

Bidang	Kemahiran Utama
Analitik Data Pengangkutan	Pemprosesan data besar (Big Data), analisis corak trafik, ramalan kesesakan.

Bidang	Kemahiran Utama
Kecerdasan Buatan (AI)	Pengaturcaraan sistem automasi, ramalan laluan, kawalan trafik pintar.
Teknologi Elektrik & EV	Reka bentuk dan penyelenggaraan sistem pengecasan dan bateri.
Internet of Things (IoT)	Integrasi sensor dan peranti komunikasi dalam sistem pengangkutan.
Keselamatan Siber & Data	Perlindungan data pengguna dan sistem trafik digital.

Strategi Melahirkan Tenaga Kerja Berkemahiran

a. Pendidikan Tinggi dan Latihan Teknikal

- Universiti dan politeknik perlu menawarkan **program pengangkutan pintar, data sains, dan tenaga hijau.**
- Penubuhan **pusat latihan TVET khusus untuk teknologi pengangkutan moden.**

b. Latihan Semasa Kerja (Upskilling & Reskilling)

- Operator pengangkutan (seperti RapidKL, PLUS, Prasarana) perlu melatih kakitangan dalam **analitik data dan pengurusan sistem digital.**
- Program pensijilan jangka pendek bersama industri teknologi seperti **AI, GIS, dan IoT.**

c. Kerjasama Industri dan Akademia

- Galakkan **perkongsian awam-swasta (PPP)** dalam pembangunan modul latihan.
- Universiti bekerjasama dengan syarikat teknologi untuk **projek penyelidikan dan latihan industri.**

Contoh Inisiatif

- **Universiti Malaya & UNDP:** Program *Low Carbon Mobility Research and Training*.
- **Kementerian Pengangkutan (MOT):** Latihan pengurusan trafik pintar dan keselamatan jalan raya digital.
- **Politeknik & TVET Malaysia:** Kursus tenaga elektrik dan penyelenggaraan kenderaan EV.
- **Industri Swasta:** Syarikat seperti Grab, Gentari, dan TNB menjalankan latihan tenaga hijau dan mobiliti pintar.

Kesan Positif Latihan Tenaga Kerja

- **Peningkatan produktiviti dan inovasi** dalam sektor pengangkutan.
- **Penciptaan pekerjaan baharu** dalam bidang data, tenaga hijau, dan automasi.
- **Pengurusan sistem pengangkutan lebih efisien, selamat, dan berdaya saing.**

- Menyokong matlamat **Malaysia sebagai hab teknologi pengangkutan serantau.**

8.2.4 Meningkatkan kesedaran masyarakat tentang faedah pengangkutan mampan.

Kesedaran masyarakat merupakan faktor penting dalam kejayaan pelaksanaan sistem pengangkutan mampan. Tanpa perubahan sikap dan kefahaman rakyat, segala dasar dan infrastruktur hijau tidak akan mencapai kesan maksimum. Oleh itu, usaha berterusan diperlukan untuk mendidik, mempengaruhi, dan mengubah gaya hidup mobiliti masyarakat ke arah yang lebih hijau dan bertanggungjawab.

Kepentingan Kesedaran Masyarakat

- Menggalakkan orang ramai **mengurangkan penggunaan kenderaan persendirian.**
- Meningkatkan minat terhadap **penggunaan pengangkutan awam dan aktiviti aktif** seperti berjalan kaki dan berbasikal.
- Membantu mencapai **matlamat kelestarian bandar dan pengurangan karbon.**
- Mengubah persepsi bahawa pengangkutan awam hanya untuk golongan berpendapatan rendah.

Kaedah Meningkatkan Kesedaran

a. Pendidikan dan Pembudayaan Awal

- Masukkan elemen **kelestarian dan mobiliti hijau** dalam kurikulum sekolah.
- Anjur **kempen kesedaran di sekolah, universiti dan komuniti** seperti “Hari Tanpa Kenderaan”.

b. Kempen dan Promosi Awam

- Gunakan media sosial, televisyen, dan papan iklan untuk menyampaikan mesej pengangkutan hijau.
- Jalankan **program komuniti** seperti berbasikal bersama, larian amal, dan pameran teknologi hijau.
- Gunakan slogan yang menarik, contohnya “*Naik Bas, Kurang Jejak Karbon*” atau “*Jalan Kaki, Udara Bersih.*”

c. Insentif dan Galakan

- Berikan **diskaun tambang atau ganjaran** bagi pengguna pengangkutan awam secara konsisten.
- Galakkan **majikan menyediakan kemudahan parkir basikal dan elaun perjalanan hijau**.
- Anugerah khas kepada organisasi yang mengamalkan **dasar mobiliti rendah karbon**.

d. Peranan Media dan NGO

- Media massa dan NGO memainkan peranan penting dalam **menyebarkan maklumat dan memberi contoh teladan**.

- Kolaborasi dengan **masjid, sekolah, universiti, dan komuniti tempatan** untuk kempen kesedaran lestari.

Faedah Pengangkutan Mampan yang Perlu Diketengahkan

Bidang	Faedah Utama
Alam Sekitar	Mengurangkan pencemaran udara dan bunyi, menurunkan pelepasan karbon.
Sosial	Menambah kesihatan fizikal melalui berjalan kaki dan berbasikal, memperkukuh interaksi sosial.
Ekonomi	Mengurangkan kos bahan api dan penyelenggaraan kenderaan.
Bandar dan Kualiti Hidup	Menjadikan bandar lebih tenang, selamat, dan menarik untuk didiami.

Cabaran dalam Meningkatkan Kesedaran

- Sikap dan mentaliti masyarakat yang **masih bergantung pada kenderaan sendiri**.
- Persepsi bahawa pengangkutan awam kurang selesa atau tidak menepati masa.
- Kekurangan kempen berterusan di peringkat komuniti tempatan.

Langkah Ke Hadapan

- Laksanakan **kempen jangka panjang nasional** mengenai mobiliti hijau.
- Galakkan **penglibatan sektor swasta dan institusi pendidikan** dalam program kesedaran.
- Jadikan pengangkutan mampan sebagai **gaya hidup (lifestyle)** dan bukan sekadar pilihan alternatif.

8.2.5 Gunakan pendekatan bandar pintar (Smart City) bagi integrasi data dan sistem.

Konsep Bandar Pintar (Smart City) menekankan penggunaan teknologi digital, analisis data, dan automasi untuk meningkatkan kecekapan pengurusan bandar. Dalam konteks pengangkutan mampan, pendekatan ini membolehkan integrasi data, sistem, dan operasi pelbagai mod pengangkutan untuk mewujudkan mobiliti yang lebih lancar, hijau dan selamat.

Konsep Integrasi Data dan Sistem dalam Bandar Pintar

- **Integrasi Data** bermaksud perkongsian maklumat masa nyata antara sistem bas, tren, e-hailing, parkir, dan trafik.
- **Integrasi Sistem** pula merujuk kepada penyelarasan antara agensi kerajaan, operator pengangkutan, dan infrastruktur fizikal melalui teknologi.

- Gabungan kedua-duanya membentuk **ekosistem mobiliti pintar (Smart Mobility Ecosystem)** yang berpusatkan pengguna.

Contoh: Aplikasi tunggal yang membolehkan pengguna merancang perjalanan, membuat bayaran, dan menjejak masa ketibaan tren atau bas secara masa nyata.

Peranan Bandar Pintar dalam Pengangkutan Mampan

Aspek	Peranan Utama
Pengurusan Trafik	Sistem Trafik Pintar (ITS) menggunakan data masa nyata untuk mengurangkan kesesakan.
Keselamatan Jalan Raya	Sensor, kamera, dan AI memantau keadaan jalan serta mengesan kemalangan.
Integrasi Mod Pengangkutan	Menyatukan bas, MRT, e-hailing dan basikal dalam satu sistem digital.
Kelestarian Alam Sekitar	Data tenaga dan karbon digunakan untuk mengurus pelepasan dan kecekapan tenaga.

Teknologi Utama yang Digunakan

- **Internet of Things (IoT):** Menghubungkan sensor, kenderaan dan lampu isyarat untuk pertukaran data automatik.
- **Big Data & Analitik:** Digunakan untuk menganalisis corak perjalanan dan membuat keputusan dasar berasaskan data.
- **Artificial Intelligence (AI):** Mengawal trafik, meramal kesesakan, dan meningkatkan keselamatan.
- **Cloud Computing:** Menyimpan dan mengakses data secara berpusat dan selamat.
- **GIS (Geographic Information System):** Memetakan data lokasi untuk perancangan pengangkutan bandar.

Kelebihan Pendekatan Smart City

- **Pengurusan trafik lebih cekap** melalui kawalan automatik dan ramalan kesesakan.
- **Perkhidmatan pengangkutan lebih bersepadu** dan mesra pengguna.
- **Peningkatan keselamatan jalan raya** melalui pemantauan berterusan.
- **Pengurangan pelepasan karbon** hasil perjalanan yang lebih efisien.

- **Keputusan dasar lebih tepat** kerana berasaskan data sebenar (data-driven decision).

Contoh Pelaksanaan di Malaysia

Bandar / Projek	Inisiatif Smart City dalam Pengangkutan
Putrajaya Smart City Blueprint	Integrasi sistem trafik, tenaga dan mobiliti hijau.
Cyberjaya Smart Mobility Project	Penggunaan e-scooter, EV, dan parkir pintar.
Kuala Lumpur Smart City 2030	Sistem pengurusan trafik automatik dan data bersepadu DBKL.
Smart Selangor Bus System	Data masa nyata untuk laluan bas dan bayaran digital.

Cabaran Pelaksanaan

- Ketidakselarasan sistem data antara agensi dan penyedia perkhidmatan.
- Kos pembangunan dan penyelenggaraan tinggi.
- Isu privasi dan keselamatan data pengguna.
- Keperluan tenaga kerja berkemahiran dalam analitik, IoT dan pengurusan siber.

Langkah Ke Hadapan

- Wujudkan **Pusat Data Pengangkutan Nasional** bagi menyatukan data trafik dan pengangkutan awam.
- Galakkan kerjasama **antara kerajaan, universiti dan industri teknologi.**
- Gunakan **pendekatan “Open Data”** untuk menggalakkan inovasi oleh komuniti dan startup.
- Perkukuh **undang-undang keselamatan siber dan privasi data.**

Indeks

A

Aplikasi digital 5, 100, 111

Audit keselamatan jalan raya 54–58

Automasi 98, 137

B

Bandar pintar (Smart City) 116–119, 171–174

Bas 17–22

Bas Rapid Transit (BRT) 5, 18, 25, 97

Bas elektrik 20, 50, 143, 156

Big Data 120–129, 150

Bonggol jalan 60–61

Bulatan kecil (mini roundabout) 63

C

Caj kesesakan 71, 163

Chicane 62–63

Curb Extension / Bulb-Out 62–63

D

Dasar automotif nasional 143, 152

Dasar mobiliti rendah karbon 162–164

Dasar pengangkutan negara 71, 97

Data raya (Big Data) 120–129, 150

Data pengguna 133–136

E

E-hailing 5, 113, 114

Electric vehicle (EV) 5, 141–144

EIA (Penilaian Kesan Alam Sekitar) 39–44

ETS / Intelligent Transport
System (ITS) 5, 106–110

F

Fungsi jalan raya 16–17

G

Guna tanah dan
pengangkutan 73–78

H

Hyperloop 12, 150

Hubungan sosioekonomi dan
pengangkutan 79–91

I

Infrastruktur pintar 117–119

Integrasi pengangkutan
115–116

Internet of Things (IoT)
117, 173

J

Jalan raya 16–17

Justifikasi kos 45–53

K

Kenderaan autonomi 12,
137, 149

Kenderaan elektrik (EV)
.....5, 141–144

Keselamatan jalan raya
.....54–58

Kesesakan lalu lintas
.....34–35, 126–128

Konsep mobiliti pintar
.....145–147

Kos dan faedah projek
.....45–53

L

Laluan basikal dan pejalan
kaki 28–31

Landskap dan elemen
bandar 66

LRT dan MRT
.....24–27, 114–116

M

Masa depan pengangkutan
..... 149–153

Mobiliti pintar (Smart Mobility) 145–148

MRT 5, 24–27, 114

MyRapid 113–116, 125

P

Parkir pintar 118

PDRM (Polis Diraja Malaysia) 67

Pembangunan mampan
.....7, 153–157

Penenangan lalu lintas
..... 59–68

Penilaian kesan lalu lintas (TIA) 33–39

Pengangkutan aktif
.....28–32

Pengangkutan awam
.....14, 17–23, 69–70

Pengangkutan hijau 11,
.....153

Pengangkutan mampan
.....153–157

Pengangkutan masa depan
..... 149–153

Pengangkutan rel 23–27

Pengurusan trafik pintar
.....105–110

Perancangan jangka panjang
..... 95–97

Perancangan jangka pendek
..... 92–94

Perancangan pengangkutan bandar 69–97

Putrajaya Smart City 118,
174

R

Road Safety Audit 54–58

S

Sensor trafik ... 120–121, 173

Smart Parking 118, 174

Sosioekonomi dan pengangkutan 79–91

Speed cushion / hump / table 60–62

Sistem trafik pintar (ITS)
.....105–110

Strategi pengangkutan
mampan 154–155

T

Teknologi pengangkutan
.....98–153

TOD (Transit-Oriented
Development) 22, 75, 97,
163

Trafik 34, 59, 106–110

U–Z

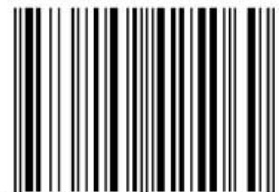
Urban air mobility (taksi
udara) 12, 150

Vision Zero 54



Buku ini membicarakan kepentingan pengangkutan dalam pembangunan bandar serta evolusinya daripada sistem tradisional kepada mobiliti moden yang pintar dan lestari. Ia menerangkan pelbagai mod pengangkutan — termasuk jalan raya, rel, bas, dan pengangkutan aktif — serta penilaian teknikal seperti TIA, EIA, audit keselamatan, dan penenangan lalu lintas. Selain itu, buku ini menekankan dasar, perancangan, teknologi baharu (AI, Big Data, EV, Smart Mobility), dan cabaran menuju sistem pengangkutan mampan bagi bandar masa depan.

eISBN 978-629-94250-6-9



9 786299 425069