

RADIO PENCARI ARAH DENGAN TAMPILAN GRAFIS BERBASIS MIKROKONTROL

Samuel Kristiyana¹, Bagus M.R²

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak 28 Kompleks Balapan, Yogyakarta
Email: yanaista@akprind.ac.id

Abstrak

Teknologi komunikasi dua arah menggunakan frekuensi radio saat ini berkembang dengan pesat. Teknologi komunikasi tersebut digunakan dalam berbagai bidang kehidupan masyarakat baik umum komersil, militer maupun Search and Rescue (SAR). Frekuensi yang sama dan dipancarkan bersamaan dapat membuat komunikasi dua arah terganggu dan tidak maksimal. Radio Direction Finder telah digunakan sejak lama untuk mengatasi kelemahan komunikasi dua arah dan mencari pemancar pengganggu. Namun prinsip kerjanya masih menggunakan metode direct manual. Aplikasi pseudo-doppler dapat digunakan untuk menentukan arah pemancar frekuensi dengan menggunakan susunan empat-antena seperempat panjang gelombang. Susunan tersebut menggunakan sistem switching untuk mengaktifkan masing-masing antena. Arah pemancar yang dicari kemudian ditampilkan dalam bentuk grafis yang mudah dipahami.

Kata kunci: sinyal RF; doppler; direction finder

Pendahuluan

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang memiliki medan listrik dan medan magnet yang berosilasi dan merambat melewati ruang dan membawa energi dari satu tempat ke tempat yang lain. Medan listrik pada gelombang elektromagnetik tegak lurus terhadap medan magnetnya dan searah serta tegak lurus dengan arah rambat gelombang. (Kraus, 2002). Oleh karena itu gelombang elektromagnetik digolongkan kedalam gelombang transversal. Gelombang elektromagnetik ditemukan oleh seorang pakar fisika berkebangsaan Jerman bernama Heinrich Rudolf Hertz pada sekitar abad ke 18.

Gelombang tersebut dapat membawa informasi dengan cara memodulasikan gelombang pembawa dengan frekuensi tertentu yang dipancarkan oleh pemancar yang diterima oleh penerima sampai dengan jarak tertentu yang tergantung pada daya pemancar. (Collin, 2008). Untuk dapat memancarkan dan menerima suatu gelombang elektromagnetik diperlukan sebuah struktur yang berhubungan dengan daerah peralihan antara gelombang tegak terpandu dengan gelombang bebas yang berupa antena. Antena dapat didefinisikan sebagai struktur yang terkait dengan wilayah transisi antara gelombang terpandu dengan gelombang ruang bebas dan sebaliknya (Krauss, 1988).

Radio komunikasi dua-arah yang bekerja pada bidang VHF FM merupakan satu unit alat komunikasi (alkom) yang terpadu antara pemancar dan penerima menggunakan gelombang elektromagnetik sebagai transportasi informasi dengan media udara. Antena merupakan faktor yang penting dalam kelajuan komunikasi untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik dengan frekuensi tertentu. Namun dalam waktu yang bersamaan tidak dapat memancarkan dan sekaligus menerima sinyal. Pergantian antara proses memancarkan dan menerima harus dilakukan untuk dapat melakukan komunikasi.

Bila terjadi proses memancarkan dari dua atau lebih alat komunikasi akan menyebabkan penumpukan/peloncatan (*jump*) sinyal di satu frekuensi yang mengakibatkan tertutupnya informasi audio dalam komunikasi. Dalam hal ini yang akan terjadi adalah kesemrawutan pada suara *speaker* pada penerima dan dapat merusak sistem pemancar. Jika informasi audio menyangkut hal *emergency* yang sangat penting maka akan berdampak pada masalah keselamatan jiwa dan sosial. Maka diperlukan sistem pelacak sinyal yang handal, cepat, dan tepat untuk menentukan pencarian posisi pemancar pengganggu (Kristiyana, 2017).

Radio Pencari Arah sebagai solusi kebutuhan diatas secara umum terdiri dari bagian-bagian yang tidak dapat dipisahkan satu dengan lainnya. Dengan kata lain bagian-bagian tersebut saling mendukung.

Rangkaian pencari arah dibagi menjadi beberapa blok bagian utama, yaitu blok rangkaian sensor yang terdiri dari beberapa antena, blok rangkaian antena *switcher*, blok rangkaian pengontrol antena *switcher* dan blok rangkaian

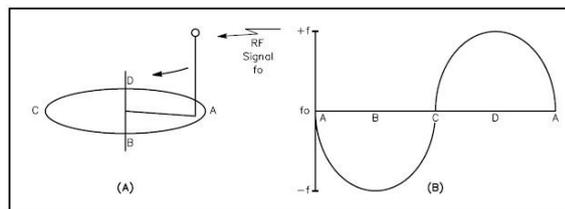
display. Pada gambar dibawah ditampilkan gambar blok pencari arah dengan mikrokontrol sebagai penontrol antena *switcher*.

Antena yang digunakan merupakan antena *omni directional* untuk membandingkan sinyal yang ditangkap oleh antena yang berpasangan antara depan dan belakang serta kiri dan kanan yang mudah digunakan dan sangat efektif dalam menemukan lokasi pemancar. Suatu metode lebih praktis, untuk mempersempit daerah pencarian, menggunakan antena empat elemen dengan panjang $1/4 \lambda$ atau $1/2 \lambda$, dan yang bekerja dengan prinsip Doppler.

Mikrokontrol mengatur sinyal antena *switcher* untuk mengaktifkan antena dengan waktu yang diinginkan. Mikrokontrol juga menghasilkan sinyal referensi sebagai pembanding dari sinyal audio dari penerima FM. Data arah kemudian ditampilkan pada PC dengan bantuan software doppler.

Pseudo Doppler

Efek doppler merupakan sebuah fenomena dimana frekuensi dari suatu sumber yang diterima oleh detektor mengalami perubahan akibat perubahan posisi atau pergerakan relatif detektor terhadap sumber frekuensi. *Pseudo-doppler direction finder* memanfaatkan fenomena tersebut untuk menentukan arah sumber sinyal transmisi. Sinyal yang diterima oleh antena yang bergerak mendekat sumber transmisi tampak berada pada frekuensi yang lebih tinggi dari transmisi aslinya. Sinyal yang diterima antena yang bergerak menjauhi sumber transmisi tampak berada pada frekuensi yang lebih rendah dari transmisi aslinya (mike Kossor, 1999).



Gambar 1. (A) putaran antena monopole, (B) pergeseran frekuensi doppler mike kossor

Antena penerima yang bergerak memutar pada lingkaran seperti pada gambar 1A. Diumpamakan antena berada pada posisi A, yang paling dekat dengan sumber transmisi. Frekuensi yang diterima pada titik A setara dengan sinyal yang ditransmisikan karena antena tidak bergerak mendekat ataupun menjauh sumber transmisi. Frekuensi sinyal yang diterima akan menurun saat antena bergerak dari titik A menuju titik B dan dari titik B ke titik C. Deviasi frekuensi maksimum muncul saat antena melewati titik B. Frekuensi sinyal yang diterima pada titik C adalah sama dengan sumber transmisi karena antena tidak bergerak mendekat ataupun menjauh sumber transmisi. Saat antena bergerak dari titik C ke titik D dan dari titik D ke titik A, frekuensi sinyal yang diterima meningkat. Deviasi frekuensi maksimum muncul kembali saat antena melewati titik D. Pergeseran frekuensi doppler sebagai fungsi rotasi antena diilustrasikan pada gambar 1B.

$$dF = \frac{\omega r f_c}{c} \tag{1}$$

Dimana :

dF = puncak perubahan frekuensi (pergeseran doppler dalam Hertz)

ω = kecepatan sudut rotasi dalam radian per detik ($2 \times \pi \times$ rotasi frekuensi)

r = Radius putaran antena (meter)

f_c = frekuensi sinyal transmisi (hertz)

C = kecepatan cahaya

Untuk menghitung seberapa cepat antena harus berputar untuk menghasilkan pergeseran frekuensi doppler yang diinginkan dapat dilakukan dengan persamaan berikut :

$$f_r = \frac{dF \times 1879.8}{R \times f_c} \tag{2}$$

Dimana :

f_r = frekuensi rotasi (Hertz)

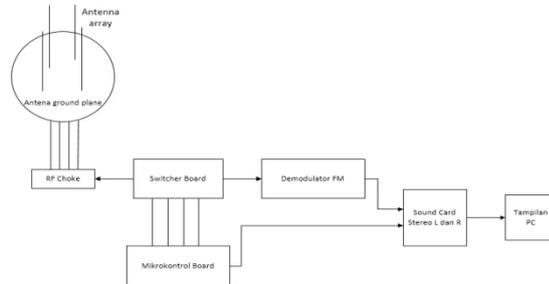
dF = pergeseran Doppler (Hertz)

R = Radius putaran antena (inci)

f_c = frekuensi carrier dari sinyal yang diterima (megahertz)

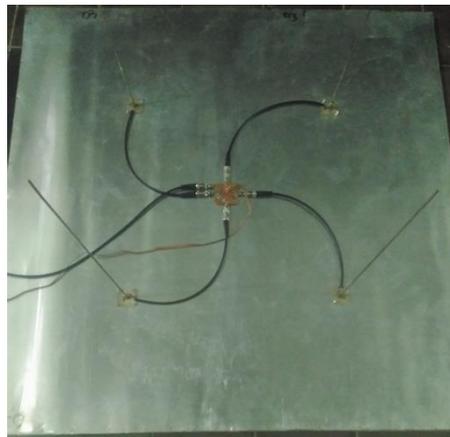
Metode

Blok diagram sistem Radio Pencarai Arah Frekuensi Dengan tampilan Grafis Berbasis Mikrokontrol ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram sistem

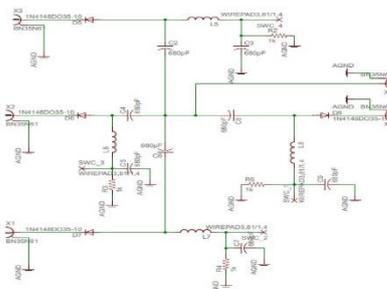
Dalam penelitian ini digunakan antenna *omnidirectional* $\frac{1}{4} \lambda$. Pemilihan jenis antenna mengacu pada frekuensi 146 MHz. Antena dibuat dari batang tembaga berdiameter 3mm dengan panjang 50,9 cm. Setelah itu antenna kemudian disolder dengan *spacer* sehingga dapat dipasang pada PCB yang berisi rangkaian antenna yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 1. Susunan antenna dengan plat aluminium

Antena yang digunakan berjumlah empat buah. Pada basis masing-masing antenna digabungkan rangkaian RF *Choke* yang terdiri dari dioda dan induktor. Di bawah antenna dipasang plat *groundplane* terbuat dari aluminium yang diintegrasikan dengan *grounding* alat maupun *ground system*. Fungsi dari *groundplane* adalah mengurangi penerimaan antenna dari gelombang pantul. Dengan memasang *groundplane* maka diharapkan antenna *monopole* menerima sinyal langsung pemancar.

Antenna switcher ditunjukkan pada Gambar 4 didasarkan pada desain rangkaian yang dikembangkan oleh Mike Kossor dengan penyesuaian. Prinsip kerja antenna switcher ini adalah menghidup-matikan susunan 4 antenna secara cepat bergantian sehingga menyerupai putaran antenna secara mekanis.



Gambar 4. Skematik rangkaian antenna switcher (Mike Kossor)

Antena 1 akan aktif ketika J1 pin 1 mendapat suplai +5 V. Arus mengalir melewati RF *choke*, L5, D11, D7 dan RF *choke* L1 menuju ground. Arus ini memberikan bias maju kepada dioda D11 dan D7 dan meningkatkan *junction capacitance*. *Junction capacitance* yang tinggi yang bermakna resistansi rendah memungkinkan RF sinyal yang ditangkap antena 1 untuk mengalir dengan mudah melewati D7, kabel coaxial 12 inci, D11, C49 dan menuju penerima FM. C49 adalah kapasitor blok untuk arus DC.

J1 pin 2, 3 dan 4 tetap pada 0 V dc saat antena 1 aktif. Tanpa bias maju, D8, D9 dan D10 memunculkan *junction capacitance* sangat rendah dan secara efektif mengisolasi antena 2, 3 dan 4 dari rangkaian dan juga ground. Demikian, D7 sampai D14 berfungsi sebagai RF switch. Komponen-komponen tersebut dianggap tertutup saat diberi bias maju dan terbuka tanpa bias maju.

Semua antena yang tidak teraktifkan terisolasi dari rangkaian dan *ground* rangkaian. *Grounding* terhadap antena-antena yang tidak teraktifkan dapat menghasilkan efek yang tidak diinginkan seperti menambah elemen antena parasitik, yang dapat menimbulkan distorsi indikator arah sinyal yang diterima.

Antena *switcher* dibuat dengan pengembangan dari desain Mike Kossor dengan menggunakan komponen-komponen analog. Desain ini telah disederhanakan menjadi bagian kontrol saja. Rangkaian ini telah diuji dari rangkaian dan menghasilkan frekuensi keluaran sebesar 586 MHz.

Setelah rangkaian antena kontrol diuji dan berfungsi dengan baik, rangkaian tersebut kemudian diganti dengan Arduino UNO (ATMEGA328P) untuk meningkatkan fleksibilitas sistem dan yang paling penting mengurangi kompleksitas. Pemilihan mikrokontrol arduino sebagai pengganti rangkaian kontrol antena dikarenakan arduino merupakan mikrokontrol *open source* yang umum digunakan dan pemrogramannya cukup mudah. Arduino mampu melakukan sinkronisasi waktu antara antenna switching dengan sinyal referensi 500 Hz untuk pemrosesan sinyal. Rangkaian kontrol antena berbasis arduino ini mampu menyediakan frekuensi referensi yang lebih stabil pada 500 Hz. Kode program arduino dari rangkaian ini terdapat pada lampiran. Kode program arduino untuk antena *switching* ini ditulis sedemikian sehingga memberikan pewaktuan yang konsisten untuk masing-masing antena sehingga dapat meminimalisir *error* pada saat pemilihan antena.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian alat *Radio Direction Finder* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software SoundDoppler* yang dikembangkan oleh Loedwijk Baars untuk melakukan analisis sinyal. *Software* ini mengimplementasikan *filtering* dan juga perbandingan frekuensi dari sistem doppler menggunakan *Digital Signal Processing* (DSP) dan mampu menghasilkan *display* grafis sederhana arah sinyal frekuensi yang dicari. Kontrol yang cukup sederhana juga disediakan program ini untuk mengkalibrasi sistem dan mensinkronisasi *switching* dan sinyal audionya. Program ini memerlukan sinyal referensi frekuensi untuk di-*input*-kan pada *left channel* dari input audio komputer. Sedangkan *right channel* digunakan untuk meng-*input*-kan sinyal yang diterima dari penerima FM (FM receiver). Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan *soundcard external*. Dalam penelitian ini digunakan *soundcard* Behringer UCA 202. Sinyal referensi frekuensi dari keluaran arduino masuk pada port *left channel soundcard* behringer UCA 202 dan sinyal keluaran audio dari penerima FM (Baofeng UV5) masuk pada port *right channel*. Kelengkapan peralatan sistem ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kelengkapan peralatan sistem

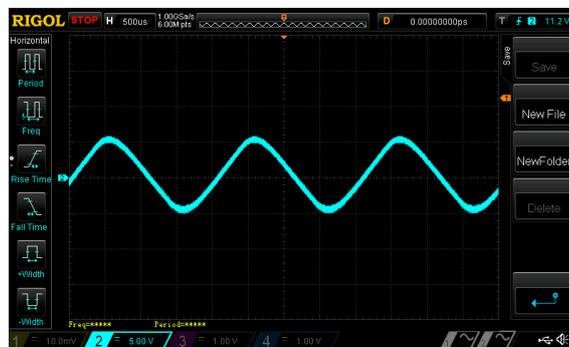
Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknologi Komunikasi IST AKPRIND. Gambar 6 menunjukkan sinyal yang dihasilkan oleh arduino sebagai pengontrol antena *switching*. Tiap sinyal menunjukkan *delay* masing-masing yang tepat sehingga menjamin bahwa hanya ada satu antena yang ON setiap waktu.



Gambar 6. Sinyal kontrol empat antenna

Dari pengujian dapat dilihat bahwa arduino menghasilkan *clock* berbentuk gelombang kotak dengan periode 2 ms. Sedangkan frekuensi yang terukur sebesar 500 Hz.

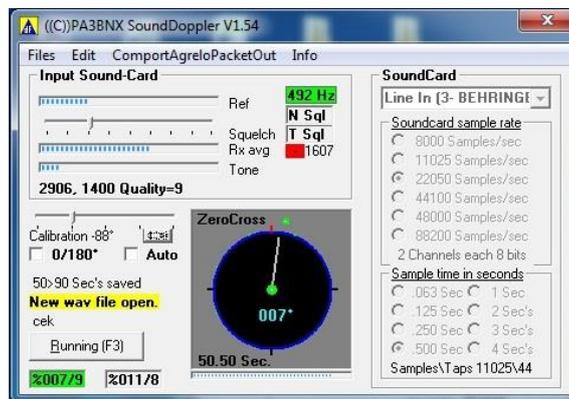
Sinyal referensi terlihat pada Gambar 7 diuji digunakan sebagai pembanding sinyal audio dari penerima FM dengan menggunakan *Handy Tranceiver* (HT).



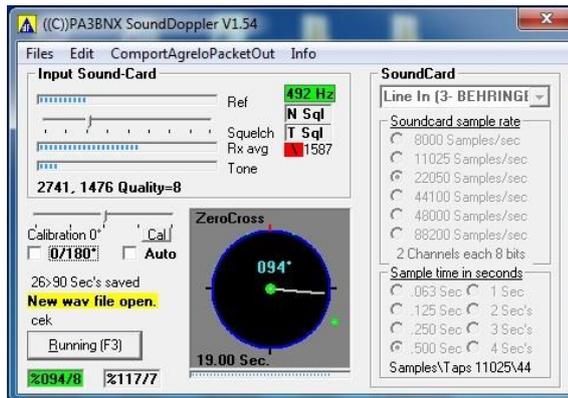
Gambar 7. Sinyal referensi

Dari gambar 7 terlihat bahwa sinyal referensi memiliki tegangan sebesar 5 volt dan frekuensi 500 Hz. Frekuensi tersebut sesuai dengan kebutuhan pencari arah.

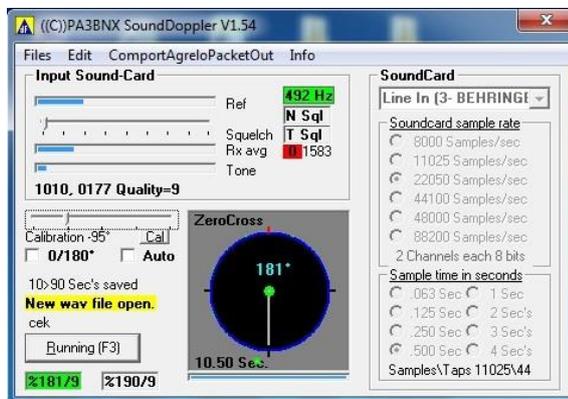
Pengujian arah ini dilakukan dengan menggunakan *Handy Tranceiver* Icom IC-V80 sebagai pemancar dan Baofeng UV-82 sebagai penerima FM. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknologi Komunikasi Institut Sains & Teknologi AKPRIND. Pengujian dilakukan pada arah arah 0°, 90°, 180° dan 270° relatif terhadap antenna. Tampilan pengujian arah ini didapatkan hasil sebagai berikut :



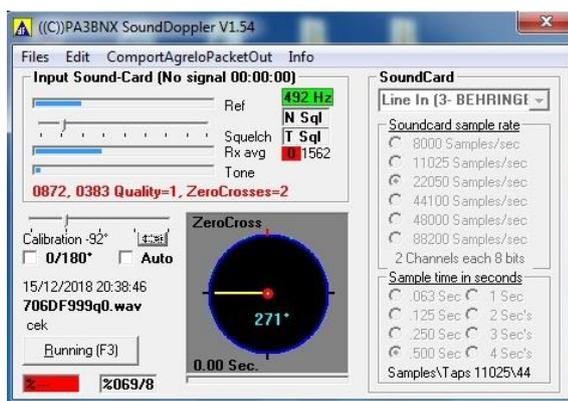
Gambar 8. Tampilan arah 0°



Gambar 9. Tampilan arah 90°



Gambar 10. Tampilan arah 180°



Gambar 11. Tampilan arah 270°

Tabel 1. Hasil pengujian

No.	Sudut diuji	Sudut tertampil	Selisih	Error
1.	0°	1°	1°	0,55%
2.	0°	7°	7°	3,88%
3.	0°	8°	8°	4,44%
4.	90°	88°	2°	1,11%
5.	90°	90°	0°	0%

No.	Sudut diuji	Sudut tertampil	Selisih	Error
6.	90°	94°	4°	2,22%
7.	180°	181°	1°	0,55%
8.	180°	186°	6°	3,33%
9.	180°	187°	7°	3,88%
10.	270°	271°	1°	0,55%
11.	270°	272°	2°	1,11%
12.	270°	266°	4°	3,33%
Total Error				24,95%
Rata-rata Error				2,07%

Kesimpulan

Metode doppler yang diaplikasikan pada Radio Pencari Arah dengan Tampilan Grafis Berbasis Mikrokontrol dapat digunakan untuk menentukan arah datangnya sinyal frekuensi dari sumber pemancar, berdasarkan pada pengujian terhadap *clock* mikrokontrol yang mampu menghasilkan periode sebesar 2 ms dan menyediakan frekuensi referensi yang lebih stabil sebesar 500 Hz, Pengujian sinyal referensi yang menghasilkan frekuensi seperti yang diharapkan sebesar 500 Hz, dan pengujian arah yang menghasilkan eror rata-rata sebesar 2,07%.

Tampilan Grafik hasil penentuan arah datangnya sinyal berupa grafik radar melingkar diikuti angka desimal arahnya secara *real time*.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih atas segala dukungan Laboratorium Teknologi Komunikasi Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Collin, R. (1985). *Antennas And Radiowave Propagation*, Amazon, Mc. Graw Hill.
- Kossor, M. (1999). A Doppler Radio-Direction Finder (Part 1). *Qst*, 5289(May), 35–40. Retrieved from http://www.avia-rc.ru/a_doppler_radio-direction_part_1.pdf
- Kraus, J. D., & Marhefka, R. J. (2015). *Antennas: for all applications, third edition - Solution Manual*.
- Kristiyana, S., Susanto, A., & Hidayat, R. (2017). The Radio Frequency Source Position Finder Based on The, *I(1)*, 2–7.
- Kristiyana. (2010). analisa kepadatan frekuensi radio menggunakan metode surfer. *kopertis wilayah V*, Yogyakarta.
- Kristiyana. (2017). Pelacakan Posisi Sumber Sinyal Frekuensi Radio Berbasis Efek Doppler dan Metode Multi-Triangulasi. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Moell, J. (1994). *Antenna Roanoke Doppler*. ARRL Hand Book.
- Mulyadi, S., & Hazmi, A. (2014). Deteksi lokasi petir dengan metode Magnetic Direction Finder. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*.
- Palantei, E. (2008). *Switched Parasitic Smart Antenna : Design and Implementation for Wireless Communication Systems*, (May).
- Sakamoto, Y. (2011). doppler positioning with a moveable receiver antenna and a single pseudolite for indoor localization. on *advanced intelligent mechatronics (AIM)*, *IEEE/ASME international conference*.
- Stieber, M. C. E. (2012). Radio Direction Finding Network Receiver Design for Low-Cost Public Service Applications. *Jurnal Research Of University Of California*, 2(December), 1–82. <https://doi.org/10.9790/4861-17002036168>
- Wallace, M. A. (1992). HF radio in southwest asia. *IEEE common Mag*, vol. 30, no Jan, p. 58-61.