

Jalan raya yang pandai

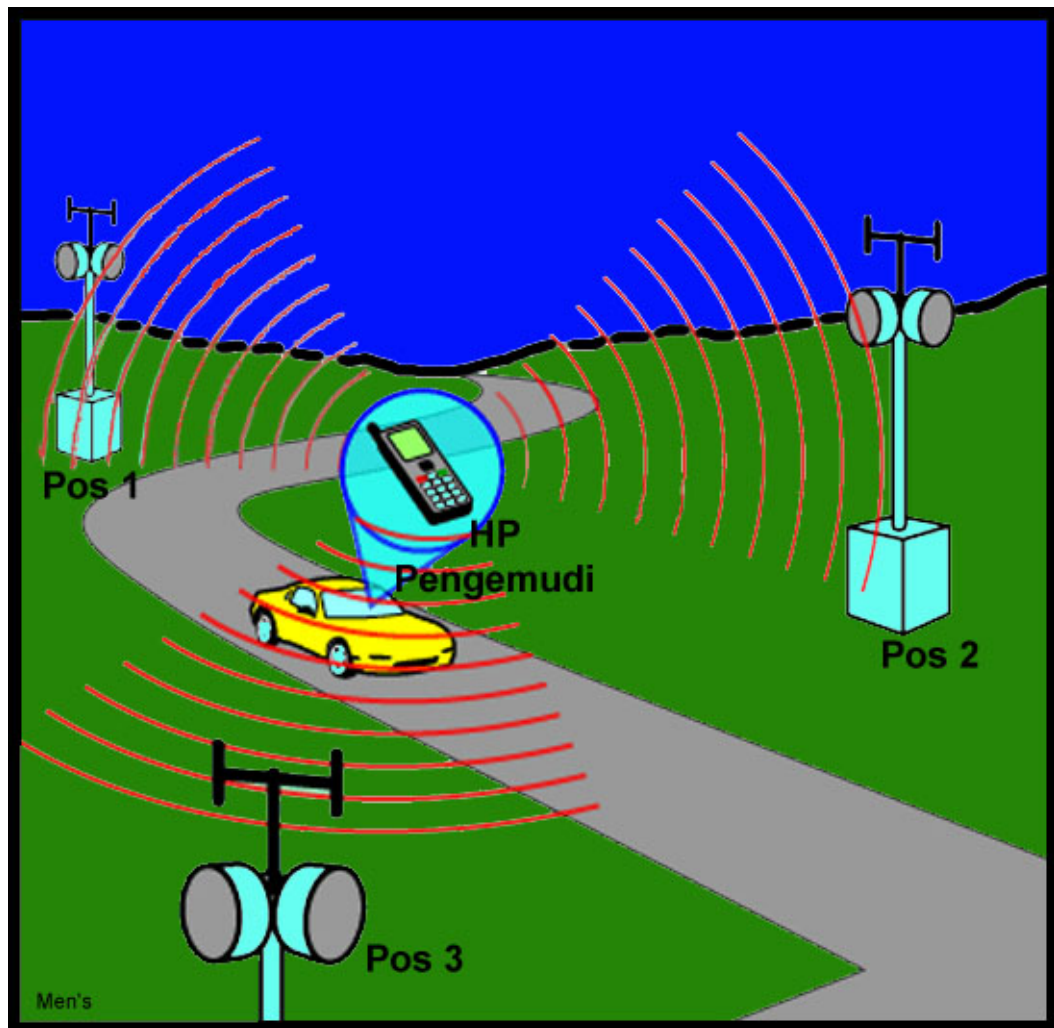
Jl. Thamrin, Gatot Soebroto, Kuningan, Sudirman, dan masih banyak lagi nama jalan besar di Jakarta yang semuanya terkenal karena satu persamaannya: MACET!!! Bahkan jalan tol yang seharusnya merupakan jalan bebas hambatan pun ternyata ikut-ikutan ketularan penyakit macet ini. Pembangunan jembatan dan jalan layang semakin digencarkan dalam upaya mengurangi kemacetan di ibukota Indonesia ini. Tetapi apakah semuanya itu bisa menyelesaikan permasalahan lalu lintas ini? Apa ada cara lain yang bisa membantu kita berkendara di jalan tanpa perlu menghadapi kemacetan lalu lintas? Kalau kita melirik negara-negara maju seperti Amerika dan Kanada, kita bisa melihat bahwa mereka sedang mengembangkan sistem lalu lintas yang sangat canggih, dan pada akhirnya bisa menyelesaikan permasalahan klasik ini. Menurut para ilmuwan di sana, untuk mengurangi kemacetan lalu lintas kita membutuhkan bantuan Fisika! Lho? Apa hubungannya jalan raya dan pengaturan lalu lintas dengan Fisika?

Jalan raya di negara-negara maju seperti Amerika Serikat sudah dilengkapi dengan berbagai teknologi canggih dalam upaya mengurangi masalah kemacetan lalu lintas. Teknologi yang umum digunakan saat ini meliputi detektor kecepatan kendaraan (*loop detector*), pengawasan lalu lintas melalui bantuan kamera video dan komputer, serta penggunaan berbagai teknologi elektronik lainnya. *Loop detector* sebenarnya hanya merupakan kumparan kawat (*loop*) yang dipasang di permukaan jalanan, dan berfungsi untuk mendeteksi perubahan tegangan listrik (sekecil apa pun perubahannya) yang terjadi akibat adanya kendaraan yang melaluinya. Setiap kali ada kendaraan yang lewat di atasnya, pada kawat timbul tegangan atau arus induksi. Dengan meletakkan *Loop detector* pada jarak-jarak tertentu kita dapat mengetahui kecepatan kendaraan yang lewat. Kamera-kamera juga dipasang di sepanjang jalan raya supaya kondisi lalu lintas dapat terus diamati secara visual. Dengan bantuan komputer dan berbagai kemajuan elektronik lainnya, kondisi lalu lintas ini kemudian diinformasikan ke para pengguna jalan. Teknologi ini cukup efektif, tetapi masih memiliki beberapa kelemahan. Pemasangan detektor dan kamera di jalan raya membutuhkan waktu

yang cukup lama. Teknologi ini juga memakan biaya yang tidak sedikit. Untungnya, para fisikawan sudah berhasil memformulasikan berbagai penemuan baru yang dapat diaplikasikan sebagai alternatif lain pengaturan lalu lintas. Salah satunya adalah sistem *Cellocate* (*cell-locate* = lokasi telfon seluler) yang memanfaatkan teknologi GPS (*Global Positioning System*). Sistem ini nantinya akan dilengkapi lagi dengan penggunaan alat elektronik kecil, yang disebut transponder, yang memiliki berbagai fungsi.

Ide penggunaan sistem *Cellocate* berawal dari meledaknya penggunaan alat komunikasi elektronik dalam beberapa dekade ini. Sebagian besar penduduk dunia (tidak hanya di negara maju saja) merupakan pengguna setia telepon seluler dan *pager*. Bagaimana tidak? Telepon seluler bisa dibawa ke mana pun kita pergi dan memungkinkan kita untuk tetap berkomunikasi dengan siapa pun di belahan dunia mana pun. Kita bisa pergi ke mana saja, dan di saat yang bersamaan tetap bisa mengendalikan berbagai masalah dan pekerjaan kita dengan bantuan alat elektronik kecil yang ajaib ini. Alat-alat komunikasi elektronik yang bisa dibawa ke mana-mana ini sebenarnya menggunakan bantuan gelombang radio. Gelombang radio ini juga yang memungkinkan pemanfaatan telepon seluler dan *pager* sebagai alat pengendali lalu lintas. Bagaimana caranya?

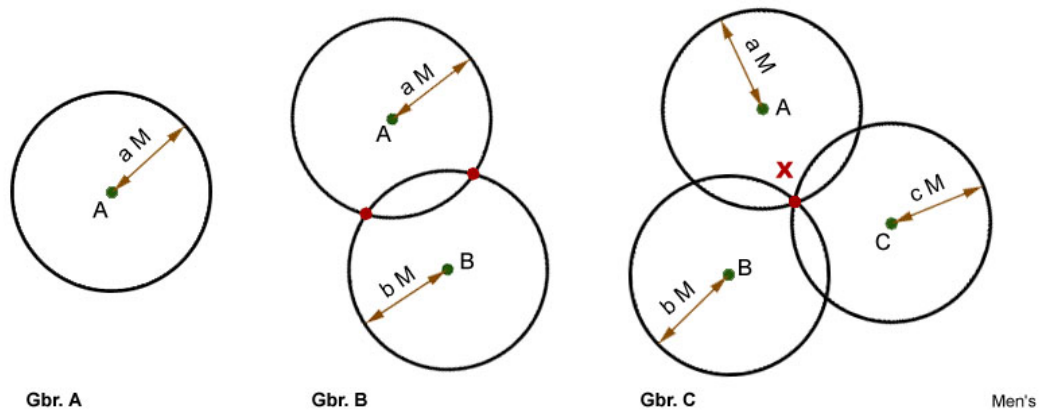
Sebagai sarana komunikasi, telepon seluler dan pager selalu memancarkan gelombang radio (*microwave*) sehingga lokasinya pun dapat dideteksi dan ditentukan. Jalan raya di masa depan akan memiliki beberapa pos (Gambar 1) yang selalu siap menerima sinyal yang dipancarkan telepon seluler itu. Pos-pos ini dirancang supaya hanya berfungsi sebagai *receiver* (penerima) gelombang radio (tidak bisa digunakan sebagai alat pemancar gelombang). Sewaktu ada pengendara mobil yang membawa telepon seluler, sinyal yang dipancarkan telepon seluler itu ditangkap oleh pos-pos yang terdekat (minimal tiga pos).



Gambar 1 Sistem *Cellocate* yang memanfaatkan sinyal telepon seluler

Informasi dari tiga pos ini kemudian diolah dalam komputer pusat untuk menentukan lokasi yang tepat menggunakan konsep trilaterasi. Gambar 2 dapat membantu kita untuk memahami konsep trilaterasi ini. Jika pos 1 (titik A) berada pada jarak a meter dari mobil (X) maka kita bisa mengetahui bahwa X dapat terletak di mana saja sepanjang keliling lingkaran dengan radius a meter (Gambar 2-A). Jarak antara pos dengan mobil dapat diketahui dari waktu yang dibutuhkan gelombang radio sejak dipancarkan sampai mencapai pos. Pos 2 (titik B) diketahui berada pada jarak b meter dari X (Gambar 2-B). Dari data kedua ini kita bisa menemukan dua kemungkinan posisi X (titik merah), yaitu di kedua titik perpotongan kedua lingkaran. Kemudian pos 3 (titik C) diketahui berada pada

jarak c meter (Gambar 2-C) dari posisi X . Dengan data terakhir ini kita bisa dengan tepat memastikan letak X (dalam dua dimensi).



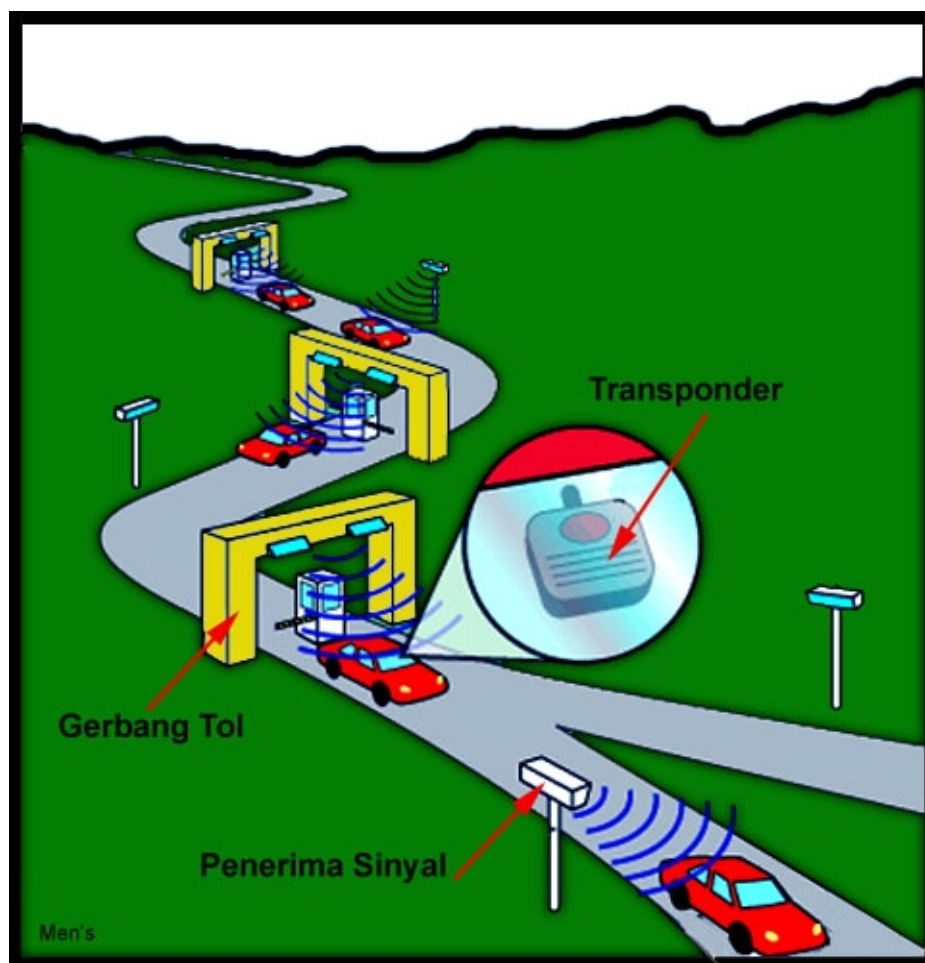
Gambar 2 Trilaterasi

Seluruh proses penentuan lokasi ini bisa dilakukan dalam beberapa detik saja. Setelah posisi para pengendara ditentukan kita bisa membuat peta jalan raya dan melihat kondisi lalu lintasnya. Saat jalanan mulai padat, komputer bisa memberikan jalur alternatif yang bisa ditempuh tanpa harus melalui jalan yang mulai padat tersebut. Informasi dari komputer pusat ini dikirimkan ke semua pengendara melalui telepon selular atau diumumkan melalui papan elektronik (*electronic signs*) yang dipasang di sepanjang jalan (yang terus-menerus menginformasikan kondisi jalanan). Kita pun bisa menghindari kemacetan dengan cara menghindari jalanan yang mulai padat tersebut.

Untuk melengkapi sistem *Cellocate*, akan diperkenalkan suatu alat mungil yang disebut transponder (pemancar gelombang radio) yang dipasang di setiap mobil. Teknologi ini akan lebih banyak digunakan di kota-kota besar yang memiliki banyak jalan bebas hambatan atau jalan tol. Dengan bantuan transponder, jalan tol bisa benar-benar menjadi jalan bebas hambatan, bahkan bebas dari kewajiban untuk berhenti beberapa saat di gerbang tol untuk membayar karcis tol. Tapi ini bukan berarti jalan tol menjadi gratis! Gerbang tol masa depan itu sudah dilengkapi dengan alat elektronik penerima sinyal yang akan membaca sinyal radio dari transponder saat mobil melewatinya. Para pengguna jalan tol pun sudah memiliki rekening khusus untuk biaya karcis tol yang sudah dibayar sebelumnya

(pra bayar). Saat mobil melewati gerbang tol dan sinyal dari transpondernya dibaca, rekeningnya akan dipotong secara otomatis (*auto debet*). Selain pada gerbang tol, alat penerima sinyal ini juga dipasang di sepanjang jalan (pada jarak-jarak tertentu) seperti *loop detector* untuk menentukan kecepatan mobil dan menyediakan informasi mengenai lokasi mobil.

Benar-benar cara pintar untuk menghindari kemacetan dan mengatur lalu lintas! (*Yohanes Surya Ph.D.*)



Gambar 3 Penggunaan transponder di gerbang tol dan di sepanjang jalan