

TESIS

**SISTEM PENCARI ARAH DAN PENENTUAN LOKASI
PERANGKAT TELEKOMUNIKASI *RADIO LOCAL AREA*
NETWORK YANG BEKERJA PADA PITA FREKUENSI
U-NII-2-EXTENDED**

*Direction Finding and Location Determination System for Radio Local
Area Network Telecommunication Devices Operated on the U-NII-2-
Extended Frequency Band*

ZASLI AFANDI BAHARUDDIN

D032211013



**PROGRAM STUDI MAGISTER
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

TESIS**SISTEM PENCARI ARAH DAN PENENTUAN LOKASI
PERANGKAT TELEKOMUNIKASI *RADIO LOCAL AREA*
NETWORK YANG BEKERJA PADA PITA FREKUENSI
U-NII-2-EXTENDED**

*Direction Finding and Location Determination System for Radio Local
Area Network Telecommunication Devices Operated on the U-NII-2-
Extended Frequency Band*

ZASLI AFANDI BAHARUDDIN**D032211013**

**PROGRAM STUDI MAGISTER
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

PENGAJUAN TESIS

**SISTEM PENCARI ARAH DAN PENENTUAN LOKASI
PERANGKAT TELEKOMUNIKASI RADIO LOCAL AREA
NETWORK YANG BEKERJA PADA PITA FREKUENSI
U-NII-2-EXTENDED**

Tesis
Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister
Program Studi Teknik Elektro

Disusun dan diajukan oleh

**ZASLI AFANDI BAHARUDDIN
D032211013**

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2023**

TESIS

SISTEM PENCARI ARAH DAN PENENTUAN LOKASI PERANGKAT TELEKOMUNIKASI *RADIO LOCAL AREA NETWORK* YANG BEKERJA PADA PITA FREKUENSI U-NII-2-EXTENDED

**ZASLI AFANDI BAHARUDDIN
D032211013**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin
pada tanggal 25 Agustus 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Elyas Palantei, S.T., M.Eng., PhD
NIP. 19690201 199412 1 001

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. Eng. Intan Sari Areni, ST., MT
NIP. 19750203 200012 2 002

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T, IPM
NIP. 19730926 200012 1 002

Ketua Program Studi
S2 Teknik Elektro



Dr. Eng. Ir. Wardi, S.T., M.Eng
NIP. 19720828 199903 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Zasli Afandi Baharuddin

Nomor mahasiswa : D032211013

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan ini menyatakan bahwa tesis yang berjudul Sistem Pencari Arah dan Penentuan Lokasi Perangkat Telekomunikasi Radio Local Area Network yang Bekerja pada Pita Frekuensi U-NII-2-Extended adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Elyas Palantei, ST., M.Eng., PhD dan Prof. Dr. Eng. Intan Sari Areni, ST., MT). Karya ilmiah ini belum dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Prosiding (2022 6th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE), Halaman : 723-728, dan DOI : 10.1109/ICITISEE57756.2022.10057635) sebagai artikel dengan judul “An Electronically Steerable Antenna Designed for Accurate DoA Determination of U-NII-2-Extended WLAN Devices”.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dan karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa 16 Agustus 2023

Yang menyatakan



Zasli Afandi Baharuddin

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas rahmatnya sehingga tesis ini dapat diselesaikan.

Interferensi yang dialami Terminal Doppler Weather Radar yang disebabkan oleh pancaran perangkat telekomunikasi Radio Local Area Network pada pita frekuensi U-NII-2-Extended yang perlu diketahui lokasi sumber pancarannya menjadi mendorong penulis melakukan penelitian ini.

Perwujudan gagasan menjadi hasil penelitian berupa tesis ini berkat doa, bimbingan, dan motivasi, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu dengan penuh kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibunda tercinta penulis Siti Fatimah Laogi yang selalu mendoakan, memberikan dukungan yang tidak terbatas kepada penulis,
2. Istri tercinta, Andi Anugrah Ifayanti Dini beserta ananda Afifah Zahidah Zasli, Muhammad Hanif Zasli dan Aisyah Humairah Zasli yang selalu mendoakan dan mendukung penulis,
3. Saudaraku yang kucintai yang telah memberikan dukungan dalam penelitian ini,
4. Bapak Elyas Palantei, ST., M.Eng, PhD dan Ibu Prof. Dr. Eng. Intan Sari Areni, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu dan bimbingan dan dorongan dalam penelitian ini,
5. Ibu Dr.Eng.Ir. Dewiani, M.T., Bapak Dr. Amil Ahmad Ilham, S.T., M.IT., Ibu Merna Baharuddin, ST., M.Tel.Eng., PhD yang telah memberikan masukan dan saran selama proses penelitian berlangsung,
6. Kepala Laboratorium Telekomunikasi Radio dan Gelombang Pendek, Kepala Kepala Laboratorium Antena dan Propagasi dan para peneliti dan asisten di laboratorium tersebut yang telah memberikan bantuan dalam penelitian ini,
7. Kepala Loka Monitor Spektrum Frekuensi Radio Gorontalo, Kepala Balai Monitor Kelas I Spektrum Frekuensi Radio Makassar, Kepala Balai Monitor Kelas II Spektrum Frekuensi Radio Palu, dan Kepala Badan Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian

Komunikasi dan Informatika beserta seluruh rekan kerja dan staf yang atas bantuan dan dukungan kepada peneliti selama mengikuti pendidikan di Universitas Hasanuddin,

8. Rekan-rekan mahasiswa Program Magister Teknik Elektro angkatan 2021. Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala memberikan balasan yang lebih baik.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini dapat memberikan kontribusi positif dan bermanfaat dalam pemahaman dan pengembangan sistem pencari arah. Penulis juga menyadari bahwa penelitian ini tidak sempurna, oleh karena itu masukan dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

ABSTRAK

ZASLI AFANDI BAHARUDDIN. *Sistem Pencari Arah dan Penentuan Lokasi Perangkat Telekomunikasi Radio Local Area Network yang Bekerja pada Pita Frekuensi U-NII-2-Extended* (dibimbing oleh **Elyas Palantei, Intan Sari Areni**)

Penggunaan perangkat telekomunikasi *Radio Local Area Network* (RLAN) yang semakin padat seiring dengan meningkatnya penggunaan internet mendorong penggunaan yang tidak sesuai ketentuan sehingga mengakibatkan interferensi yang merugikan pada *Terminal Doppler Weather Radar* (TDWR). Oleh sebab itu, diperlukan upaya untuk mengeliminasi interferensi yang merugikan, diawali dengan pencarian arah dan penentuan sumber lokasi pancaran. Sistem pencari arah berdasarkan amplitudo sinyal dibangun dengan menggunakan antena cerdas 9 elemen *circular monopole* dimana 8 elemen pasifnya dapat dikonfigurasi dengan menggunakan *switch Single Pole Double Throw* (SPDT). Kombinasi switch elemen pasif dikonfigurasi agar memiliki kemampuan untuk menghasilkan pola radiasi untuk pencari arah. *Beam steering* dilakukan dengan menggeser logika tegangan input *switch*. Antena hasil fabrikasi menunjukkan kinerja yang baik meliputi nilai S11 dan VSWR yang sesuai kriteria serta bandwidth antena yang mencapai 2,540 GHz. Akan tetapi gain yang diperoleh hanya maksimal mencapai 1,26 dBi pada kombinasi masing-masing 4 elemen yang di-*short* dan *open*. Perkiraan *Direction of Arrival* (DoA) dilakukan dengan menggunakan algoritma *Power Pattern Cross Correlation* (PPCC). Implementasi algoritma ini pada titik stasioner menghasilkan *Root Mean Square Error* (RMSE) yang tinggi dibandingkan dengan pengukuran secara bergerak karena pengaruh multipath yang lebih rendah pada pengukuran secara bergerak. Perkiraan DoA pada pengukuran secara bergerak menunjukkan arah sumber pancaran di sekitar lokasi sumber pancaran dengan RMSE 35,425. Prototipe antena cerdas dapat menerima sinyal dari sumber pancaran dalam radius pengukuran kurang dari 590 meter dengan koordinat lokasi sumber pancaran hasil perhitungan yang diperoleh berjarak 34,93 meter dari lokasi pemancar berada.

Kata kunci : Pencari arah, penentuan lokasi, *Radio Local Area Network* (RLAN), sistem antena cerdas, *Power Pattern Cross Correlation* (PPCC).

ABSTRACT

ZASLI AFANDI BAHARUDDIN. *Direction Finding and Location Determination System for Radio Local Area Network Telecommunication Devices Operated on the U-NII-2-Extended Frequency Band* (supervised by **Elyas Palantei, Intan Sari Areni**)

The increasing utilization of Radio Local Area Network (RLAN) telecommunication devices in line with the growing internet usage has led to unauthorized deployments, resulting in detrimental interference to the Terminal Doppler Weather Radar (TDWR). Therefore, efforts are needed to mitigate the harmful interference, starting with direction finding and determining the source location of the transmissions. A direction-finding system based on signal amplitude is constructed using a 9-element circular monopole smart antenna, where 8 passive elements can be configured using single pole double throw (SPDT) switches. The combinations of switch configurations are designed to enable radiation pattern generation for direction finding. Beam steering is achieved by manipulating the input voltage logic of the switches. The fabricated antenna exhibits good performance, including suitable values for S11 and VSWR according to criteria, and an antenna bandwidth reaching 2.540 GHz. However, the obtained gain reaches a maximum of only 1.26 dBi with specific combinations of 4 elements being shorted or open. The estimation of Direction of Arrival (DoA) is conducted using the Power Pattern Cross Correlation (PPCC) algorithm. The implementation of this algorithm under stationary conditions yields higher Root Mean Square Error (RMSE) compared to measurements in a mobile measurement due to the lower influence of multipath in mobile measurements. The estimated DoA under mobile measurement condition, indicates the direction of the transmission source around the vicinity of the source location, with an RMSE of 35.425. The smart antenna prototype is capable of receiving signals from a transmitting source within a measurement radius of less than 590 meters, with the calculated coordinates of the transmitting source located at a distance of 34.93 meters from the transmitter location.

Keywords : Direction finding, location determination, Radio Local Area Network (RLAN), smart antenna system, Power Pattern Cross Correlation (PPCC)

DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
HALAMAN JUDUL	i
PENGAJUAN TESIS.....	ii
PERSETUJUAN TESIS	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Batasan Masalah.....	7
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Landasan Teori.....	10
2.1.1 Antena.....	10
2.1.2 Metode Pencarian Arah Stasiun Radio	15
2.1.3 Alokasi Frekuensi Radio Perangkat Telekomunikasi RLAN	20
2.1.4 Interferensi yang Merugikan pada Perangkat Radar Cuaca TDWR.....	22
2.2 Penelitian Terkait	25