



Menyelami Hidup Anda

TEKNOLOGI TEROWONG MRT

MRT alternatif keselesakan lalu lintas

Meskipun kelajuan perkhidmatan MRT pertama di Malaysia tidak setanding teknologi *bullet train*, negara ini sudah bersedia menyediakan sistem pengangkutan sesuai dengan status negara maju menjelang tahun 2020.



LAMPU merah pantulan brek kenderaan rancak menyala di atas permukaan jalan-jalan utama di sekitar ibu negara. Keadaan lalu lintas di Lembah Klang dijangkakan menjadi semakin sesak menjelang tahun 2020.

Populasi penduduk di Lembah Klang dianggarkan meningkat 40 peratus iaitu seramai 10 juta orang pada tahun 2020 berbanding 6 juta pada tahun 2010. Justeru, membina lebih banyak lebuh raya bukanlah penyelesaian yang bijak.

Sementara itu, kira-kira 1,500 pekerja terowong melibatkan pasukan pakar dalam pelbagai bidang kejuruteraan, juruteknik dan ahli geologi sedang melakukan kerja-kerja mengorek terowong.

Kedudukan terowong tersebut berada pada kedalaman 30 hingga 45 meter di bawah tanah bagi melaksanakan peminaan Aliran Transit Massa (MRT). Bayangkan kedalaman kerja-kerja pengorekan tersebut menyamai ketinggian bangunan komersil 10 tingkat.

Status negara maju

Rakyat Malaysia yang kerap menaiki MRT di Singapura, Tan Peng Koon, 26, berkata, beliau teruja ketika mendapat tahu MRT sedang dalam pembinaan di negara ini dan beranggapan ia boleh menjadi lambang status negara maju.

"Malaysia memang sepatutnya membina MRT sejak awal lagi memandangkan kepadatan penduduk yang menjadi faktor utama kesesakan jalan raya.

"Pasti lebih banyak kawasan yang akan dibangunkan di Kuala Lumpur dalam jangka masa empat tahun ini. Dengan adanya MRT itu nanti, saya harap ia dapat menghubungkan penduduk lebih dekat dengan pusat bandar," katanya arkitek landskap di firma swasta di Si-

ngapura.

Tambahnya, Singapura yang hanya berkeluasan 710 kilometer persegi itu banyak bergantung ke-

pada MRT bagi memudahkan seramai 5 juta pen-

uduk bergerak dari satu destinasi ke destinasi yang lain.

Tanpa MRT, urusan harian mereka tergendala. Pada waktu puncak, MRT di Kota Singa mengadakan kekerapan perjalanan sebanyak lapan kali dalam tempoh setengah jam.

"Alasan lambat ke tempat kerja kerana masalah pengangkutan awam sudah tidak boleh diguna pakai di Singapura," ujarinya.

Di beberapa negara maju lain, perkhidmatan kereta api berkelajuan tinggi seperti *bullet train* sudah lama digunakan bagi mengatasi masalah kesesakan lalu lintas. Keptantasan *bullet train* itu mampu memecut pada kadar halaju antara 160 hingga 320 kilometer sejam (km/j).

Kadar halaju itu sebenarnya hampir menyamai kelajuan haiwan terpanas di dunia iaitu sejenis burung helang pemangsa daripada spesies *peregrine* yang pernah direkodkan terbang pada

kelajuan 389 km/j.

Meskipun kelajuan perkhidmatan MRT pertama di Malaysia itu tidak menyamai teknologi *bullet train*, negara ini dilihat sudah bersedia menyediakan sistem pengangkutan yang seiring dengan status negara maju yang ingin dicapai menjelang tahun 2020.

Jurutera Terowong daripada MMC Gamuda KVMRT (T) Sdn Bhd, Mohd. Hafizi Asmuni, 25, berkata, skop kerjanya meliputi kawalan

tekanan daripada terowong kepada tanah hendaklah setara dengan tekanan yang diberikan tanah kepada terowong.

MMC Gamuda KVMRT (T) Sdn. Bhd. adalah kontraktor pakej bawah tanah dan terowong untuk projek MRT Lembah Klang.

Pastikan jajaran

“Jika tekanan yang diberi dan diterima tidak setara, kemungkinan besar tanah runtuh akan berlaku. Saya juga perlu memastikan jajaran pada setiap segmen terowong sentiasa selari supaya terowong di setiap stesen bersambung dengan tepat.

“Penentuan kedudukan *key* segmen juga amat penting bagi memandu arah laluan terowong yang hendak dibina. Setiap satu lingkaran terowong ialah selebar 1.4 meter dan terdiri daripada satu *key* segmen (saiz lebih kecil) dan tujuh segmen bersaiz biasa,” jelasnya.

Selain itu, beliau turut bertanggungjawab memastikan bekalan segmen dan kren yang membawa segmen tersebut dari luar tapak ke dalam terowong berjalan lancar. Bagi mencapai sasaran pengorekan terowong sejauh 14 meter sehari.

Sementara itu, Penolong Pengurus Terowong, Mazuki Mohamad Saleh, 37, bertugas menguruskan dua daripada

empat Mesin Pengorek Terowong (*tunnel boring machine*) yang terlibat dengan kerja pengorekan di portal selatan (dari Cochrane ke Maluri).

Beliau bertindak mengurus dan merancang tugas bagi setiap pekerja operasi yang diperlukan untuk mengendalikan setiap mesin berkenaan.

“Cabaran utama yang dilalui sepanjang

jang mengorek terowong ini adalah berhadapan dengan keadaan geologi tanah jenis batu kapur karstik.

“Batu kapur karstik mempunyai profil tanah yang berubah-ubah seperti endapan sedimen yang lompong, berlekuk dan permukaan batu yang sukar dipecahkan,” ujarinya ketika ditemui di tapak pembinaan terowong MRT di Cochrane.

Kerja-kerja pembinaan terowong bawah tanah yang dilakukan hendaklah dipastikan tidak mengganggu struktur bangunan sedia ada.

Sebelum kerja pengorekan itu dilakukan, pasukan pakar di MMC Gamuda KVMRT (T) Sdn. Bhd. telah mengenal pasti kaedah untuk menjalankan pemetaan geologi tanah secara

terperinci sebelum kerja-kerja pembinaan utama bermula.

Memandangkan kerja-kerja membina terowong dan pembinaan landasan atas tanah dijalankan secara serentak, teknologi Sistem Penentu Kedudukan Global (GPS) *Herrenknecht* yang diimport dari Jerman digunakan untuk memastikan jajaran di setiap stesen bersambung dengan tepat.

Info

MRT

- Projek MRT telah dilancarkan oleh Perdana Menteri Datuk Seri Najib Tun Razak pada 8 Julai 2011.
- Jarak laluan MRT Sungai Buloh ke Kajang Line : 51 kilometer
- Mempunyai 31 stesen
- Jarak pembinaan terowong MRT bawah tanah : 9.5 kilometer
- Jangka masa perjalanan dari stesen Sungai Buloh ke Kajang : 88 minit
- Jangkaan penumpang yang menggunakan perkhidmatan MRT: 400,000 penumpang sehari

Kesemua stesen MRT bakal menyediakan kemudahan seperti:

- Laluan pejalan kaki berbumbung dari pintu masuk stesen ke kawasan sekitar
- Eskalator ke ruang legar stesen
- Ram untuk penumpang kelainan upaya ke pintu masuk stesen
- Surau lelaki dan perempuan
- Kedai jualan

▣ Cabaran utama sepanjang mengorek terowong ialah

keadaan geologi tanah jenis batu kapur karstik
- MAZUKI

Inovasi mesin TBM atasi geologi tanah

TUJUH stesen Mass Rapid Transit (MRT) bawah tanah sepanjang 9.5 kilometer sedang dibina menggunakan 10 Mesin Pengorek Terowong (TBM) yang dilancarkan dari empat lokasi berbeza di ibu negara.

Terdapat dua jenis TBM yang digunakan iaitu mesin Keseimbangan Tekanan Tanah atau *Earth Pressure Balance* dan mesin Pelbagai Ketumpatan atau *Variable Density*.

Mungkin ada antara rakyat Malaysia yang masih belum mengetahui tentang mesin TBM Pelbagai Ketumpatan itu merupakan yang pertama dicipta di dunia.

Kepakaran Jerman

Mesin berkenaan dibangunkan secara usahasama bersama antara MMC-Gamuda JV, Malaysia dan syarikat Herrenknecht dari Schwanau, Jerman turut digunakan julung-julung kalinya di negara ini.

Pengurus Besar MMC Gamuda KVMRT (T) Sdn. Bhd. (pakej MRT bawah tanah), Ubull Din Om, berkata, mesin TBM Pelbagai Ketumpatan tersebut direka khas untuk mengatasi keadaan geologi tanah batu kapur karstik yang ekstrem.

"Sebanyak enam buah mesin TBM Pelbagai Ketumpatan digunakan untuk mengurangkan kehilangan tekanan pada sokongan permukaan dan merendahkan risiko pembentukan lubang pada tanah.

"Inovasi terkini mesin tersebut menggunakan buburan lumpur berketumpatan tinggi dan meningkatkan kepekatanannya bagi mengelakkan insiden kehilangan permukaan tanah daripada berlaku," jelasnya ketika membawa kru *Kosmo!* melawat tapak MRT di Cochrane, Kuala Lumpur.

Mesin tersebut juga mempunyai keupayaan mengawal tekanan permukaan lebih baik menggunakan prinsip gelembung udara.

Sebagai contoh, konsep prinsip gelembung udara boleh dilihat seperti tekanan yang berlaku terhadap gelembung sabun.

Udara yang terperangkap di dalamnya akan menambah tekanan kepada

dinding sabun dan udara di sekeliling gelembung pula memberikan tekanan kepada dinding sabun dari luar untuk mengawal keseimbangan tekanan dari kedua-dua arah.

Daripada keenam-enam mesin TBM

Pelbagai Ketumpatan itu, sebanyak dua buah akan beroperasi dari Stesen Pasar Rakyat menghala ke Pudu, dua buah telah beroperasi dari Stesen Cochrane menghala ke Pasar Rakyat dan dua buah lagi akan beroperasi dari Stesen Cochrane menghala ke Maluri.

"TBM Pelbagai Ketumpatan ini beroperasi selama 24 jam dan kerja-kerja pengorekan akan hanya dihentikan sementara bagi setiap 150 meter kedalaman terowong untuk tujuan penyelenggaraan.

"Jarak masa antara satu sesi penyelenggaraan dengan sesi yang akan datang adalah sekitar sebulan atau dua bulan bergantung kepada keadaan geologi tanah," katanya.



UBULL DIN OM



MALAYSIA menjadi negara pertama yang menggunakan mesin pengorek terowong pelbagai ketumpatan pertama di dunia.



PENG KOON



MOHD. HAFIZI



WAHIDAH ZAINAL

BEGINILAH bentuk segmen yang digunakan untuk membina dinding terowong MRT.



PERKHIDMATAN MRT di negara jiran, Singapura pertama kali digunakan pada tahun 1987 bagi laluan antara Yio Chu Kang dan Toa Payoh.



KAKITANGAN pembinaan terowong MRT meneliti kerja pemasangan segmen pada dinding terowong di Stesen Cochrane Kuala Lumpur.



PANDANGAN ke arah sebahagian jajaran terowong di Stesen Cochrane, Kuala Lumpur yang telah siap dipasang dengan segmen.



KEBANYAKAN bandar-bandar utama dunia bergantung kepada MRT untuk mengurangkan kesesakan jalan raya.



RUANG kebuk perlindungan di dalam terowong hanya mampu memuatkan 20 orang kakitangan pembinaan pada waktu kecemasan.



PEKERJA terowong memasang tetulang besi di tapak pembinaan terowong bagi mengukuhkan struktur dinding stesen bawah tanah di Stesen Cochrane.



MAZUKI berada pada ketinggian kira-kira 30 meter dari dasar pembinaan terowong MRT di Stesen Cochrane Kuala Lumpur.