

TEKNOLOGI TRANSPORTASI

3.1 KARAKTERISTIK TEKNOLOGI

Sejarah jenis kendaraan mempunyai karakteristik teknologi dan ekonomi yang memberi ciri-ciri tertentu dan juga untung ruginya dalam penggunaannya. Karakteristik ini meliputi unit transportasi, tingkat kebebasan, sistem pengarah, hambatan gaya dorong, konsumsi BBM dan efisiensi panas, rasio berat muatan terhadap berat kosong, suspensi, stabilitas dan gaya apung kapasitas, kecepatan, pengaruh lingkungan, pengarahan dan manuver, kapasitas bongkar muat, dan pengaruh lingkungan kelayakan dan elevasi.

3.1.1 Unit Transportasi

Dalam hal unit transportasi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Unit tunggal, merupakan jenis transportasi yang menggabungkan antara tenaga penggerak dengan ruang orang atau barang dalam satu unit seperti misalnya sedan, truk, bus, pesawat, kapal
2. Unit ganda, merupakan jenis transportasi yang memisahkan antara unit tenaga penggerak dengan unit ruang orang atau barang seperti lokomotif dengan rangkaian gerbongnya, kapal tunda dengan rangkaian tangkangnya.
3. Unit aliran menerus atau sistem pendorong statis merupakan jenis-jenis transportasi yang tenaga penggerak dan prasarannya diam di tempat seperti jaringan pipa penyalur cairan dimana cairan itu sendiri yang bergerak ketempat yang dituju.

3.1.2 Pengarahan dan Manuver

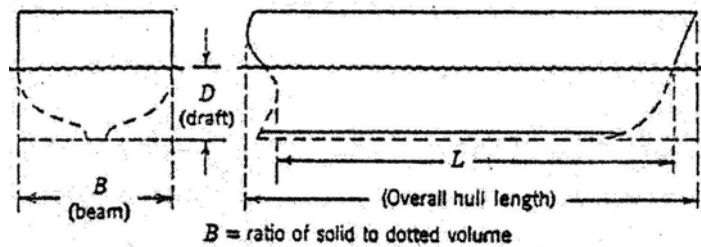
Fleksibilitas operasi dan keselamatan tergantung dari pada tingkat kebebasan gerak:

1. Satu tingkat, hanya mampu maju dan mundur saja yaitu kendaraan yang mempunyai lintasan sendiri seperti kereta api.
2. Dua tingkat, mampu maju mundur dan belok ke kiri ke kanan dalam satu bidang seperti bus dan truk.
3. Tiga tingkat, disamping dapat maju mundur, belok kiri kanan, dapat pula naik turun seperti pesawat helikopter.
4. Pengarah sistem tertutup seperti pada jaringan pipa.
5. Pengarah datar roda rel.
6. Pengarah elektronik pada *automatic pilot* di pesawat atau dengan *remote control* untuk roket atau jenis rudal.
7. Pengarah pilot kemudi
8. Pengarah jalan air, jalan raya memberi indikasi rute mana yang harus diikuti.

3.1.3 Stabilitas dan Gaya Apung

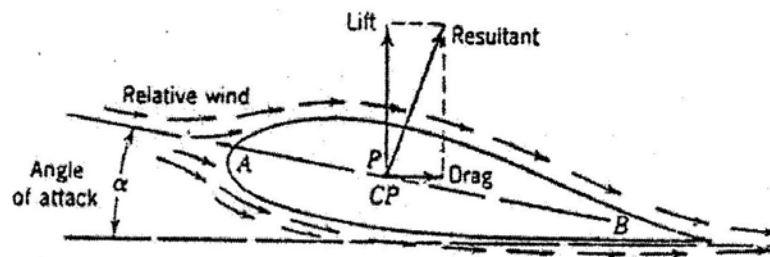
Prinsip Archimedes menyatakan bahwa badan kapal yang ada di dalam air akan mendapat gaya apung seberat volume air yang dipindahkan seperti terlihat pada gambar 3.2. Gaya apung sebuah kapal laut bila $D = 10$ m, $B = 30$ m, $L = 150$, dan berat jenis air laut = 1,03 adalah $10 \times 30 \times 150 \times 1,03 = 46350$ ton.

Penerapan hukum Boyle dan Bernoulli sangat bermanfaat pada sayap pesawat mengingat hukum Bernoulli menyatakan bahwa tekanan aliran fluida paling kecil pada saat kecepatan terbesar dan sebaliknya seperti terlihat pada gambar 3.3., sehingga dengan adanya perbedaan tekanan antara di atas dan bawah sayap menyebabkan adanya gaya ke atas dan pesawat terangkat naik.



Catatan : D = Tinggi kapal yang terendam
 B = Lebar kapal
 L = Panjang kapal yang terendam

Gambar 3.2. Dimensi Kapal Yang Terendam Air



Gambar 3.3. Gaya-gaya yang Bekerja pada Sayap Kapal

Stabilitas kapal pada dasarnya adalah kemampuan kapal untuk kembali pada posisi tegak semula sebagai garis titik berat kapal bila kena pukulan gelombang dari kiri atau kanan. Begitu pula halnya dengan stabilitas pada pesawat yang sedang bergerak, perlu adanya stabilitas longitudinal dan stabilitas lateral.

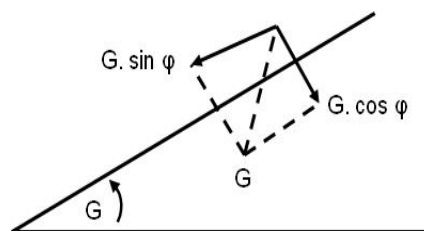
3.1.4 Pengaruh Tekanan pada Transportasi

Tekanan atau hambatan pada transportasi dapat berupa tekanan gaya dorong, tekanan lintasan, tekanan dinding pipa, tekanan pada kapal dan pesawat. Tekanan-tekanan ini menyebabkan meningkatnya biaya operasi kendaraan.

3.1.5 Hambatan pada Kereta Api

Pada transportasi tahanan kelandaian (lereng) dan tahanan lengkung mempunyai peranan yang menentukan. Pada transportasi kereta api ada 3 macam hambatan yaitu :

1. Hambatan jalan (H_d), pada sepur lurus dan datar, akibat dari gesekan dan udara yang terdiri dari:
 - a. Gesekan pada gambar roda
 - b. Gesekan menggelinding antara roda dan rel
 - c. Hambatan udara
 - d. Hambatan akibat sepur tak beraturan yang dapat diabaikan
2. Hambatan lengkung (H_l), akibat daripada lengkung dalam sepur yang ditimbulkan oleh :
 - a. Gaya sentrifugal
 - b. Lintasan tempuh roda luar lebih panjang dari pada roda dalam
 - c. Roda luar gandar muka berjalan dengan menekan rel karena kereta api merupakan suatu bingkai yang tetap (kaku).
3. Hambatan lereng (H_s), akibat kereta api mendaki lereng sehingga terjadi gaya berat ($G \sin \varphi$) yang menghalangi kekuatan tarik lokomotif, lihat gambar 3.4.



Gambar 3.4 Gaya Berat $G \sin \varphi$ Sebagai Hambaran Lereng

Adapun besarnya masing-masing hambatan dicerminkan dalam rumus sebagai berikut :

$$H_d = 2,4 + \frac{V^2}{1000} \quad \text{untuk kecepatan rendah (} < 60 \text{ km/jam)}$$

$$H_d = 2,4 + \frac{V^2}{1300} \quad \text{untuk kecepatan rendah (} \geq 60 \text{ km/jam)}$$

H_d dinyatakan dalam kg/ton berat kereta api dan V adalah kecepatan dalam km/jam.

$$H_i = \frac{375}{R - 50} \quad (\text{kg/ton})$$

$$H_s = \pm S \quad (\text{kg/ton})$$

H_s diperhitungkan hanya terhadap kelandaian lereng (S) karena sudut ϕ sangat kecil.

Contoh perhitungan :

Bila diketahui suatu rangkaian kereta api terdiri dari 25 gerbong dengan asumsi berat masing-masing gerbong yang sama @ 20 ton dan berat lokomotif 100 ton melalui suatu trek (sepur) yang melengkung dengan radius 300 m, kecepatan 50 km/jam dan kelandaian 2,5‰ maka berapakah besarnya hambatan total rangkaian kereta api yang terjadi.

Jawab :

$$H_d = 2,4 + \frac{50^2}{1000} = 4,9 \text{ kg/ton}$$

$$H_i = \frac{375}{300 - 50} = 1,5 \text{ kg/ton}$$

$$H_s = 2,5 \text{ ‰} = 0,0025 \text{ kg/ton}$$

$$\text{Total hambatan} = 6,4025 \text{ kg/ton}$$

Total hambatan seluruh rangkaian kereta api :

$$\{(25 \times 20) + 100\} \times 6,4025 = 3841,5 \text{ kg}$$

3.1.6 Hambatan pada Kapal

Hambatan yang harus diatasi oleh mesin (tenaga) penggerak kapal adalah :

1. *Skin Friction* (Hambatan/gesekan lambung)
2. *Residual Resistance* (Hambatan sisa)
 - a. *Stream Line Resistance* (Hambatan garis arus)
 - b. *Eddy Current Resistance* (Hambatan oleh golakan/pusaran)
 - c. *Wave Resistance* (Hambatan oleh gelombang)
3. *Air Resistance* (Hambatan udara)

1. Skin Friction

Durand's formula: $R_s = f \times A_w \times V^{1,8}$

R_s = total *skin friction*

f = *friction factor* (faktor gesekan)

0,0100 untuk panjang lunas 6,1 m

0,0085 untuk panjang lunas 182,9 m

Makin panjang lunas makin baik efek *streamline*, f makin kecil

Untuk lunas yang kotor nilai tersebut ditambah 25 – 50% nya

Untuk lunas yang penuh teritip + 100%

V = kecepatan dalam knot (1 knot = 1,8 km/jam)

A_w = luas permukaan basah (terendam)

$$[FT^2] = 1,6 \times \sqrt{D_s} \times L$$

D_s = displacement (ton)

Skin friction merupakan 50 – 85% dari total hambatan tergantung kecepatan dan bentuk lunas.

2. Residual Resistance

$$\text{Taylor: } R_r = 12,5 \times C_b \times D_s \times (V / \sqrt{L})^4$$

R_r = hambatan (pound)

C_b = koefisien block ratio

D_s = berat air yang dipindahkan (ton)

V = kecepatan kapal (knot)

L = panjang lunas yang terendam (FT)

$(V/\sqrt{L})^4$ hubungan yang menunjukkan pengaruh gelombang pada haluan dan buritan.

3. Air Resistance

$$R_a = C \times A \times V^2$$

R_a = hambatan udara

C = koefisien (*drag coefficient*) = 0,002

V = kecepatan angin (relatif)

A = luas penampang kapal

4. Total Hambatan pada kapal:

$$R = R_s + R_r + R_a$$

Unit hambatan = total hambatan/berat kapal

Berat kapal = berat air yang dipindahkan

D_s = displacement = (*gross loaded displacement*)

Unit hambatan $R = R_T/D_s$

$$R = \frac{\{(f * 15,6 \sqrt{D_s L} * V^{1,83} + C A V^2)\}}{D_s} + \frac{12,5 C_B V^4}{L^2}$$

Untuk saluran/terusan yang sempit, hambatan pada kapal air menjadi :

$$R = \frac{8,5 R_T}{\{2 + (a/15,6) \sqrt{D_s L}\}}$$

3.1.7 Hambatan pada Pesawat

Untuk memahami hambatan pada pesawat perlu dimengerti beberapa gerakan yang terjadi pada pesawat yaitu :

1. Roll

- a. Gerak berputar pada sumbu X
- b. Ujung sayap bergerak ke atas/ke bawah pada bidang (X, Z)
- c. Digerakkan oleh AILEURON

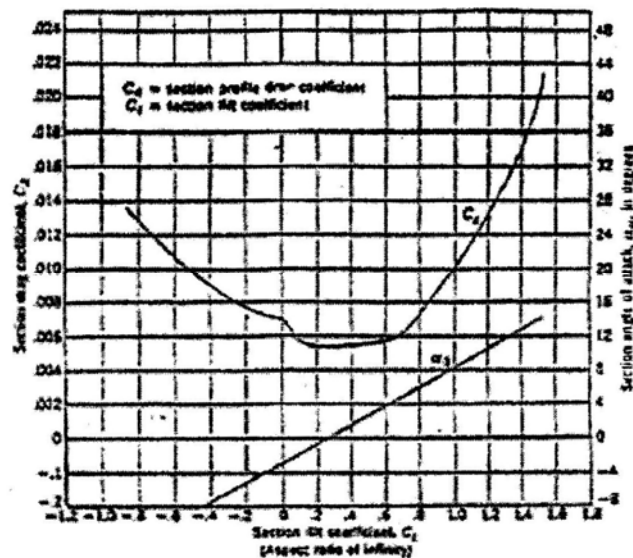
2. Pitch :

- a. Gerak berputar pada sumbu Y
- b. Hidung pesawat bergerak ke atas/ke bawah pada bidang (X, Z)
- c. Digerakkan oleh elevator

3. Yaw :

- a. Gerak bergerak pada sumbu Z
- b. Hidung pesawat bergerak ke kiri/ke kanan pada bidang (X, Y)
- c. Digerakkan oleh rudder

Hambatan pada pesawat terbang biasanya disebut *drag* adalah hambatan udara terhadap gerak maju pesawat, seperti terlihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5. Hambatan pada Pesawat Terbang

Drag terdiri dari dua elemen yaitu :

1. *Parasitic drag* disebabkan oleh tekanan frontal dan gerakan samping (*side friction*) terhadap bagian-bagian pesawat.
2. *Induced drag inherent* di dalam timbulnya gaya angkat (*lift*), disebabkan terutama oleh *vortex* yang menekan ke bawah pada ujung-ujung sayap.

3.1.8 Hambatan pada Jaringan Pipa

Hambatan pada aliran dalam transportasi pipa terdiri dari :

1. Gesekan internal di dalam cairan sendiri
2. Macam aliran atau keadaan aliran
3. Gesekan antara fluida dan dinding aliran

Hambatan pada jaringan pipa menyebabkan :

1. Berkurangnya kecepatan
2. Berkurangnya jarak jangkauan
3. Berkurangnya "*Pay Load*"
4. Bertambahnya penggunaan bahan bakar per satuan jarak

3.2 TENAGA PENGGERAK

Tenaga penggerak atau gaya dorong dalam transportasi dibutuhkan untuk menghasilkan gerakan dalam angkutan.

Gaya untuk mengatasi tahanan-tahanan di atas terhadap gerakan yang dikehendaki berasal dari kombinasi unit propulsi, gravitasi, dan reaksi dari permukaan atau medium dimana kendaraan tersebut bergerak. Gaya propulsi bekerja sepanjang sumbu kendaraan. Gaya reaksi dari medium dapat termasuk gaya propulsi seperti halnya pada kendaraan yang beroda (dimana gaya propulsi terbentuk oleh geseran antara roda dengan jalan). Sesudah komponen ini dieliminir, gaya reaksi akan bekerja pada satu bidang yang tegak lurus pada sumbu kendaraan, dan akan termasuk suatu komponen untuk mengatasi gaya sentrifugal yang timbul apabila kendaraan berbelok.

Ringkasnya, gaya ini dapat dikategorikan sebagai gaya yang diperlukan untuk :

1. Mengatasi tahanan bawaan terhadap gerakan
2. Menyediakan percepatan dan perlambatan
3. Pengarahan

3.2.1 Tenaga Kuda

Tenaga kuda (Hp) adalah tingkat kerja yang dilakukan atau gaya kali jarak.

$$Hp = F \times \frac{V}{550}$$

Dengan :

Hp = tenaga kuda

F = gaya dalam pound

V = kecepatan dalam *feet* per detik

550 = menggambarkan *feet pounds* per detik yang ekuivalen dengan satu tenaga kuda

$Hp = F \times V^{1/33000}$ dimana V^1 = kecepatan dalam *feet* per menit

$Hp = F \times V^{1/375}$ dimana V = kecepatan dalam mil per jam

$Hp = F \times V^{1/325,6}$ dimana V^1 = kecepatan dalam knots

$Hp = F \times V^{1/270}$ dimana V = kecepatan dalam kilometer per jam

F dalam kilogram dan hpm adalah tenaga kuda dalam satuan metriks dengan nilai hpm = 75 kg m per detik atau 1 hpm = 0,986.

3.2.2 Penggerak Mula

Penggerak mula adalah alat atau mesin yang mengubah energi potensial dari bahan bakar menjadi energi mekanik yang mampu menghasilkan kerja.

Bahan bakar ini dapat berupa batu bara yang telah digunakan ratusan tahun yang lalu yang menghasilkan uap untuk menggerakkan mesin resiprokal dan turbin rotasi. Bahan bakar minyak berguna untuk perubahan mesin kombusi dan mesin jet. Tenaga air dapat pula digunakan sebagai generator kombusi – turbo. Tenaga-tenaga lain seperti tenaga nuklir, tenaga panas matahari (*solar energy*), tenaga angin, tenaga panas bumi telah dipelajari pula untuk keperluan transportasi dan bersih lingkungan.

1. Mesin uap

Mesin ini digunakan oleh kapal, kereta api, dan stasiun pompa dalam transportasi. Mesin uap relatif sederhana dalam desain, pembuatan dan pemeliharaannya tapi kemampuan operasi terbatas dalam beban berlebih dan dalam percepatan yang rendah.

2. Mesin kombusi

Kelebihan mesin ini relatif sederhana, ringan, fleksibel, tahan banting, bahan bakarnya minyak dan meletupnya dengan besi. Oleh karena itu banyak digunakan pada kendaraan bermotor, truk, dan bus. Mesin ini mempunyai rpm (*rotation per minute* – putaran per menit) yang tinggi, cocok untuk memutar torsi dan baling-baling sehingga dapat mencapai rentang kecepatan yang luas dari kecepatan rendah sampai dengan kecepatan tinggi.

3. Mesin jet

Prinsip kerja mesin jet adalah *recoil* yang merupakan aliran gas dan bertekanan tinggi yang dikeluarkan pada bagian akhir.

Mesin-mesin lain yang berteknologi tinggi antara lain :

- a) *Motor Induksi Linier* yang menggunakan tenaga listrik diubah menjadi tenaga gerak dengan prinsip motor induksi sinkronus
- b) *Gaya Tarik Lokomotif* yang digunakan di kereta api merupakan gaya dorong yang dihasilkan dari mesin diesel elektrik
- c) *Gaya Tarik Otomotif* yang digunakan pada kendaraan bermotor biasanya dinyatakan sebagai torsi atau gaya rotasi
- d) *Thrust* merupakan gaya dorong pada pesawat dan kapal yang dibuat efektif dengan baling-baling.

Kelandaian dan ketinggian memberi pengaruh pada jalan raya, jalan rel, jalan air bahkan lintasan di udara. Hal ini disebabkan oleh gaya gravitasi sehingga memberi gaya tarik atau gaya dorong pada kendaraan.

3.2.3 Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Tenaga Penggerak

Faktor-faktor lain yang berhubungan dengan tenaga penggerak antara lain :

1. Efisiensi panas dan konsumsi bahan bakar
2. Perbandingan bobot mati dengan bobot muat
3. Tenaga kuda per ton bobot muat
4. Ekonomi bahan bakar.

3.3 TEKNOLOGI TRANSPORTASI MASA DEPAN

Dewasa ini pertumbuhan penduduk kian meningkat, dan kebutuhan akan jasa transportasi juga meningkat. Kemajuan teknologi transportasi sangat berpengaruh pada perkembangan peradaban manusia. Dalam membahas transportasi masa depan akan dibagi 3 (tiga) bagian, yaitu :

1. Transportasi Darat
2. Transportasi Laut
3. Transportasi Udara

3.3.1 Transportasi Darat

Transportasi darat dapat dikatakan sebagai suatu sistem transportasi yang mempunyai pengaruh paling besar terhadap kehidupan manusia. Pada banyak wilayah di dunia, keadaan perekonomiannya sangat bergantung pada kemajuan sistem transportasi darat yang dimilikinya, baik dari sarana maupun prasarananya. Pada umumnya, sarana transportasi darat yang paling banyak digunakan adalah mobil dan truk pengangkut baik orang maupun barang serta kereta api.

1. Mobil

Mobil merupakan salah satu sarana transportasi yang paling umum digunakan baik untuk keperluan angkutan di dalam kota maupun di luar kota. Umumnya mesin dari pada

mobil itu masih banyak yang menggunakan bahan bakar minyak (BBM), yang dapat menimbulkan polusi udara yang menyebabkan menipisnya lapisan ozon pada bumi ini. Menurut para ahli, mobil yang menggunakan sinar matahari sebagai penggerak lebih baik bila dibandingkan dengan mobil yang menggunakan bahan bakar minyak dan gas.

Mobil jenis ini menggunakan teknologi "*solar cell*" yang berfungsi untuk mengubah sinar matahari menjadi suatu energi yang dapat menggerakkan atau menjalankan mobil dengan kecepatan tinggi.

Ada pula kemungkinan bahwa mobil di masa depan akan menggunakan mesin jet seperti yang dipasang pada pesawat udara. Dengan mesin yang demikian akan menyebabkan orang dapat sampai pada tujuan dengan waktu yang relatif lebih cepat dengan jarak yang jauh, bahkan kombinasi mobil dan helikopter menjadikannya sebagai helicar atau mobil terbang.

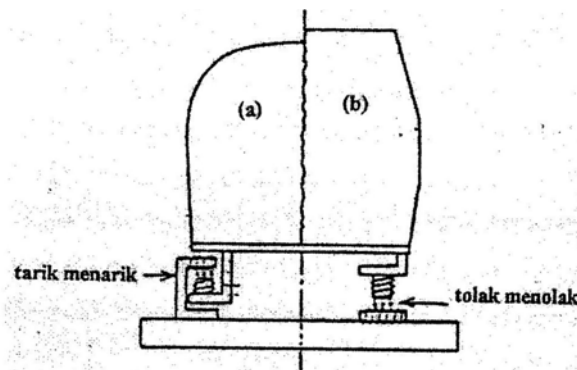
2. Kereta Api

Dari zaman dahulu sampai sekarang, kereta api merupakan salah satu sarana transportasi darat yang mempunyai arti sangat besar bagi peradaban manusia. Sistem kereta api ini mempunyai keunggulan tersendiri yaitu mempunyai daya angkut yang besar. Umumnya, kereta api bergerak di atas media rel. Sampai sekarang, kereta api telah begitu banyak mengalami kemajuan baik dari kemampuan keretanya hingga pada jenis relnya.

Selain dari pada kereta yang berjalan di atas rel, ada juga kereta yang berjalan dengan menggunakan kabel, yaitu kereta gantung. Keuntungan dari pada jenis ini adalah mengurangi kemacetan yang terjadi di daratan pada jam

sibuk. Sedangkan kelemahannya adalah kapasitas penumpang yang sangat kecil dan kurang ekonomis baik dari segi biaya maupun waktu. Kereta ini lebih sesuai dipakai pada daerah pegunungan atau daerah berbukit.

Sekarang ini, sudah dikembangkan kereta dengan tenaga listrik. Kereta jenis ini lebih bersahabat terhadap lingkungan. Kereta ini, mempunyai kecepatan yang cukup tinggi, hanya biaya konstruksinya cukup besar. Kereta jenis ini cocok diproyeksikan untuk transportasi dalam kota. Selain itu, ada pula jenis kereta yang tidak menggunakan rel, tetapi menggunakan sistem magnet/maglev, yaitu dengan berdasarkan sifat tolak menolak dari kedua kutub magnet. Dengan sifat ini kereta dapat melaju lebih cepat tanpa adanya gaya gesek dari rel dan roda, sehingga dapat menghemat bahan bakar dan waktu seperti terlihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Prinsip Kerja Kendaraan Magnetic Levitation
(a) Tarik Menarik (b) Total Menolak

Di sisi lain, dengan memodifikasi desain dari bentuk kereta itu sendiri, dapat meningkatkan kecepatan dan daya angkut kereta itu, seperti TGV dari Perancis dan Shinkansen dari Jepang.

Diramalkan pada masa yang akan datang boleh dikatakan semua sarana transportasi akan menggunakan tenaga listrik atau tenaga magnetik yang mempunyai kecepatan yang sangat tinggi.

3. Sistem Mass-Transit

Pada kota-kota besar yang berpenduduk di atas satu juta jiwa, adalah suatu masalah tersendiri jika hanya menggunakan atau mengandalkan angkutan umum konvensional, seperti bus kota, metromini, taksi, dan mikrolet saja, karena akan menyebabkan kemacetan terutama pada jam-jam sibuk. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu media kendaraan yang efisien dan efektif yang mempunyai daya angkut besar serta ekonomis baik waktu maupun ruang yaitu kendaraan yang menggunakan sistem "*mass rapid transit*" (MRT).

Jaringan MRT ini selalu mempunyai titik singgung dengan jalur-jalur bus kota, sehingga para penumpang MRT dapat dengan mudah untuk mengubah moda. Jaringan dari MRT itu juga selalu dua jalur sehingga penumpang pun dengan mudah berganti jurusan.

Cara daripada MRT ini adalah serba otomatis, seperti penjualan tiket misalnya, menggunakan mesin yang serba otomatis, efisien dan cepat sehingga setiap orang dapat membeli tiket dengan cepat, tanpa harus menyebabkan antrean yang cukup panjang dan lama. Dari sistem pelayanan maupun sistem pengoperasiannya ini menunjukkan bahwa MRT itu merupakan salah satu sarana dan prasarana yang sangat efisien di masa sekarang maupun di masa yang akan datang.

3.3.2 Transportasi Air (Laut)

Air merupakan salah satu media yang sangat penting bagi manusia, baik dalam pemenuhan kebutuhan hidup maupun sebagai media transportasi. Oleh karena itu perkembangan sarana transportasi air sangat berpengaruh bagi kehidupan manusia.

Kapal itu dapat diartikan seperti sebuah peti yang dapat dikendalikan oleh petunjuk bintang dan beberapa alat buatan manusia untuk mengarungi lautan luas yang tidak menampakkan lalu lintas apapun.

1. Perkembangan Teknologi Kapal

Dewasa ini telah berkembang suatu sistem penggunaan kembali tenaga angin, tetapi dengan menggunakan dorongan angin akibat putaran baling-baling yang cukup besar.

Jenis-jenis kapal yang turut berkembang :

- a. Kapal penumpang, untuk mengangkut penumpang, manusia pada khususnya
- b. Kapal barang, mengangkut barang
- c. Kapal perang, untuk mempertahankan dan merebut suatu teritorial
- d. Kapal dengan maksud khusus (kapal pengeruk lumpur, kapal pemecah es, dan lain-lain), untuk maksud-maksud khusus
- e. Kapal, hidrofoil yang revolusioner (kapal ini bergerak di bantalan udara, dan dapat bergerak di tanah maupun air), dapat digunakan dengan berbagai macam tujuan.

2. Memperluas Kemampuan Jelajah Kapal

Kapal tipe baru di masa depan menghadapi dua sasaran yang bertentangan sama sekali, yaitu :

- a. Menciptakan kendaraan yang memungkinkan manusia bepergian dan membawa muatan di bawah permukaan laut.
- b. Membuat kapal cepat lintas samudra yang badannya dapat terangkat sama sekali dari air (semacam hibrid antara kapal dan pesawat terbang)

3. Ambisi Penjelajahan

Sejak dahulu kala, para ilmuwan percaya bahwa di suatu tempat di kaki bukit, gurun, serta benua-benua yang terbenam di bawah laut itu suatu kekayaan mineral dan batu permata yang tidak terkatakan nilainya sedang menunggu penemuannya, dan bahwa danau-danau minyak yang beribu-ribu kali lebih kaya dari ladang Timur Tengah juga menanti penyalutannya. Hasil yang memuaskan sumur-sumur minyak lepas pantai dan usaha-usaha sejenisnya mendorong manusia untuk menyelidiki laut lebih jauh untuk memenuhi kebutuhan. Hal ini mengakibatkan meningkatnya penanaman modal dalam usaha di dalam laut.

4. Usaha dan Khalayan

Perhatian baru yang kuat terhadap laut ini telah melahirkan suatu kelompok kendaraan air yang sama sekali baru. Sebagian diantaranya diambil dari buku-buku fiksi. Termasuk di dalamnya Panggung Perkasa Terapung (atau *Floating Instruments Platform* yang disingkat FLIP), yang berlayar ke stasiun seperti sebuah kapal, kemudian buritannya diisi dengan air sehingga haluannya mendongak vertikal dari air dan merupakan suatu panggung di dalam air.

5. Berlayar di atas “Ski Air”

Kapal hidrofoil bekerja berdasarkan prinsip pesawat. Dengan bantuan penyangga, pada kapal dipasangkan serangkaian hidrofoil berlayar dengan kecepatan 15 sampai

25 knot (tergantung ukurannya), foil akan mengangkat lambung kapal beberapa puluh sentimeter di atas permukaan air sehingga praktis meniadakan hambatan gesekan maupun hambatan pembentukan gelombang (1 knot = 1,85 km/jam).

Dengan demikian kecepatan kapal meningkat dengan tajam. Tetapi di tengah laut yang ganas diperlukan penyangga yang panjang, berat, dan mahal; dengan alasan ini maka sampai sekarang foil menonjol ke permukaan hanya dipakai di danau dan sungai yang tenang

6. Berlayar di Atas Bantalan Udara

Kapal baru yang mungkin akan berlayar mengurangi samudra adalah kapal dengan tipe Air Cushion Vehicle (ACV) atau kendaraan bantalan udara lihat gambar 3.9. Kendaraan ini bekerja berdasarkan prinsip hambatan udara terhadap kompresi dan mempertahankan ketinggiannya hanya beberapa puluh sentimeter di atas permukaan. Tapi apa jadinya kalau sebuah ACV menjumpai gelombang yang lebih tinggi dari ketinggian normal terbangnya, kira-kira 1,80 meter? Salah satu caranya sampai saat ini hanya dengan mengurangi kecepatannya sampai beberapa knot saja.

7. Angkatan dan Ruang Angkutan

Tidak seperti pada hidrofoil, pada ACV ini pembesaran ukuran menguntungkan. Ada perbandingan lurus antara ukuran lambung dan tenaga yang diperlukan untuk mengangkatnya, yakni bahwa kalau lebar dan panjang lambung dilipatduakan, tenaga harus pula dua kali lipat lebih besar untuk mempertahankan ketinggian yang sama. Tetapi, kalau ukuran lambung dilipatduakan, ruang muatan jadi

empat kali lebih luas. Kemungkinan penggunaan ACD dalam angkutan penumpang jarak jauh dianggap sangat bagus. Mengarungi Atlantik mungkin hanya memakan waktu 24 jam, sehingga selain cepat, perjalanan juga menjadi murah bagi penumpangnya.

3.3.3 Transportasi Udara

“Betapa aku mendambakan kemampuan untuk meluncurkan diri mengarungi angkasa yang tak terbatas dan melayang di atas jurang menganga yang mempesona”. Dengan kata-kata ini penyair Jerman Goethe mengungkapkan impian manusia sejak awal zaman.

1. Otak di balik penerbangan

Secara historis, sukses penerbangan sejati yang digerakkan tenaga pada dasarnya berutang budi pada empat orang genius, yaitu: Sir George Cayley (1773-1857), Otto Lilienthal (1848-1896), dan dua orang bersaudara, yakni Wilbur (1867-1912) dan Orville Wright (1871-1948).

2. Pokok-pokok penerbangan

Sebuah pesawat harus berfungsi dan berguna, pesawat itu harus dirancang sebagai suatu sistem terpadu, bukan sebagai kumpulan komponen yang efisien kalau beroperasi sendiri-sendiri. Bila pokok-pokok perancangan ini dipadu secara tepat dalam sebuah pesawat terbang, pesawat itu akan dapat mengatasi tarikan gaya berat dan akan terbang. Sebelum pesawat pertama yang dapat diterbangkan dibuat, orang telah mampu “melepaskan diri dari gaya berat” dengan balon yang lebih ringan daripada udara.

3. Rencana kenyataan dan impian

Prestasi manusia dalam penerbangan di atmosfer hanya ditandingi oleh rencana-rencananya untuk masa depan, dan

tampaknya tak ada jenis pesawat terbang yang dapat diistilahkan mustahil sama sekali bila dilihat dari segi ilmu dan teknologi. Penghalang utama yang menyebabkan dicoretnya perencanaan pesawat itu ialah sangat banyaknya penelitian yang masih harus dikerjakan. Tetapi memang mungkinlah pesawat terbang tipe baru yang sudah dioperasikan. Salah satu jenis baru yang lebih mempesonakan adalah pesawat angkut Supersonik (SST atau *Supersonic Transport*).

Meskipun pesawat SST mungkin mengalihkan sebagian kecil pelayanan penumpang kelas satu, namun menurut perkiraan pesawat itu tidak akan segera berpengaruh besar bagi perjalanan udara massal. Pesawat-pesawat yang kini sudah dikenal oleh pemakai angkutan udara umum ini memberikan perubahan yang lebih luas jangkauannya dalam penerbangan komersial daripada perubahan yang terjadi pada peralihannya dari daya torak ke daya turbojet.

4. Perlombaan raksasa di udara

Jumbo pertama, yakni jumbo yang diperkenalkan pada tahun 1969 adalah Boeing 747, raksasa bermesin empat. Pesawat tipe ini sanggup mengangkut 300 sampai 500 penumpang. Mulai tahun 1995 PT. Garuda Indonesia telah mengoperasikan 9 unit Boeing 747-200 dan Boeing 747-400. Selanjutnya telah dipasarkan pula pesawat komersial yang jauh lebih besar kapasitas angkut penumpang yaitu Boeing 777.

5. Dalam satu jam menyeberangi Atlantik

Kalau kita melihat lebih jauh ke seberang cakrawala, tampaklah beberapa kemungkinan yang menakjubkan, di antaranya yang paling luar biasa adalah pesawat angkut hipersonik jarak jauh. Pesawat jenis ini sebenarnya sudah

dapat dikembangkan pada pergantian abad ini. Tetapi proyek ini terhambat, mengingat sangat besarnya biaya yang diperlukan untuk pengembangan pesawat hipersonik yang berkecepatan tinggi dan mampu menyeberang Atlantik dalam satu jam.

Apakah soal penghematan waktu membenarkan pengeluaran biaya yang sangat besar itu? Apakah manfaatnya bagi peradaban lebih besar bila dibandingkan dengan kerugiannya? Pertanyaan-pertanyaan itu belum terjawab secara tuntas walaupun banyak orang merasa bahwa keperluan pesawat yang berkecepatan lebih besar itu akan berlangsung terus.

Konsep yang lebih berani lagi untuk menjembatani jurang antara penerbangan atmosfer dan penerbangan orbit adalah konsep “pesawat terbang angkasa”, yang dapat tinggal landas dari bumi, terbang ke dalam orbit dengan kecepatan Mach 25 dan kembali dengan daya dan pengendalian sendiri. Tetapi pesawat itu tak ternilai harganya untuk penelitian Aeronautika dan ruang angkasa yang lebih maju lagi.

3.4 MIMPI MULAI TEREALISASI

Kemajuan perkembangan teknologi di dunia memungkinkan adanya transportasi yang pada zaman dahulu dianggap sebagai “mimpi” karena mustahil dapat terwujud.

3.4.1 Mobil Terbang

Diperkirakan mobil terbang akan mulai beterbangan di sebagian belahan langit dunia. Pasalnya, perusahaan pembuat mobil terbang, Terrafugia yang bermarkas di Woosburn, Massachussets, Amerika, sudah berencana, mengirimkan

delapan puluh pesanan mobil terbangnya sejak akhir tahun 2011. Mobil terbang ini bernama Transition, Diketahui, mobil terbang yang akan dijual ini seharga 200.000 dolar Amerika atau sekitar Rp. 1,8 miliar. Dalam film, mobil ini biasanya difungsikan terbang saat menghadapi kendala jalan macet, rusak, atau jembatan ambruk.

Dengan naik kendaraan ini, orang tak perlu mengikuti proses bandara yang kadang butuh waktu berjam-jam sebelum bisa terbang. Cukup pergi ke bandara, lalu terbang. Tentu saja, dengan catatan, bila tujuan penerbangan tidak melebihi dari 787 kilometer. Berbeda dari memiliki pesawat pribadi, kendaraan ini tak butuh hanggar di bandar yang sewanya sangat mahal untuk menyimpannya, cukup disimpan di garasi rumah sendiri layaknya mobil biasa.

3.4.2 Bullet Train

Bullet train merupakan kereta api yang bekerja layaknya sebuah peluru di dalam sebuah senapan atau senjata api. Percobaan ini sedang dikembangkan oleh *ET3 System*.

ET3 System atau disebut juga *Space Travel on Earth* adalah sebuah sistem transportasi yang ramah lingkungan, murah, aman dan cepat. *ET3 System* menciptakan sebuah alat transportasi yang menggunakan pipa sebagai rel dan gerbongnya, yaitu bernama ETT (*Evacuated Tube Transport*).

ETT adalah dan paling efisien cara tercepat untuk bepergian. Ia menggunakan metode yang dikenal dengan baik, bagian, dan mendukung teknologi. Dengan menghilangkan hampir semua gesekan tabung dan rel membuat alat transportasi ini menjadi cepat.

Dengan bantuan udara dan listrik, gerbong ini dapat melesat dengan kecepatan 600 km/jam untuk digunakan di

perjalanan antar daerah dan kecepatan maksimum 6.500 km/jam untuk antar negara dan itu artinya hanya butuh waktu 2 jam dari New York ke Beijing.

1. Siapa yang bisa menggunakan ETT?

Sama seperti kereta api perdana, ETT akan menggunakan kargo, dan sepanjang rute perjalanan menggunakan kecepatan tinggi. Setelah terbukti, konstruksi ini cepat pasti akan menyebar ke seluruh dunia. Karena sistem yang efisien dalam penggunaan energi dan bahan bakar, kecepatan tinggi perjalanan memakan biaya rendah, dan berkelanjutan. Akhirnya, semua orang di dunia dapat menggunakan sistem.

2. Siapa yang akan mengoperasikan ETT?

Untuk operasi fisik, tabung ini dioperasikan dengan komputer otomatis. Pengguna hanya mengetikkan atau memilih daerah tujuan. Masalah tiket dapat diperoleh sebelumnya di stasiun tersebut.

3. Tabung ETT terbuat dari apa?

Tabung terbuat dari bahan tahan lama yang mampu memegang vakum. Setiap rute akan memiliki persyaratan khusus sesuai dengan kondisi lokal dan ekonomi. Beberapa bahan mungkin termasuk tetapi tidak terbatas pada: beton *sealed*, berlapis keramik, baja, aluminium, fiberglass, dan plastik.

4. Berapa besar ukuran tabung?

Tabung kurang dari satu meter dengan diameternya akan digunakan untuk paket mail dan kecil. Tabung 20 meter dengan diameternya bisa menampung bus. Diperkirakan bahwa 5 kaki (1,5 m) diameter tabung yang bisa menampung hampir mengangkut semua kebutuhan.

5. Bagaimana orang bisa bernapas?

Alat pendukung kehidupan adalah bidang berkembang dengan baik. Stasiun angkasa di orbit memungkinkan astronot untuk bernapas selama beberapa bulan, meskipun kapsul berada dalam sebuah vakum dekat. Kapal selam telah ada selama lebih dari seratus tahun, kapal selam modern bisa tinggal terendam selama lebih dari sebulan. Sistem yang digunakan dalam *evacuated tube transport* akan jauh lebih menurun. Hanya 2-3 jam (plus cadangan) dari pendukung kehidupan diperlukan.

6. Bagaimana jika rem gagal?

Sistem pengereman secara otomatis. Ini tidak bergantung pada kontrol manusia. Bagian-bagian yang dikenakan inspeksi otomatis terus-menerus dan diganti sebelum memakai tidak dapat diterima terjadi. *Multiple redundant backup* pengereman diaktifkan jika terjadi kegagalan pada sistem pengereman utama. Dibandingkan dengan mobil, kereta api dan pesawat, kegagalan sistem pengereman ETT tidak mungkin.

7. Apakah perusahaan minyak menolak ETT?

Sistem konstruksi ETT akan membutuhkan jumlah besar dari plastik. Jika permintaan untuk bahan bakar transportasi berkurang, perusahaan minyak dapat memodifikasi kilang yang ada untuk memproduksi plastik dengan biaya yang jauh lebih rendah, sambil mempertahankan keuntungan. Biaya rendah produk bangunan plastik akan menggantikan penggunaan kayu pada konstruksi bangunan. Perusahaan minyak menyadari bahwa cadangan minyak terbatas. Bila ETT menjadi sistem transportasi pilihan; sumber minyak yang berharga dapat digunakan dan didaur ulang selama bertahun-tahun bukannya dikonversi menjadi asap oleh

mobil. Ini akan memiliki efek yang sangat menguntungkan pada lingkungan. Perusahaan minyak akan terlihat sebagai pelindung dari hutan, bukan kontributor polusi. Ini juga akan memperluas jumlah perusahaan minyak waktu dapat keuntungan dari cadangan minyak yang dikenal.

3.4.3 Pesawat Hipersonik

Pesawat yang memiliki kecepatan melebihi kecepatan suara dapat dikelompok berdasarkan rentang kecepatannya menjadi Supersonic, Hypersonic, High-hypersonic. Informasi lebih rincinya dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Klasifikasi Pesawat Yang Berkecepatan di Atas Kecepatan Suara

Jenis Kecepatan	Kecepatan (km/jam)	Jenis Pesawat
Supersonic	1.470 – 6.150	F-104 Starfighter, BAC/Aerospatiale Concorde
Hypersonic	6.150 – 12.300	X-51A Waverider (Boeing X-51)
High-hypersonic	12.300 – 30.740	Sejenis misil/roket
Re-entry	> 30.740	

Sumber : wikipedia.org (diakses pada 4 Januari 2012)

DARPA – Uji Coba Pesawat Hipersonik, *FALCON HTV-2*

DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) adalah sebuah lembaga dari Departemen Pertahanan Amerika Serikat yang bertanggung jawab untuk pengembangan teknologi baru untuk kepentingan militer. DARPA telah bertanggung jawab untuk pendanaan pembangunan dari banyak teknologi yang memiliki pengaruh besar pada dunia, termasuk jaringan

komputer, serta NLS, *hypertext system*, dan prekursor penting bagi kontemporer bagi pengguna grafis.

Nama aslinya adalah *Advanced Research Projects Agency* (ARPA), tetapi namanya diubah menjadi "DARPA" (Pertahanan) pada Maret 1972, kemudian berganti nama "ARPA" lagi pada bulan Februari 1993, dan kemudian berganti nama menjadi "DARPA" lagi di bulan Maret 1996.

DARPA didirikan pada 1958 (sebagai ARPA) sebagai tanggapan terhadap peluncuran Sputnik Soviet pada tahun 1957, dengan misi menjaga militer AS dari teknologi yang lebih canggih.

Dan saat ini DARPA telah merilis rekaman video dari misi uji coba mereka yaitu menerbangkan pesawat hypersonik pertama di dunia. Akan tetapi ketika melakukan uji coba, pesawat Falcon HTV-2 kemudian hilang diduga telah jatuh di tengah laut.

Militer Amerika Serikat (AS) kehilangan kontak dengan sebuah pesawat hipersonik (*hypersonic*) eksperimental di Samudera Pasifik. Menurut Turner Brinton dari Space News, DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) kehilangan kontak dengan kendaraan Falcon *Hypersonic Technology Vehicle* (HTV)-2 sembilan menit setelah diluncurkan.

HTV-2 merupakan pesawat pertama dari serangkaian eksperimen penerbangan. Rencananya, teknologi yang bisa dikerahkan untuk rudal-rudal konvensional jarak jauh di masa depan. Kendaraan tersebut diluncurkan dari Pangkalan Angkatan Udara Vandenberg di California, dengan sebuah roket Minotaur 4.

Dibangun oleh Lockheed Martin Corp., pesawat HTV-2 meluncur di atas Samudera Pasifik dengan kecepatan 20 ribu kilometer per jam selama 30 menit.

Data singkat FALCON HTV-2:

1. Nama: Falcon HTV-2
2. Misi: Untuk menyediakan Militer AS dengan pertama dalam generasi baru *sub-orbital weapons*
3. Kecepatan maksimum: 13.000 mph atau Mach 22. Sebuah MiG-25 biasanya bisa mencapai Mach 2,3, atau 1.520 mph
4. Panjang: 12ft
5. Berat: 900 kg
6. Bahan: Terbuat dari bahan percobaan yang dapat menahan sampai 3.500 f (2000C)
7. Biaya: \$ 308 million (£ 189 million)
8. Payload: Berpotensi apapun hingga £ 12.000, termasuk bom nuklir
9. Kisaran: Di mana saja di dunia dalam waktu kurang dari 60 menit

Frank James dari NPR mencatat bahwa dalam masa-masa awal percobaan teknologi pertahanan, proyek militer teknologi tinggi biasanya ditandai dengan sejumlah kegagalan.

Program angkasa luar AS pada akhir 1950-an juga terdapat kegagalan, jadi tidak heran, tes yang dilakukan militer pekan lalu untuk menguji Falcon dan menguji konsep pesawat hipersonik yang bisa melanglang buana dengan kecepatan hingga 20 kali lebih cepat dibanding kecepatan suara, juga mengalami kegagalan.

Ide dari teknologi ini adalah menciptakan sebuah pesawat yang bisa mencapai lokasi-lokasi di bumi dalam hitungan menit. Sebagai bagian pelengkap untuk video, DARPA juga merilis simulasi perbandingan kecepatan antara Falcon, C-5 dan sebuah jet tempur F-18, yang menunjukkan perbedaan kecepatan yang cukup fantastis.

Falcon saat ini sedang dikembangkan oleh DARPA dan Pentagon sebagai bagian dari penelitian dari generasi baru dan juga sebagai senjata yang memiliki potensi untuk menyerang negara-negara jahat mana pun di bumi dalam waktu kurang dari 60 menit. Diharapkan suatu hari nanti mereka bisa mengembangkan jarak jauh penerbangan hipersonik yang realitas sampai dengan 20 kali kecepatan suara dan akan memangkas waktu terbang dari London ke Sydney hanya dalam satu jam.

Falcon mencapai kecepatan tinggi karena beratnya sendiri yang turun melalui atmosfer bumi, tetapi juga karena mesin eksperimental yang dirancang untuk berjalan/melaju.