

PEMBAGI SINYAL (*SIGNAL DIVIDER*) PADA RADAR *ULTRA WIDE BAND* (UWB) MENGGUNAKAN SAMBUNGAN-Y (*Y-JUNCTION*)

Rudy Yuwono

Abstrak: Sistem radar Ultra Wide Band (UWB) mengirimkan pulsa periodik tanpa memerlukan carrier. Sistem radar ini memerlukan sebuah sambungan untuk mendeteksi pentransmisi dan penerimaan sinyal serta penggabungan beberapa sinyal langsung kedalam pencuplik, sebelum dilakukan pemrosesan sinyal. Sambungan tersebut juga berfungsi sebagai pembagi sinyal pada saat penstransmisi dan penerimaan. Salah satu sambungan untuk radar adalah sambungan tipe Y. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang, merealisasikan dan menguji sambungan-Y dari pembagi sinyal gelombang mikro pada sistem radar jenis monostatik Ultra-Wideband (UWB), lebar pita 12 GHz, dengan impedansi karakteristik sebesar 50 Ohm pada masing-masing lengannya. Masing masing lengan dari sambungan-Y dihubungkan dengan konektor SMA berimpedansi juga sebesar 50 Ω .

Kata Kunci: Radar UWB, pembagi sinyal, sambungan-Y

Pada bulan Februari tahun 2002, federal communication commission (FCC) mengumumkan secara luas *UWB wireless* dan menjustifikasi diri sebagai penemu petama teknologi tersebut. FCC's mendefinisikan peralatan UWB mempunyai emisi dengan *fractional bandwidth* lebih besar dari 0.2 atau menempati spectrum di atas 1.5 GHz.

Teknologi UWB dapat diaplikasikan pada sistem radar dan global positioning system (GPS) yang memerlukan transmisi *electrical pulse* yang pendek dengan *ultra wideband frequency spectra*. Resolusi Radar sangat tergantung pada bandwidth, sehingga resolusi tinggi dari radar dapat dicapai dengan menyediakan bandwidth yang sangat lebar pula, sehingga dapat menghasilkan kemampuan dalam membedakan target dan dapat menembus media yang merugikan efektifitas radar seperti adanya dinding.

UWB monostatic radar sitem terdiri dari pembangkit pulsa listrik (*electrical pulse generator*) and UWB antena untuk mentransmit dan menerima kembali pulsa. Pembangkit pulsa listrik (*electrical pulse generator*) harus dapat membangkitkan pulsa pendek, denan lebar kawasan waktu sub nano-second, sebagai struktur signal dasar UWB. Pada bagian penerima, sinyal dalam kawasan watu yang ditransmisikan tersebut akan dideteksi kembali sebagai

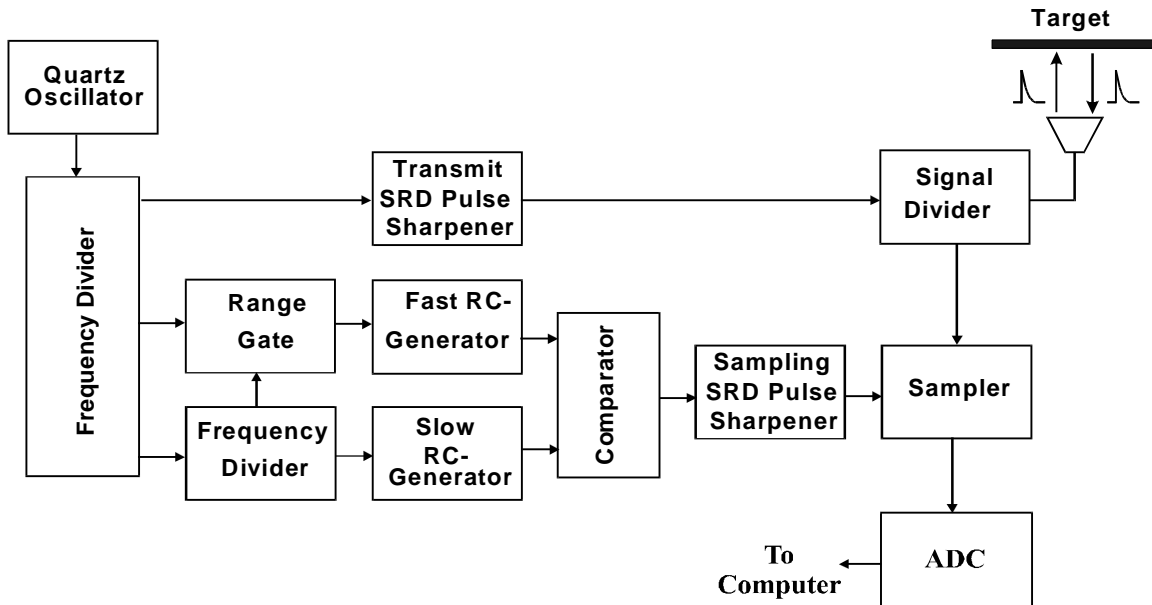
sinyal pantul.UWB monostatic microwave radar, jarak $R(m)$ antara radar dan target dapat ditentukan:

$$R = \frac{C \cdot \Delta t}{2} \quad (1)$$

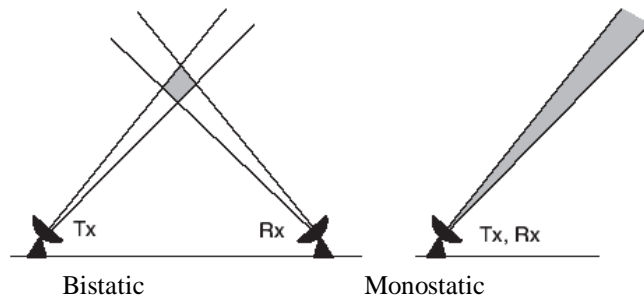
Dengan C adalah kecepatan cahaya (3×10^8 m/s) dan Δt adalah waktu signal ditransmikan, dipantulkan dan diterima kembali pada antenna.

Penelitian UWB radar sebelumnya *di high frequency engineering department*, universitas Kassel, Jerman berupa UWB bistatic microwave radar (lihat Gambar 1). Radar bistatic memerlukan dua buah antena yangterpisah sebagai pemancar dan penerima. Penggunaan satu antenna sebagai pemancar dan penerima pada radar tersebut akan lebih mengurangi kerumitan konstruksi serta akan lebih murah biaya produksinya. Penggunaan satu antenna pada sistem radar ini dinamakan system radar monostatic. Perubahan dari bistatic ke monostatic dimungkinkan dengan menggunakan pembagi signal (*Signal divider*).

Monostatic radar memiliki antenna tunggal sebagaipengirim (*transmitter*) dan penerima (*receiver*),sedangkan bistatic radar mempunyai antenna yang berbeda tugas tersebut, dimana biasanya penempatannya berjauha (lihat Gambar 2). Dengan latar belakang tersebut perlu dikembangkan penlitian pembagi signal pada radar UWB.



Gambar 1 Block diagram dari UWB onostatic microwave radar.

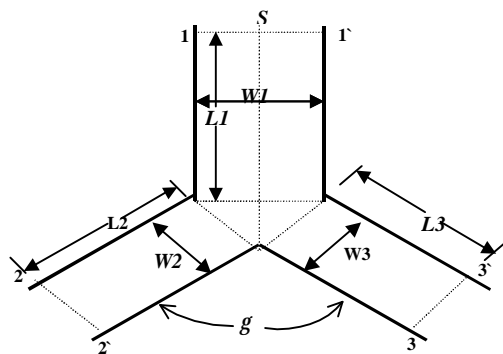


Gambar 2 Antenna bistatic dan monostatic radar

METODE

Metode Pertama adalah Penghitungan Matematis Sambungan-Y Mikrostrip

Sambungan-Y menggunakan bahan mikrostrip, perhitungannya sama dengan perhitungan tiga saluran impedansi. Nilai impedansi masing-masing saluran sebesar 50 Ohm. Saluran mikrostrip didefinisikan sebagai suatu model pandu gelombang.



Gambar 3 Struktur sambungan -Y

Pandu gelombang terdiri dari pandu gelombang lempeng paralel dengan lebar efektif (W_{eff}) dan tinggi h dengan lempeng dengan konduktivitas tak terbatas pada sisi atas dan sisi bawahnya pada sisi dinding magnetik. Bagian tersebut diisi oleh media dielektrik dengan permitifitas relatif ϵ_{eff} . Tinggi h dari model pandu gelombang adalah sama dengan tinggi bahan lapisan mikrostrip.

Lebar efektif tergantung pada lebar pita frekuensi, bisa diperoleh dengan menghitung nilai dispersi dan impedansi karakteristik mikrostrip jika diketahui permitivitas efektif relatifnya diasumsikan bahwa tinggi h dari saluran mikrostrip dan model pandu gelombang sangatlah kecil, dimana model medan pandu gelombang bebas dari koordinat y dalam hubungan fre-

kuensi. Pada bagian atas dan bawah serta sisi-sisi sampingnya, besarnya medan magnet tangensial adalah nol, sehingga hanya ada komponen mode TEM dan mode TE_{n0} dengan E_y -, H_y -, dan H_z -.

Parameter Scattering sambungan - Y

Parameter scattering dari sambungan -Y bisa dihitung dengan cara seperti menghitung parameter scattering pembengkokan pada mikrostrip. Jika sambungan-Y diambil secara simetris (gelombang datang adalah sama fasa dan amplitudonya) pada terminal 2 dan 3, lempeng simetri S dalam daerah I (Gambar 3) seolah-olah di pisahkan oleh dinding magnetik. Sedangkan dinding elektrik dalam lempeng simetris tersebut dalam kondisi tak simetris (gelombang datang mempunyai amplitudo sama namun berbeda fasa 180°). Hubungan antara parameter scattering dari sambungan-Y, S_{ij}^Y dan pembengkokan pada mikrostrip seperti yang ditunjukkan dalam Persamaan (2), (3), (4), dan (5).

$$S_{11}^Y = S_{11m}^B \quad (2)$$

$$S_{21}^Y = \frac{S_{12m}^B}{\sqrt{2}} \quad (3)$$

$$S_{22}^Y = \frac{S_{22m}^B + S_{22e}^B}{2} \quad (4)$$

$$S_{23}^Y = \frac{S_{22m}^B - S_{22e}^B}{2} \quad (5)$$

Notasi e dan m menunjukkan dinding elektrik atau dinding magnetik.

Tahap kedua pemodelan dengan software computer

Pada tahap ini dimensi dari sambungan-Y pembagi sinyal yang dapat menghasilkan bandwidth dalam kategori UWB, ditentukan melalui pemodelan dengan software computer. Penentuan dimensi sambungan-Y pembagi sinyal berdasarkan bentuk sambungan-Y yang telah ada dan perhitungan sebelumnya. Software yang diguna-

kan adalah ADS (*Advanced Design System*) dari Agilent.

Prosedur simulasi parameter-S dengan menggunakan Software ADS.

1. Merancang saluran mikrostrip dengan frekuensi kerja 12 GHz
2. Saluran transmisi dianggap ideal.
3. Menghitung lebar dan panjang lapisan substrat dengan bantuan LineCals
4. Simulasi ADS – Simulasi Momentum
 - menghasilkan layout dari sambungan-Y.
 - menentukan terminalnya, mengatur lapisannya, jangkauan frekuensi dan jaringannya
 - Simulasi parameter -S.
 - Hasil parameter-S menghasilkan format file Touchstone .
5. Simulasi ADS-Simulasi skematik
 - Menentukan parameter scatteringnya

Tahap ketiga merancang dan merealisasikan prototipe

Perancangan dan fabrikasi prototipe berdasarkan hasil simulasi dan pemodelan dari komputer dengan bahan : Microstrip.

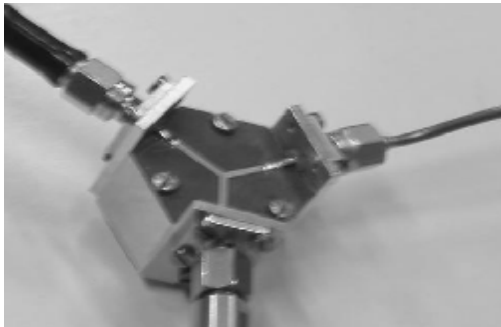
Tahap keempat uji prototipe

Uji coba prototipe dilakukan dengan mengukur S -(*Scattering*) parameter dan koefisien refleksi. Dari semua parameter ini dapat diketahui unjuk kerja pembagi sinyal sambungan-Y. Sedangkan setup uji coba pembagi sinyal sambungan-Y berdasarkan Gambar 1, dengan menghubungkan Sampler langsung ke Alat ukur seperti Digital osciloscop dan Vektor Network Analyser (VNA).

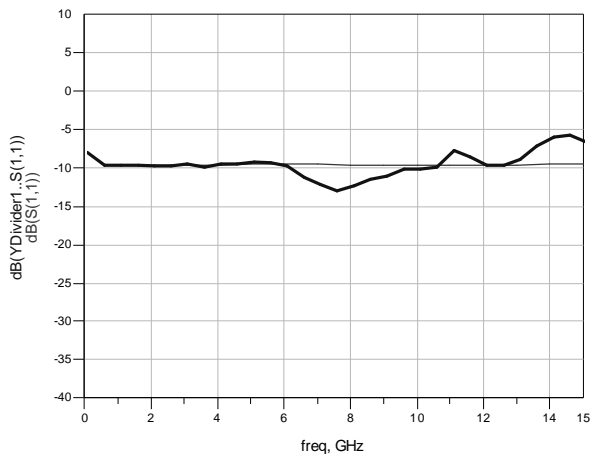
HASIL

Realisasi rancangan dari pembagi sinyal sambungan-Y adalah seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 4. Dalam Gambar 4 tersebut, setiap lengan Sambungannya dihubungkan dengan SMA konektor. Untuk mengetahui unjuk kerja dari sambungan-Y, maka dilakukan pengukuran terhadap koefisien refleksi Eigen. Koefisien re-

fleksi Eigen nilainya sebaiknya dibawah – 10 dB.

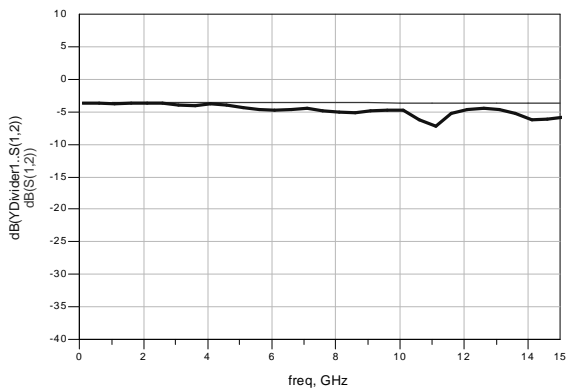


Gambar 4 Bentuk sambungan- Y



Gambar 5 Koefisien refleksi Eigen

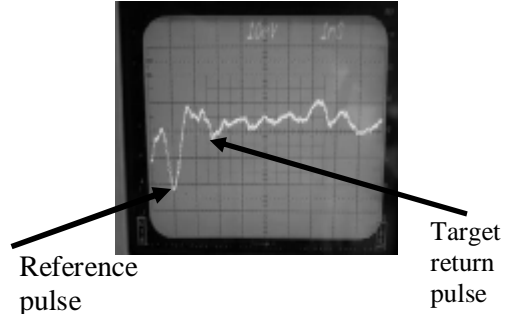
Dari hasil pengukuran didapatkan nilai koefisien refleksi dibawah –10 dB adalah terletak antara 5.33 GHz sampai dengan 10 GHz.



Gambar 6 Koefisien Transmisi

Parameter yang lain yang menunjukkan unjuk kerja sambungan-Y adalah Koefisien Transmisi. Koefisien transmisi berkisar pada nilai –3.5 dB menunjukkan bahwa sambungan-Y secara optimal menransmisikan dari satu lengan

ke lengan yang lain searah atau berlawanan arah dengan jarum jam. Dari hasil pengukuran didapatkan hasil nilai berkisar –3.5 dB adalah pada jangkauan frekuensi 0-4 GHz.



Gambar 7 Tampilan Radar UWB

Pada radar monostatic UWB, penerapan sambungan-Y ternyata tidak banyak mengubah karakteristik dari sinyal referensi maupun sinyal pantul. Keadaan ini memudahkan pendeteksian dari target. Bentuk pulsa sinyal referensi dan sinyal pantul seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 6. Dari tampilan sinyal referensi dan sinyal pantul dapat diketahui jarak target dengan menggunakan Persamaan 1.

PEMBAHASAN

Simulator ADS menghasilkan layout untuk frekuensi kerja 12 GHz. Pada frekuensi ini bisa menjangkau *bandwidth* sistem radar UWB yang beroperasi pada frekuensi 4,67 GHz (lebar pulsa ultra pendek sekitar 75 ps) dan untuk keperluan pengembangan sistem radar dimasa mendatang.

Pembagi sinyal sambungan-Y mempunyai nilai impedansi lengannya sebesar 50 Ω pada masing-masing lengannya yang mempunyai kinerja lebih baik dibandingkan dengan parameter-S yang memakai lengan dengan ukuran tidak sama. Line Calc sebagai alat bantu dipergunakan untuk menghitung panjang dan lebar mikro strip

Layout yang dihasilkan bernilai $2\lambda/4$ atau sama dengan saluran transmisi 12.934 mm dengan impedansi 50 Ohm masing-masing lengan.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan bahwa sambungan-Y telah dirancang, disimulasikan, serta direalisasikan serta dilakukan pengukuran, terjadi perbedaan nilai parameter, dikarenakan ketidaksempurnaan dalam proses pembuatannya dan adanya rugi-rugi didalam mikrostrip terhadap transisi koaksial, saluran pengumpan pada masing-masing terminal dan dispersi dalam mikrostrip.

Pada perancangan dan simulasi, isolasi sinyal berkisar dari 3.5 dB sampai 3.6 dB, sedangkan hasil pengukuran berkisar dari 3.5 dB sampai 5 dB dengan jangkauan frekuensi antara 0-10 GHz. Jangkauan frekuensi ini dikategorikan dalam Ultra Wide Band. Pengukuran koefisien refleksi Eigen dibawah hasil simulasi (berkisar -9.6 dB) dengan jangkauan frekuensi antara 0-10 GHz dikareakan oleh efek yang disebutkan diatas.

Bagaimanapun, hasil pengukuran dan hasil perkiraan menunjukkan hasil yang baik, alat hasil perancangan menunjukkan karakteristik yang baik dengan jangkauan frekuensi perancangan antara 0-10 GHz. Serta mampu mengirimkan pulsa radar UWB jenis monostatik.

DAFTAR RUJUKAN

- D.M. Pozar, 1998 *Microwave Engineering*. Massachuset. second Edition, John Wiley and Sons Inc.
- E. Khun. 1973. *A Mode-Matching Method for Solving Field Problems in Waveguide and Resonator Circuits*. *AEÜ*. 25, , pp 511-518.
- J.R Andrews. 2001 *Picosecond Pulse Generator for UWB Radars*. Picosecond Pulse Labs, Colorado, <http://www.picosecond.com>,
- L. Lewin, 1978 *Spurious Radiation from a Microstrip Y Junction*. *IEEE transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol. MTT-26, No.11. pp.893- 894.
- M.A Gonzales de Aza, J. Zapata, and J.A. Encinar. May 2000. *Broadband Cavity-Backed and Capacitively Probe Microstrip Patch Arrays*. *IEEE transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 48, No. 5. pp. 784-789.
- M. Tsuji, et.al., .1991. *Low-Loss Design Method for a Planar Dielectric-Waveguide Y Branch: Effect of A Taper of Serpentine Shape*," *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol. MTT-39, No.1, , pp.6-13.
- R.E. Collin, 1992. *Foundations for microwave Engineering*. second edition, Mc Graw- Hill International.
- R. Mehran. 1978. *Calculation of Microstrip Bends and Y-Junction with Arbitrary Angle*. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol. MTT-26, No. pp. 400-405.
- R. Jansen. 1975. *A Moment Method for Covered Microstrip Dispersion*. *AEÜ*. 25, , pp 17-20.
- R. Mehran, 1975. *The Frequency-Dependent Scattering Matrix of Microstrip Right-Angle Bends, T-Junction and Crossings*, *AEÜ*. 29, , pp 454-460.
- W. Menzel. 1978. *Frequency Dependent Transmission Properties of Microstrip Y-Junctions and 120° Bend*, *Microwaves, Optics and*