

Sistem Instrumentasi Radar Pengukur Kecepatan Kendaraan Bermotor

Oleh :

Ir. M. Helmi

(Laboratorium Transportasi & Teknik Lalu Lintas)



Selain kecepatan terdeteksi pula jumlah total serta jumlah pelanggar batas kecepatan, tetapi sistem radar ini tidak mampu untuk membedakan arah lintasan kendaraan dan besar kecilnya kendaraan.

Ketepatan hasil pengukuran dapat diperoleh selama hanya ada satu frekuensi Doppler yang diterima oleh sistem radar, dan kendaraan yang bersangkutan tidak mengalami percepatan pada saat terdeteksi.

MAKSUD DAN TUJUAN

Dalam rangka kegiatan penelitian kecepatan pada Bidang Teknik Lalu Lintas maka sebagai salah satu tugas dari Laboratorium Transportasi dan Teknik Lalu Lintas, Bidang Pengujian Peralatan Teknik Lalu Lintas adalah melaksanakan program penelitian yang meliputi pengujian cara kerja alat dan pengujian secara operasional di lapangan. Pada kesempatan ini akan dikemukakan salah satu hasil penelitian alat berupa Radar Pengukur Kecepatan Kendaraan Bermotor (Radar PKKB) yang telah dilakukan pada awal tahun 1983.

HASIL PENELITIAN

A. Prinsip Kerja Radar PKKB.

Radar PKKB ini adalah termasuk tipe radar gelombang kontinu yang bekerja berdasarkan adanya efek Doppler yang terkandung didalam gelombang pantul (sinyal echo) yang diterima oleh Unit Penerima. Tinggi rendahnya frekuensi Doppler (f_d) dapat ditentukan dari persamaan :

$$f_d = \frac{2 v_r f_o}{c} \quad \text{atau}$$

$$f_d = \frac{2 f_o v \cos \theta}{c}$$

dengan ;

- v_r = Kecepatan relatif kendaraan terhadap sistem radar.
- v = Kecepatan kendaraan (pada speedometer).
- f_o = Frekuensi gelombang radar (gelombang elektromagnetik).
- θ = Sudut penembakan (angle of fire) diambil sebesar 20° .
- c = Cepat rambat gelombang cahaya ($3 \cdot 10^5$ km/det.).

Sistem Radar PKKB ini bekerja pada frekuensi $f_o = 13,450$ GHz. dengan daya pancar sekitar 10 mili watt secara kontinue.

B. Sistem Instrumentasi Radar PKKB.

Pada Sistem Radar PKKB ini tidak dilengkapi dengan rangkaian pembeda arah lintasan kendaraan dan rangkaian pembeda besar kecilnya kendaraan.

Secara sederhana cara kerja sistem Radar PKKB dapat dijelaskan dalam bentuk diagram blok beserta tabel waktu proses perhitungan

pulsa-pulsa Doppler, seperti ditunjukkan pada Gambar (1) dan Gambar (2). Tampak bahwa sistemnya dapat dibagi menjadi 3 bagian utama, yaitu :

1. Bagian Pengirim dan Penerima Gelombang Mikro.
2. Bagian Penguat Frekuensi Pendengaran, yang terdiri dari :
Unit Pra-Penguat, Unit Filter "Band Pass", Unit Penguat Terkontrol, dan Unit Pembentuk Pulsa.
3. Bagian Pemroses Sinyal Secara Digital.

Bila ada suatu kendaraan yang terdeteksi oleh sistem radar, maka bagian pengirim dan penerima gelombang mikro akan menyalurkan sinyal informasi yang masih tercampur dengan sinyal direct current (dc) dan sinyal noise (n) ke bagian penguat frekuensi pendengaran. Setelah melalui beberapa tahap pemrosesan diperoleh sinyal pulsa Doppler dengan lebar pulsa ($\tau = 1/f_d$).

Pada bagian pemroses sinyal secara digital, sinyal pulsa Doppler tersebut dilewatkan suatu gerbang "Nand" bersama-sama dengan sinyal pulsa (yang berfungsi sebagai kurungan pulsa) dari Kontrol Transfer kaki ke 1. Selanjutnya bila Sakelar S1 pada keadaan normal (tidak ditekan) maka sistem penghitung akan menghitung jumlah pulsa-pulsa Doppler yang terkandung dalam kurungan pulsa tersebut, tetapi bila Sakelar S1 (Tombol Test) ditekan maka yang terhitung adalah sejumlah tertentu pulsa-pulsa yang berasal dari "Timer" kaki ke 1. Bila sudut penembakan (θ) dijaga konstan maka pengkalibrasian ketepatan hasil pengukuran kecepatan dapat dilakukan dengan cara mengatur lebar pulsa dari sinyal pulsa yang berfungsi sebagai kurungan pulsa.

Hasil perhitungan pulsa-pulsa Doppler tersebut kemudian disalurkan secara paralel ke "Data Lock" dan ke EX-OR (Exclusive Or). Setelah perhitungan pulsa-pulsa Doppler selesai maka saat itu juga pada keluaran EX-OR memberikan sinyal yang bersama-sama dengan sinyal dari Kontrol Transfer kaki ke 2, berfungsi sebagai "clock pulse" pada "Data Lock" yaitu agar mengeluarkan data yang baru diterimanya. Data ini kemudian disalurkan secara paralel yaitu ke alat Peraga (Pembaca) Digital LCD dan ke alat Pembanding (sebagai data A) untuk dibandingkan dengan data dari Alarm Kecepatan (data B).

Selanjutnya bila data A lebih besar dari data B maka alat Pembanding akan mengeluarkan sinyal alarm untuk memicu alat-alat seperti : Penghitung Total, "Auto Reset". Relay, Penghitung Pelanggar, dan juga digunakan untuk menutup "Data Lock" terhadap masuknya data baru. Jadi sebelum di "reset" maka angka-angka yang ditunjukkan pada alat Peraga Digital LCD tidak akan berubah walaupun ada kendaraan yang melewati daerah lobe pancaran radar. Dari gambar (1) dan (2) juga tampak bahwa Penghitung Total akan menghitung semua data, baik hasil pengukuran maupun hasil pengujian (Tombol Test).

Sakelar S2 (Selektor Reset) untuk mengatur cara me-"reset" data kecepatan pada alat Peraga Digital LCD, yaitu secara Automatik atau secara manual (tangan). Disamping itu Sakelar S2 juga untuk menghubungkan sistem Relay ke Camera Photo dan ke Alarm Suara. Sakelar S3 untuk menghidupkan/mematikan Alarm Suara (tiiit!).

PENUTUP

Ada tiga faktor utama yang menyebabkan data hasil pengukuran sedikit menyimpang dari keadaan yang sebenarnya. Pertama bila terjadi lebih dari satu frekuensi Doppler, kedua bila terjadi percepatan pada saat kendaraan terdeteksi, dan yang ketiga bila besarnya sudut penembakan (θ) tidak konstant.

1. Kasus pertama akan timbul bila sisa energi dari sinyal echo pertama menuju ke bidang pemantul lain yang bergerak sehingga terasa oleh sistem radar adanya sinyal echo kedua.
2. Bila a_r adalah percepatan relatif dari kendaraan terhadap sistem radar maka besarnya perubahan frekuensi Doppler yang terjadi $f_d = (2a_r / \lambda)^{1/2}$ dengan λ adalah panjang gelombang radar.
3. Kasus ketiga ini sering terjadi pada daerah tikungan jalan raya, yaitu sebagai akibat kelengkungan lintasan kendaraan yang tidak konstan.

PENULIS :

MUHAMMAD HELMI : Lulus Sarjana Fisika Teknik, ITB., Bidang Instrumentasi, tahun 1983 dan langsung bekerja pada Seksi Laboratorium Transportasi dan Teknik Lalu Lintas, Puslitbang Jalan.



Contoh Pengukuran Kecepatan dari Atas Jalan Raya



Contoh Pengukuran Kecepatan dari Bahu Jalan Raya