



POLITEKNIK NEGERI INDRAMAYU

VOLUME 9, NOMOR 1, MARET 2023

JURNAL TEKNOLOGI TERAPAN

ISSN : 2477-3506

JTT

The background of the bottom half of the cover features a detailed, blue-tinted illustration of interlocking gears and mechanical components, creating a sense of industrial technology.

JURNAL TEKNOLOGI TERAPAN

Politeknik Negeri Indramayu

Volume 9, Nomor 1, Maret 2023

Penanggung Jawab:

Agus Sifa, S.Pd., M.Sc., M.T. (Politeknik Negeri Indramayu)

Editor:

Adi Suheryadi, S.ST., M.Kom. (Politeknik Negeri Indramayu)

Nur Budi Nugraha, M.Kom. (Politeknik Negeri Indramayu)

Fauzan Amri, S.Si., M.T. (Politeknik Negeri Indramayu)

Mohammad Azwar Amat, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Indramayu)

Muhammad Luthfi, S.Si., M.Sc. (Politeknik Negeri Indramayu)

Wardika, S.ST., M.Eng. (Politeknik Negeri Indramayu)

Nurohmat, S.KM., M.H. (Politeknik Negeri Indramayu)

Dr. Septafiansyah Dwi Putra (Politeknik Negeri Lampung)

Mitra Bestari:

Dr. Ir. Haryadi, M.T. (Politeknik Negeri Bandung)

Drs. Parno Rahardjo, M.Pd., M. Sc., Ph.D (Politeknik Negeri Bandung)

Rofan Aziz, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Indramayu)

Tito Endramawan, S.Pd., M.Eng. (Politeknik Negeri Indramayu)

I Dewa Made Cipta Santosa, S.T., M.Sc. Ph.D. (Politeknik Negeri Bali)

Ari Sriyanto Nugroho, S.T., M.T., M.Sc. (Politeknik Negeri Semarang)

I Putu Agus Eka Pratama, S.T., M.T. (Universitas Udayana)

Syah Alam, M.T. (Universitas Trisakti)

Munengsih Sari Bunga, S.Kom., M.Eng. (Politeknik Negeri Indramayu)

Iryanto, S.Si., M.Si. (Politeknik Negeri Indramayu)

Fauzun, S.T., M.T., Ph.D. (Universitas Gadjah Mada)

Dr. Eng. Sidiq Samsul Hidayat, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Semarang)

Felix Dionisius, S.T., M.T. (Politeknik Negeri Indramayu)

Sekretariat:

Icha Syahrotul Anam, S.TP., M.Sc.

Pengelola Web OJS:

Tantowi Yahya Yogas Tamara, A.Md.

Desain grafis dan Staf IT:

Moh. Ali Fikri, S.Kom., M.Kom.

Fauzan Ishlakhuddin, S.Kom., M.Cs.

Alamat Redaksi

Jalan Raya Lohbener Lama Nomor 08 Lohbener – Indramayu 45252
Telepon / Faksimile : (0234) 5746464, <http://www.jurnal.polindra.ac.id>
E-mail: jtt@polindra.ac.id

JURNAL TEKNOLOGI TERAPAN

Politeknik Negeri Indramayu

Volume 9, Nomor 1, Maret 2023

DAFTAR ISI

Audit Energi pada Bangunan Gedung – Studi Kasus pada Gedung Perkantoran	Chalidia Nurin Hamdani, Astrie Kusuma Dewi, Aseptia Surya Wardhana, Primaldi Anugrah Utama, Radityo Cahyo Yudanto, C.F. Pradana Swandaru	Hal. 1 - 8
Perancangan 3D Printing Cartesian Berbasis Fused Deposition Modelling dengan Ukuran 200 X 200 X 200 mm	Herman Budi Harja, Erfin Erfiansyah, Novi Saksono, Risky Ayu Febriansyah, Mohammad Fauzi	Hal. 9 - 16
Studi Distribusi Udara Pendingin Reefer Container Ikan pada Kereta Api menggunakan CFD	Cynthia Cahya Aditama, Alfi Tranggono Agus Salim, Rahayu Mekar Bisono, Luthfi Hakim, Sabdonu Abdi Sucipto, Firdausa Retnaning Restu	Hal. 17 - 25
Rancang Bangun Antena Monopole Mikrostrip menggunakan Defected Ground Structure Bentuk Persegi untuk Optimasi Bandwidth pada Aplikasi Komunikasi Ultra-Wideband Penerapan <i>Failover Network</i> Menggunakan Jaringan VPN dan Jaringan <i>Wireless Point-to-Point</i> pada <i>Distance Building</i> di PT. Titipan Kilat Riau	M Darsono, Kafriyanti	Hal. 26 - 34
	Afdhil Hafid, Harun Mukhtar, Dani Harlian	Hal. 35 - 43

Perancangan Instrumen Alat Ukur Wattmeter Digital Berbasis Arduino Nano dan Sensor PZEM-004T	Fauzan Amri, Indra Fitriyanto, Tri Haryanti, Icha Fatwasauri, Jauharotul Maknunah	Hal. 44 - 51
Studi Kinerja Handheld Portable 3D Scanner dalam Pengukuran Diameter dan Kedalaman Lubang pada Spesimen Logam	Anang Wahyu Setiawan, Muslimin, Ghany Heryana	Hal. 52 - 62
Implementasi Metode Spiral pada Pengembangan Aplikasi Simpan Pinjam Berbasis Android	Muhammad Alda	Hal. 63 - 74
Pengaruh Variasi Kapasitas Pemanas Terhadap Kondisi Suhu dan Kelembaban serta Durasi Pemanasan pada <i>Screenhouse</i> Berbasis <i>Evaporative Cooling System</i>	Wirenda Sekar Ayu, Muhamad Anda Falahuddin, Windy Hermawan Mitrakusuma, Dian Anggraeni	Hal. 75 - 83
Analisis Potensi Sumber Energi Angin di Desa Siman Kabupaten Lamongan: Estimasi menggunakan Pemodelan Sistem Turbin Angin	Jauharotul Maknunah, Yussi Anggraini, Ahmad Husni Mubarak, Siti Duratun Nasiqiati Rosady, Eli Novita Sari	Hal. 84 - 91

JURNAL TEKNOLOGI TERAPAN

Politeknik Negeri Indramayu

Volume 9, Nomor 1, Maret 2023

EDITORIAL

Teknologi terapan merupakan teknologi yang fungsinya untuk menjembatani teknologi-teknologi hasil riset yang telah dibuat oleh para peneliti sehingga bisa diterapkan pada kehidupan sehari-hari. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini, membuat industri berlomba-lomba menggunakan teknologi dalam produksinya, oleh karena itu dibutuhkan riset dan teknologi terapan yang dapat memberikan nilai tambah (*added value*) bagi industri. Agar riset dan teknologi terus berkembang maka diperlukan sinergi yang baik antara peneliti dan praktisi (industri) untuk dapat menghasilkan teknologi yang tepat guna.

Jurnal Teknologi Terapan (JTT) adalah media ilmiah yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Indramayu, yang dikelola oleh dewan redaksi yang terdiri dari para pakar yang berasal dari berbagai perguruan tinggi di Indonesia. JTT yang direncanakan terbit Bulan Maret dan September setiap tahunnya merupakan wadah bagi para peneliti dan praktisi untuk berbagi hasil riset terapan dalam bidang teknik mesin, teknik pendingin dan tata udara, dan teknik informatika.

Setiap artikel ilmiah yang dimuat JTT Polindra telah diseleksi oleh dewan redaksi dan telah melewati tahap review oleh *peer reviewer* (mitra bestari) yang kompeten dibidangnya.

Kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam jurnal ini, kepada para pembaca diharapkan memberikan masukan berupa saran maupun kritik membangun sehingga kami dapat memperbaiki pada edisi berikutnya. Kami berharap jurnal ini dapat bermanfaat bagi pengembangan teknologi terapan di Indonesia.

Indramayu, Maret 2023

Redaksi

RANCANG BANGUN ANTENA *MONOPOLE* MIKROSTRIP MENGGUNAKAN *DEFECTED GROUND STRUCTURE* BENTUK PERSEGI UNTUK OPTIMASI BANDWIDTH PADA APLIKASI KOMUNIKASI *ULTRA-WIDEBAND*

M. Darsono¹, Kafriyanti²

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada, Jakarta

²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada, Jakarta

Email: ¹emdarunsanda@gmail.com , ²kafriyantipr98@gmail.com

Abstrak

Pengembangan teknologi UWB sangat membantu guna mendukung akses data kecepatan tinggi. UWB menawarkan sebuah solusi untuk kapasitas besar bagi *bandwidth* yang luas. Rentang frekuensi untuk sistem UWB antara 3.1GHz–10.6 GHz akan menyebabkan interferensi ke sistem komunikasi nirkabel melalui jaringan area lokal nirkabel (WLAN) untuk IEEE 802.11a yang beroperasi di 5.15GHz–5,35 GHz dan 5,725GHz–5,825 GHz. Tujuan penelitian memperoleh rancang bangun antenna mikrostrip printed *monopole patch* persegi panjang dan sebuah celah dengan menggunakan teknik *Defected Ground Structure* (DGS) agar diperoleh optimasi *bandwidth* pada spektrum UWB. Untuk implementasi rancang bangun antenna digunakan metode simulasi dengan dukungan jenis material substrat RT/ Duroid. Realisasi rancangan dengan hasil prototip antenna hasil pabrikasi dengan ukuran minimalis. Hasil simulasi dan pengukuran terhadap parameter bandwidth UWB Absolut pada return loss < -10 dB (VSWR<2) nilai pengukuran lebih sempit 600MHz dari simulasi dan untuk bandwidth fractional nilai pengukuran lebih sempit 0,21%. Resonansi di frekuensi 5,2GHz menghasilkan polarisasi dengan nilai gain 3,29dBi, omnidirectional dan polarisasi vertikal. Sebagai prototip antenna mendukung untuk aplikasi perangkat komunikasi nirkabel akses indoor yang bersifat low profil, kompak dengan dimensi minimalis.

Secara dimensi hasil rancangan antenna *monopole* memiliki ukuran 35 mm x 30 mm, low profil dan kompak.

Kata Kunci: *Antena, Bandwidth, Monopole, Simulasi, Ultra-Wideband*

Abstract

The development of UWB technology is very helpful in supporting high-speed data access. UWB offers a solution for large capacity for wide bandwidth. The frequency range for UWB systems between 3.1–10.6GHz will cause interference to wireless communication systems via wireless local area networks (WLANs) for IEEE 802.11a operating at 5.15–5.35GHz and 5.725–5.825GHz. This research aims to obtain a design of a rectangular printed monopole patch microstrip antenna and a slit using the Defected Ground Structure (DGS) technique to obtain bandwidth optimization on the UWB spectrum. For the implementation of the antenna design, the simulation method is used with the support of the RT/ Duroid substrate material. Realization of the design with the results of a manufactured antenna prototype with a minimalist size. The simulation and measurement results of the Absolute UWB bandwidth parameter at return loss < -10 dB (VSWR <2) the measurement value is 600MHz narrower than the simulation and for fractional bandwidth the measurement value is narrower by 0.21%. Resonance at the 5.2GHz frequency produces polarization with a gain value of 3.29dBi, omnidirectional and vertical polarization. As a prototype antenna to support the application of indoor wireless access communication devices that are low profile, compact with minimalist dimensions.

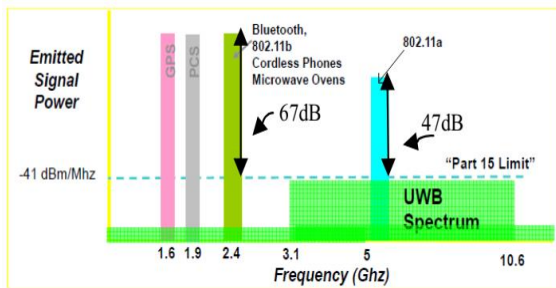
Keywords: *Antenna, Bandwidth, Monopole, Simulation, Ultra-Wideband*

I. PENDAHULUAN

Pada tahun 2002 perubahan tentang pengaturan regulasi pemakaian spektrum *Ultra-*

Wideband (UWB) oleh *Forum Communication Commission* (FCC) di USA (“Federal Communications Commission” 2002), tentang penggunaan spektrum frekuensi untuk

kepentingan komersial atau industri. Keputusan FCC ini memungkinkan perangkat komunikasi UWB beroperasi pada daya rendah (-41.3 dBm/MHz) dalam spektrum tanpa izin (*unlicensed*) pada frekuensi 3,1 GHz -10,6 GHz seperti yang terlihat pada gambar 1(Sarkar et al. 2018).



Gambar 1. Spektrum sistem *Ultra Wide-band*(Sarkar et al. 2018).

Keberadaan fitur unik dari teknologi UWB memperlihatkan keleluasaan atau lebar *bandwidth* sistem terhadap penggunaan aplikasi seperti: radar, sensor, komunikasi, geo-lokasi dan GPS(Sarkar et al. 2018). Penggunaan spektrum frekuensi UWB sangat mendukung tersedianya layanan jaringan nirkabel memungkinkan layanan koneksi sistem komunikasi nirkabel, seperti: *WiMAX* (3,3–3,7 GHz) dan *WLAN* (5,15–5,875 GHz), dan *downlink* sistem satelit X-band (7,25-7,85 GHz), dll (Aldaheri et al. 2021)(Wang et al. 2014).

Ada sejumlah teknik yang telah dilaporkan untuk meningkatkan parameter antenna mikrostrip konvensional, yaitu menggunakan teknik *stacking*, *feeding* yang berbeda, *Frequency Selective Surfaces* (FSS), *Electromagnetic Band Gap* (EBG), *Photonic Band Gap* (PBG), Metamaterial, dan sebagainya. Untuk komponen gelombang mikro dengan *Defected Ground Structure* (DGS) telah mendapatkan popularitas di antara semua teknik yang dilaporkan guna meningkatkan parameter karena desain struktur yang sederhana (Khandelwal, Kanaujia, and Kumar 2017). Beberapa bentuk celah pada pe-radiasi yang digunakan untuk peningkatan *bandwidth*, seperti: celah bentuk huruf W, celah bentuk huruf L, celah bentuk huruf T, celah bentuk E dll(Balani et al. 2021). Hasil tersebut paling menonjol terhadap *bandwidth* menonjol adalah celah persegi pada bidang *ground* (A. Kumar and Machavaram 2013). Untuk bentuk ukuran yang lebih kecil dari antenna UWB dengan bidang lekukan dapat mengurangi terhadap ukuran

sampai 15% dibanding antenna serupa sebelumnya. Antenna *monopole* struktur planar dengan teknik *Defected Ground Structure* (DGS) (Bhanumathi and Swathi 2019).

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat rancang bangun antenna mikrostrip *monopole* dengan optimasi *bandwidth* menggunakan teknik DGS bentuk persegi pada spektrum frekuensi teknologi *Ultra-Wideband* (3,1 GHz - 10,6 GHz). Sebuah prototip hasil rancang bangun antenna yang mendukung aplikasi komunikasi nirkabel *indoor* IEEE 802.11a pada frekuensi 5,2GHz.

Metodologi dilakukan secara kualitatif terhadap pemodelan yang berpengaruh terhadap nilai parameter dasar antenna dan sistem komunikasi. Analisa melalui perhitungan nilai yang diperoleh hasil metode yang digunakan untuk menentukan validasi dari metode simulasi dan pengukuran.

Sebuah prototip antenna minimalis bersifat *omnidirectional* dengan kemampuan frekuensi kerja yang lebar dapat mendukung untuk layanan transmisi data kecepatan tinggi. *Bandwidth* atau lebar pita yang luas mendorong bagi pengembangan dan pemanfaatan komunikasi nirkabel secara tanpa ijin regulasi. Sehingga mendorong penggunaan teknologi *Ultra-Wideband* semakin luas dalam bidang komunikasi wireless masa depan.

II. METODE

Struktur *planar monopole* hadir sangat menarik dari sisi fitur fisik, seperti: profil rendah, ukuran kecil dan biaya rendah. Daya tarik dari konsep tersebut menjadi alasan bagi pengembangan lebih lanjut guna beragam inovasi serta dan fungsi antenna pada aplikasi UWB (Khandelwal, Kanaujia, and Kumar 2017).

Untuk aplikasi perangkat nirkabel portabel, antenna *monopole* UWB yang dicetak lebih populer karena integrasinya yang lebih mudah daripada antenna *monopole* UWB planar. Agar menjangkau kinerja lebar pita frekuensi ultra, maka diperlukan berbagai teknik dengan membuat ruang bidang *ground* terbatas (Martínez-Lozano et al. 2021). Struktur dari rancangan antenna *monopole* UWB memiliki dua teknik, yaitu: antenna *planar* bagian permukaan atas dan teknik DGS pada bagian bawah. Pada penelitian di rancang antenna struktur *planar* adalah sebuah patch persegi panjang yang terhubung dengan saluran transmisi. Untuk

bentuk teknik DGS dengan pemberian ruang lekukan pada bidang ground secara tegak lurus persegi di tengah *ground* (Cheema and Kumar Sherdia 2013).

Struktur EBG (Elektromagnetik Band Gap)

EBG telah diperkenalkan sebagai permukaan impedansi tinggi atau permukaan PBG. Ini strukturnya kompak dan menghasilkan gain tinggi, profil rendah dan antena efisiensi tinggi. EBG telah dibuat minat pada bidang antena. Struktur EBG menekan gelombang permukaan arus maka meningkatkan efisiensi antena. Permukaan gelombang menurunkan efisiensi antena. Penekanan gelombang permukaan menggunakan teknik EBG meningkatkan kinerja antena dengan meningkatkan efisiensi antena dan penguatan antena (Cheema and Kumar Sherdia 2013)(Khandelwal, Kanaujia, and Kumar 2017).

Struktur DGS (Defected Ground Structure)

DGS merupakan bentuk terseksa pada bidang *ground* suatu antena mikrostrip. Kemampuan menekan terhadap gelombang permukaan arus dan mampu meningkatkan efisiensi, maka struktur rangkaian EBG ini disebut sebagai *Defected Ground Structure*. Aplikasi DGS biasanya digunakan pada rangkaian filter dalam saluran mikrostrip yang menolak pada frekuensi tertentu, seperti halnya band *gap* pada struktur EBG. Ada beberapa bentuk dari pola DGS yang biasa digunakan dalam antena, seperti : *concentric rings, square spiral, persegi panjang* dan *dumbbell*(Khandelwal, Kanaujia, and Kumar 2017)(Venkatachalam and Govindasamy 2019).

Patch Persegi Panjang

Sebuah patch persegi panjang dari suatu antena mikrostrip memiliki dimensi panjang dan lebar. Untuk nilai dimensi suatu *patch* dipengaruhi oleh spesifikasi material dari jenis substrat, seperti: ketebalan, konstanta dielektrik, dan *loss tangent*. Material substrat jenis RT/ Duroid 5880 memiliki ketebalan (*h*) adalah 1,57 mm, konstanta dielektrik (ϵ_r) adalah 2,2 dan *lost tangent* 0,0002(Corporation 2021) . Untuk frekuensi center dari spektrum UWB adalah (f_r), maka nilai dimensi panjang (*L*) dan lebar (*W*) dari suatu *patch* dapat diperhitungkan menggunakan persamaan berikut (Ling 2012)(Darsono and Wijaya 2020):

$$W = \frac{c}{2f_r \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \tag{1}$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \sqrt{1 + 12 \frac{h}{W}} \tag{2}$$

Panjang tepi efek *fringing*:

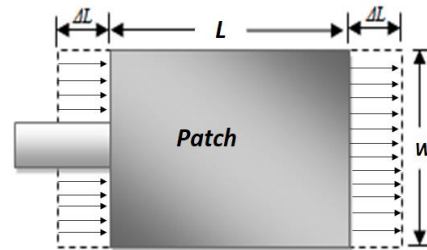
$$\Delta L = 0.412 \cdot h \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \tag{3}$$

panjang *patch* efektif:

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{reff}}} \tag{4}$$

Jadi untuk nilai dimensi panjang sisi tepi *patch* :

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \tag{5}$$



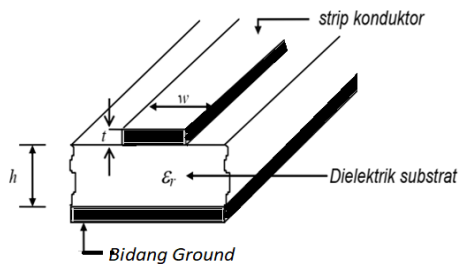
Gambar 2. Bentuk patch persegi panjang

Sebuah *patch* persegi panjang menggunakan material RT/duroid 5880 untuk frekuensi center (f_r) adalah 6,85 GHz, maka hasil analisa perhitungan menggunakan persamaan 1 diperoleh dimensi lebar *patch* (*W*) adalah 14 millimeter. Selanjutnya untuk analisa panjang efek *fringing* (ΔL) dengan menggunakan substitusi persamaan 2 ke dalam persamaan 3, maka nilai ΔL yang diperoleh adalah 0,63 milimeter. Panjang effective (L_{eff}) dari suatu *patch* persegi diperoleh adalah 15,9 milimeter melalui persamaan 2 disubstitusikan ke dalam persamaan 4. Sehingga untuk dimensi panjang *patch* persegi (*L*) hasil perhitungan persamaan 5 adalah 17 millimeter.

Saluran Transmisi Mikrostrip

Saluran transmisi mikrostrip merupakan sebagai nilai turunan dari persamaan suatu saluran dua kawat. Saluran transmisi ini merupakan paling banyak digunakan sebagai bentuk saluran transmisi *planar*. Bentuk dan konsep dari saluran mikrostrip terdiri dari dua lapisan tipis konduktor pada permukaan material *substrat* yang memiliki konstanta permitivitas dielektrik relatif (ϵ_r) dengan ketebalan substrat

(h). Permukaan lapisan konduktor bagian atas substrat (*strip konduktor*) memiliki ketebalan konduktor (t) dengan lebar konduktor (w) yang dinyatakan sebagai saluran. Sedangkan pada sisi bagian bawah lapisan *substrat* merupakan konduktor sebagai bidang *ground* (*ground plane*)(Kai Chang, Inder Bahl, and Vijay Nair 2002).



Gambar 3. Saluran transmisi mikrostrip

Untuk mengekspresikan nilai impedansi karakteristik (Z_0) pada saluran transmisi untuk frekuensi *microwave* dapat dinyatakan dengan persamaan (Kai Chang, Inder Bahl, and Vijay Nair 2002)(Darsono and Wijaya 2020):

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (6)$$

Dimana: L – Induktansi dalam Henry dan C- Kapasitansi dalam Farad.

Nilai impedansi karakteristik saluran mikrostrip pada sebuah material substrat yang memiliki rasio lebar saluran terhadap ketebalan (w/h), maka diperoleh melalui persamaan untuk $w/h < 1$:

$$Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \ln \left(\frac{8h}{w} + \frac{w}{4h} \right) > \frac{126}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (7)$$

Sedangkan untuk nilai rasio lebar saluran terhadap ketebalan material substrat, maka diperoleh melalui persamaan $w/h > 1$;

$$Z_0 = \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_r} \left(\frac{w}{h} + 1,393 + 0,667 \ln \left(\frac{w}{h} + 1,44 \right) \right)} < \frac{126}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (8)$$

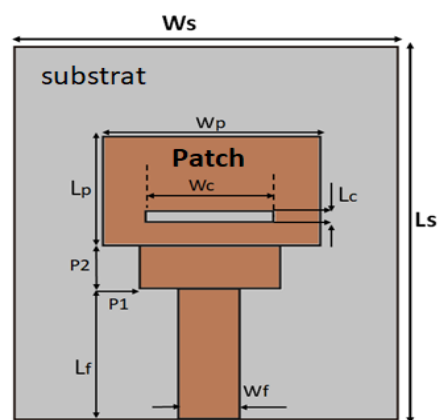
Untuk impedansi karakteristik (Z_0) pada frekuensi *microwave* standar industri adalah 50 Ω maka untuk analisa lebar saluran transmisi konduktor dengan spesifikasi material substrat RT/ duroid 5880 digunakan persamaan 8. Analisa dilakukan dengan persamaan tersebut dengan memasukkan nilai $Z_0 = 50 \Omega$, dimana ketebalan substrat (h) adalah 1,57 milimeter dan konstanta dielektrik (ϵ_r) adalah 2,2, maka

diperoleh nilai lebar saluran transmisi (w) mikrostrip adalah 4,8 milimeter.

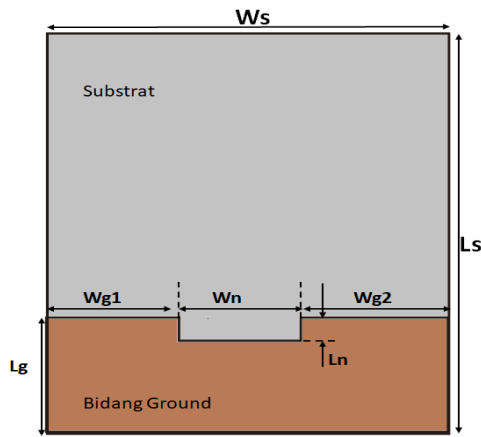
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 4 dan gambar 5 memperlihatkan bentuk konfigurasi rancangan antenna *monopole* UWB nampak dari sisi permukaan bagian atas substrat saat setelah pita frekuensi optimum. Konfigurasi menggambarkan struktur elemen saluran transmisi dengan patch persegi panjang. Gambar 4 dan Tabel I merupakan data dimensi dari konfigurasi rancangan antenna. Luas bidang dimensi material substrat RT/ duroid yang digunakan memiliki ukuran sisi panjang (L_s) adalah 35 milimeter dan sisi lebar (W_s) adalah 30 milimeter. Untuk elemen *patch* pe-radiasi memiliki dimensi ukuran lebar (W_p) adalah 17 milimeter dengan ukuran dimensi panjang *patch* (L_p) adalah 10 milimeter ditambahkan panjang sudut 2 (P2) adalah 4 milimeter. Sedangkan untuk lekukan *patch* arah samping dimensi panjang sudut 1 (P1) adalah 3 milimeter. Untuk dimensi celah dalam *patch* pe-radiasi memiliki ukuran lebar (W_c) adalah 10 milimeter dan panjang celah (L_c) adalah 1 milimeter. Saluran transmisi memiliki dimensi ukuran panjang (L_f) adalah 12, 22 milimeter dan lebar saluran (W_f) adalah 4,8 milimeter.

Gambar 5 memperlihatkan bentuk konfigurasi bidang *ground* pada material substrat dengan luas bidang dari aplikasi teknik DGS. Nilai dimensi hasil dari rancangan antenna untuk penempatan bidang lekukan tegak lurus terhadap pusat saluran transmisi dengan dimensi panjang (L_n) adalah 2 milimeter dan jarak lebar (W_n) adalah 19,1 milimeter. Untuk jarak tepi bidang *ground* ke material substrat ($W_{g1} = W_{g2}$) adalah 10,45 milimeter, seperti yang terlihat pada tabel 2.



Gambar 4. Konfigurasi Rancangan Antena Tampak Atas



Gambar 5. Konfigurasi Rancangan Antena Tampak Bawah

Tabel 1. Dimensi Antena Tampak Depan

Dimensi	Symbol	Ukuran (mm)
Lebar Substrat	Ws	30
Panjang Substrat	Ls	35
Lebar Saluran Transmisi	Wf	4,8
Panjang Saluran Transmisi	Lf	12,22
Lebar Patch	Wp	17
Panjang Patch	Lp	10
Panjang sudut 1	P1	3
Panjang sudut 2	P2	4
Panjang Celah	Wc	10
Lebar Celah	Lc	1

Tabel 2. Dimensi Antena Tampak Belakang

Dimensi	Simbol	Ukuran (mm)
Lebar Substrat	Ws	30
Panjang Substrat	Ps	35
Lebar Lekukan	Wn	19,1
Panjang Lekukan	Ln	2
Panjang Bidang Ground	Lg	10
Lebar Bidang Ground	Wg1=Wg2	10,45

Parameter Antena

Parameter S11 suatu nilai satuan yang diperoleh besarnya daya yang direfleksikan oleh antena, meliputi antara lain: Lebar pita frekuensi (*bandwidth*), *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), dan Input Impedansi (M. B. Steer n.d.) (M. Steer n.d.). Batasan nilai kinerja untuk lebar pita frekuensi pada batas *return loss* di bawah 10

dB, VWSR pada batas antara 1 sampai 2, dan input impedansi terhadap impedansi karakteristik 50 Ohm. Untuk standar regulasi spektrum frekuensi kerja UWB adalah 3,1GHz-10,6GHz (*bandwidth absolut* = 7,5GHz). Pada penelitian ini pengujian parameter dilakukan dengan menggunakan metode simulasi dan pengukuran, metode pengukuran terbatas pada parameter S11.

Lebar Pita Frekuensi (Bandwidth)

Bandwidth atau lebar pita frekuensi kerja dari suatu antena UWB, seperti yang diusulkan oleh FCC adalah sinyal transmisi UWB adalah memiliki *bandwidth fractional* (B_f) lebih besar dari 0,20%, atau menempati lebar pita frekuensi lebih besar dari 500 MHz untuk *bandwidth absolut*. Persamaan kalkulasi nilai lebar pita frekuensi (BW) (Zehforoosh, Ghobadi, and Nourinia 2006)(O. P. Kumar et al. 2022):

Bandwidth Absolut :

$$BW_A = f_h - f_l \tag{9}$$

Bandwidth Fractional :

$$BW_{Frac} = \frac{(f_h - f_l)}{f_c} = \frac{(f_h - f_l)}{(f_h + f_l)/2} \tag{10}$$

Dimana: f_h adalah frekuensi tinggi (*Giga Hertz*), f_l adalah frekuensi rendah (*Giga Hertz*) dan f_c adalah frekuensi center (*Giga Hertz*).

Gambar 6 dan gambar 7 memperlihatkan nilai bandwidth UWB dari grafik *return loss* terhadap frekuensi hasil dari simulasi dan pengukuran. Pada gambar 6 hasil simulasi untuk *bandwidth* UWB absolut adalah 10.8 GHz dan *bandwidth fractional* adalah 1,3% dengan frekuensi center adalah 8,29GHz, dimana batas frekuensi rendah adalah 2,8857 GHz (marker 1) dan batas frekuensi tinggi adalah 13,697 GHz (marker 5). Gambar 7 *bandwidth* hasil uji pengukuran untuk *bandwidth* UWB absolut adalah 10,2 GHz dan *bandwidth* UWB fractional adalah 1,09% dengan frekuensi center adalah 9,36GHz.

Keseluruhan dari parameter *bandwidth* UWB absolut maupun *fractional*, baik hasil simulasi dan pengukuran memperoleh diatas 500 MHz dan 0,2 % memenuhi syarat antena UWB.

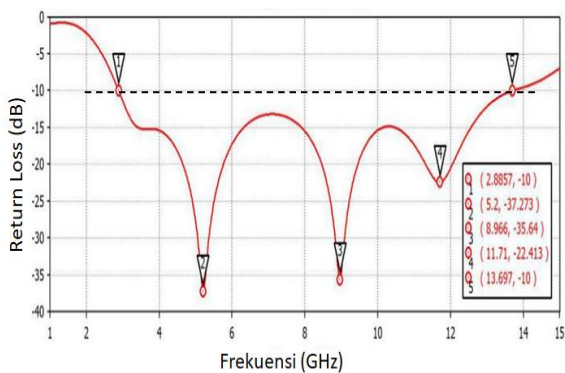
Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

Gambar 8 dan gambar 9 memperlihatkan grafik VSWR terhadap frekuensi hasil simulasi dan uji pengukuran antena. Gambar 8

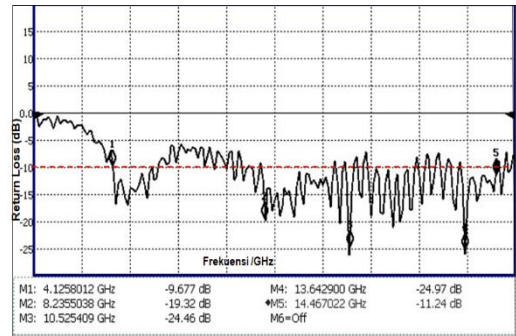
memperlihatkan grafik hasil simulasi $VSWR < 2$, dimana terdapat tiga frekuensi resonansi, yaitu : frekuensi 5,2GHz, (marker1), frekuensi 8,966GHz (marker2) dan frekuensi 11, 7 GHz(marker3). Untuk $VSWR < 2$, diperoleh $VSWR$ maksimum adalah 1,58. Gambar 9 memperlihatkan grafik hasil uji pengukuran untuk nilai parameter $VSWR$ terhadap frekuensi. Hasil uji pengukuran $VSWR < 2$, terdapat tiga frekuensi resonansi, yaitu: frekuensi 8,2355GHz (marker2), frekuensi 10,5254GHz (marker3) dan frekuensi 13,6429GHz (marker 4).

Input Impedansi

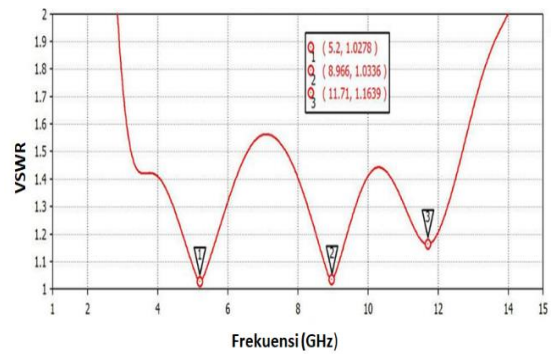
Kondisi rangkaian saluran transmisi memiliki beban dalam keadaan *matching* impedansi, maka nilai impedansi masukan akan sama dengan impedansi karakteristik ($Z_{in}=Z_0$). Sehingga refleksi sinyal bekerja optimal terhadap daya yang bekerja pada sistem. Gambar 10 memperlihatkan grafik *smith chart* untuk menunjukkan nilai input impedansi (Z_{in}) hasil simulasi. Impedansi $(48,79 + j1,11)\Omega$ saat frekuensi 5,2GHz, impedansi $(48 - j0,45)\Omega$ saat frekuensi di 8,996GHz, dan impedansi adalah $(54,8-j5,8645)\Omega$ saat frekuensi di 11,71GHz. Gambar 11 memperlihatkan nilai input impedansi dari hasil uji pengukuran antenna. Hasil dari pengukuran tersebut untuk nilai *matching* impedansi $(40,18-j2,94)\Omega$ di frekuensi 8,2355GHz, $(47,45+j2,64)\Omega$ di frekuensi 10,5254GHz adalah, dan $(45,24+j1,33)\Omega$ di frekuensi 13,6429 GHz.



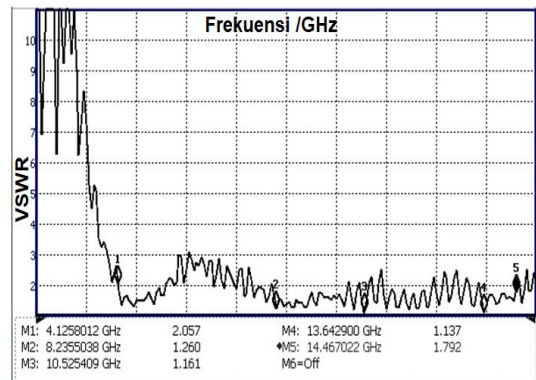
Gambar 6. Return loss terhadap Frekuensi hasil simulasi



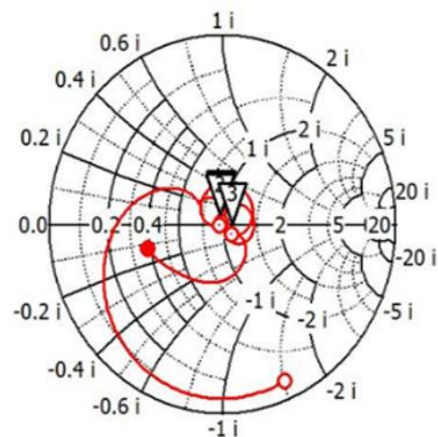
Gambar 7. Return loss terhadap frekuensi hasil pengukuran



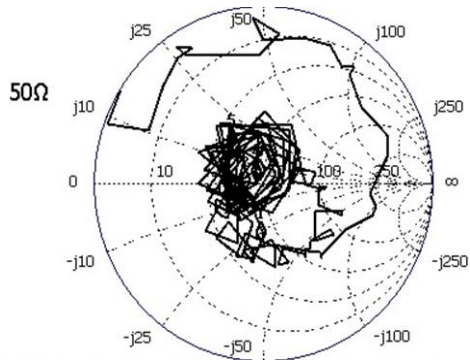
Gambar 8. VSWR terhadap frekuensi dari simulasi



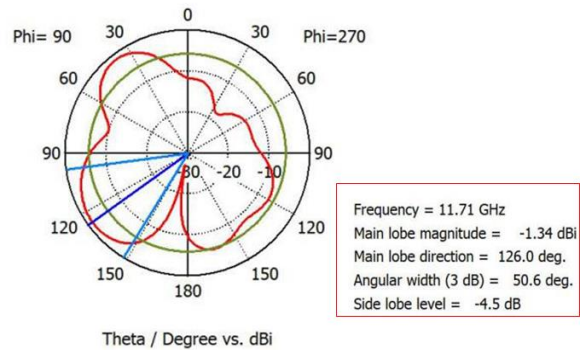
Gambar 9. VSWR terhadap frekuensi dari pengukuran



Gambar 10. Input impedansi dari simulasi



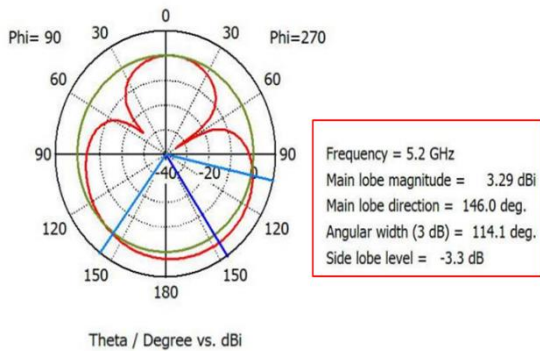
Gambar 11. Input impedansi dari pengukuran



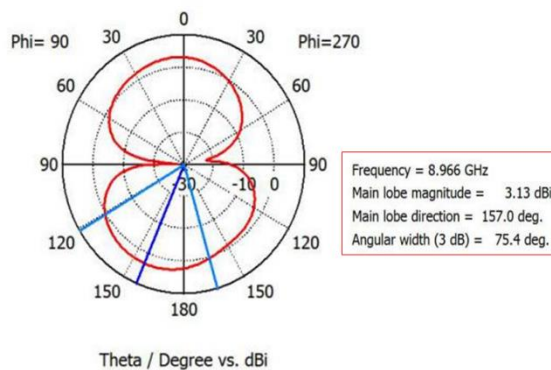
Gambar 14. Polaradiasi frekuensi 1,71GHz simulasi

Polar Radiasi

Gambar 12, 13 dan 14 mengilustrasikan tentang bentuk polaradiasi pada bidang phi dari ke tiga frekuensi resonansi dan memperlihatkan bentuk dari pola radiasi dari gelombang elektromagnetik bersifat *omnidirectional*. Hal tersebut terlihat dari nilai *main lobe direction* dari ketiga frekuensi resonansi.



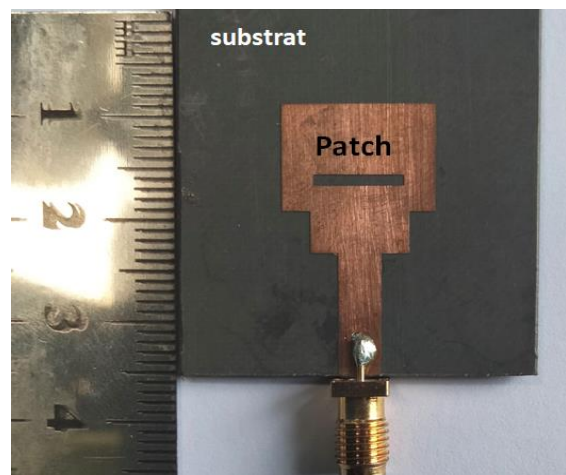
Gambar 12. Pola radiasi frekuensi 5,2 GHz dari simulasi



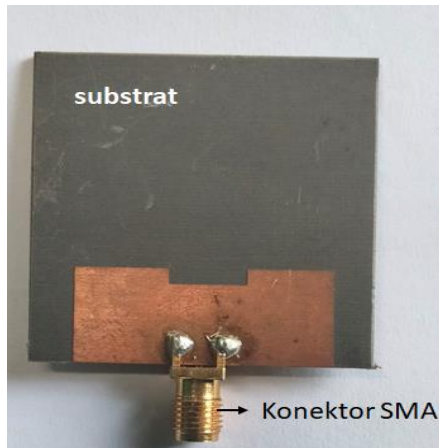
Gambar 13. Polaradiasi frekuensi 8,966GHz simulasi

Prototip Antena

Gambar 15 (a) dan 15 (b) memperlihatkan bentuk prototip antena UWB hasil pabrikasi. Gambar 15 (a) bentuk antena tampak depan, sebuah struktur antena dimana memiliki struktur bentuk patch persegi didalamnya terdapat sebuah slot dan dihubungkan ke sebuah konektor SMA-50Ω dengan saluran mikrostrip. Gambar 15(b) dan gambar 10 memperlihatkan bentuk prototip antena hasil pabrikasi dari rancang bangun antena monopole. Gambar 9 memperlihatkan bentuk propil antena dengan penampilan rendah, sederhana, kompak dengan ukuran dimensi minimalis. Ukuran material dari substrat untuk panjang adalah 35 milimeter dan lebar adalah 30 milimeter (lihat mistar). Gambar 10 memperlihatkan bentuk bidang ground sebagai teknik DGS, dimana terdapat sebuah konektor SMA yang menopang pada saluran transmisi dari sisi depan antena.



(a)



Gambar 15. (a) Prototip Antena Tampak Belakang.

Tabel 3. Kinerja Hasil Rancangan Antena UWB

Parameter	Simulasi	Pengukuran
Bandwidth Absolut	10,8GHz	10,2GHz
Bandwidth Fractional	1,3%	1,09%
Frekuensi Center	8,29GHz	9,36GHz
VSWR Maksimum	1,58	1,5
Impedance	50Ω	50Ω
Gain	3,29dBi	-
Beam width	114,1 ⁰	-
Polaradiasi	Omni	-
Polarisasi	Vertikal	-

IV. PENUTUP

Kesimpulan

Hasil keseluruhan hasil dari rancang bangun antena mikrostrip menggunakan teknik DGS bentuk persegi, dimana patch persegi dengan sebuah slot mendukung aplikasi komunikasi nirkabel IEEE 802.11a pada spektrum teknologi Ultra-Wideband. Tabel 3 memperlihatkan bandwidth UWB Absolut hasil dari simulasi terhadap pengukuran dengan selisih 600MHz (optimasi) lebih besar atau terhadap bandwidth fractional 0,21% lebih besar, syarat dari FCC sebagai antena UWB terpenuhi. Hasil dari tiga frekuensi resonansi sepanjang spektrum bandwidth UWB yang diperoleh sebagai antena monopole hanya pada frekuensi 5,2GHz memiliki sifat omnidirectional dengan beamwidth 3dB di atas 80 derajat (114,1 derajat) serta gain 3,29dBi.

Hasil prototip antena mendukung sebagai perangkat dengan ukuran minimalis komunikasi nirkabel untuk akses *indoor*. Hal ini juga antena

memiliki bentuk low profile, kompak dan biaya rendah.

Ucapan Terima Kasih

Sebagai apresiasi atas dukungan kegiatan penelitian diucapkan terima kasih kepada pimpinan Universitas Darma Persada (LP2MK) melalui bantuan pendanaan internal dan para anggota penelitian yang membantu proses penelitian sampai dengan pencapaian publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldhaeri, Rabah W., Ibrahim S. Alruhaili, Kamili J. Babu, and Muntasir M. Sheikh. 2021. "A Compact CPW-Fed UWB Antenna with Dual-Band Notched Characteristics for WiMAX/WLAN Applications." *Applied Computational Electromagnetics Society Journal* 36(2): 145–51.
- Balani, Warsha et al. 2021. "Design of Swb Antenna with Triple Band Notch Characteristics for Multipurpose Wireless Applications." *Applied Sciences (Switzerland)* 11(2): 1–21.
- Bhanumathi, V, and S Swathi. 2019. "Bandwidth Enhanced Microstrip Patch Antenna for UWB Applications." *ONLINE) ICTACT JOURNAL ON MICROELECTRONICS*: 4.
- Cheema, Loveleen, and Krishan Kumar Sherdia. 2013. 2 International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering *Design of Microstrip Antenna with Defected Ground Structure for UWB Applications*. www.ijarccce.com.
- Corporation, Rogers. 2021. *RT/Duroid 5880LZ High Frequency Laminates Data Sheet*. www.rogerscorp.com.
- Darsono, M., and A. R. Wijaya. 2020. "Design and Simulation of a Rectangular Patch Microstrip Antenna for the Frequency of 28 GHz in 5G Technology." In *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing.
- Kai Chang, Inder Bahl, and Vijay Nair. 2002. 63 *RF and Microwave Circuit and Component Design for Wireless Systems*. Wiley.
- Khandelwal, Mukesh Kumar, Binod Kumar Kanaujia, and Sachin Kumar. 2017. "Defected Ground Structure: Fundamentals, Analysis, and Applications in Modern Wireless Trends." *International Journal of Antennas and Propagation*

- 2017.
- Kumar, Arjun, and Kartikeyan V. Machavaram. 2013. "Microstrip Filter with Defected Ground Structure: A Close Perspective." *International Journal of Microwave and Wireless Technologies* 5(5): 589–602.
- Kumar, Om Prakash et al. 2022. "Ultrawideband Antennas: Growth and Evolution." *Micromachines* 13(1).
- Ling, Xian. 2012. "Ultra-Wideband Antenna and Design." In *Ultra Wideband - Current Status and Future Trends*, InTech.
- Martínez-Lozano, Andrea et al. 2021. "Electronics Article." <https://doi.org/10.3390/electronics>.
- Sarkar, Anirban, Sadia Sultana, Alok Paul, and Md Mamunur Rashid. 2018. 18 *Study on Ultra-Wideband (UWB) System and Its Applications*. <https://www.researchgate.net/publication/352561601>.
- Steer, Michael. "Microwave and RF Design Networks Volume 3 Third Edition." www.uncpress.org.
- Steer, Michael Bernard. *Microwave and RF Design : A Systems Approach*.
- Venkatachalam, Dinesh, and Murugesan Govindasamy. 2019. "A Miniaturized Planar Antenna with Defective Ground Structure for UWB Applications." *IEICE Electronics Express* 16(14).
- Wang, Junhui, Zedong Wang, Yingzeng Yin, and Xianglong Liu. 2014. 49 *Progress In Electromagnetics Research C UWB Monopole Antenna with Triple Band-Notched Characteristic Based on a Pair of Novel Resonators*.
- Zehforoosh, Yashar, Changiz Ghobadi, and Javad Nourinia. 2006. "Antenna Design for Ultra Wideband Application Using a New Multilayer Structure." *PIERS Online* 2(6): 544–49.

SERTIFIKAT

Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan,
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi



Kutipan dari Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan,
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia
Nomor: 28/E/KPT/2019
Tentang Hasil Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode 5 Tahun 2019

JTT (Jurnal Teknologi Terapan)

E-ISSN: 25491938

Penerbit: Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Polindra

Ditetapkan sebagai Jurnal Ilmiah

TERAKREDITASI PERINGKAT 3

Akreditasi berlaku selama 5 (lima) tahun, yaitu

Volume 5 Nomor 1 Tahun 2019 sampai Volume 9 Nomor 1 Tahun 2023

Jakarta, 26 September 2019

Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan



Dr. Muhammad Dimiyati
NIP. 195912171984021001

