

ANALISIS KEUNTUNGAN DAN KENDALA PEMANFAATAN GELOMBANG MIKRO (MICRO WAVE) PADA PESAWAT RADAR

Alfi Kurnia¹, Sudarti²

Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Jember
alfikurniabwi@gmail.com sudarti.fkip@unej.ac.id

ABSTRAK

Gelombang mikro merupakan salah satu gelombang elektromagnetik frekuensi tertinggi yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Dasar penggunaan gelombang mikro untuk memanaskan benda didasarkan pada konsep radiasi gelombang mikro. Salah satunya adalah penggunaan gelombang mikro pada pesawat radar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan gelombang mikro pada pesawat radar. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metodologi penelitian literature review berupa interpretasi yang meningkatkan kesadaran masyarakat akan manfaat gelombang mikro untuk pesawat radar. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat pro dan kontra dalam penggunaan gelombang mikro pada pesawat radar. Gelombang mikro berperan dalam sistem pendeteksian objek. Kendalanya adalah bahwa jika radar tidak menggunakan gelombang mikro untuk mendeteksi kondisi lalu lintas udara, itu bisa membahayakan jalur penerbangan pesawat. Oleh karena itu, gelombang mikro sangat penting dalam pesawat radar karena sinyal dipantulkan dari objek dan ditangkap oleh penerima.

Kata kunci : *Gelombang Elektromagnetik, Gelombang Mikro, Pesawat Radar*

ABSTRACT

Microwaves are one of the highest frequency electromagnetic waves that can be used in everyday life. The basis of the use of microwaves for heating objects is based on the concept of microwave radiation. One of them is the use of microwaves on radar aircraft. This study aims to analyze the use of microwaves in radar aircraft. The research was conducted using a literature review research methodology in the form of interpretations that increase public awareness of the benefits of microwaves for radar aircraft. The results of this study show that there are pros and cons in the use of microwaves in radar aircraft. Microwaves play a role in object detection systems. The obstacle is that if radar does not use microwaves to detect air traffic conditions, it could endanger the flight path of the aircraft. Therefore, microwaves are of great importance in radar aircraft because the signal is reflected from the object and captured by the receiver.

Keywords: *Electromagnetic Waves, Microwaves, Radar*

PENDAHULUAN

Fisika merupakan salah satu cabang ilmu sains yang menggunakan penerapan penyebaran suatu kemampuan analitis berpikir siswa. Suatu fenomena alam yang terjadi di dunia merupakan sebuah perkembangan dari implementasi keahlian analitis ilmu fisika. Selain sebagai pelajaran yang memberikan banyak pengetahuan tentang sesuatu yang terjadi pada alam semesta, pelajaran fisika juga memiliki peran dalam melatih pola pikir dan nalar seseorang melalui pelatihan secara bertahap dan teratur agar semakin berkembang, sehingga dapat meningkatkan pengetahuan dan wawasan luas yang diterima (Erviani et al., n.d.).

Dalam fisika, terdapat banyak materi yang dibahas. Salah satunya adalah spektrum gelombang elektromagnetik. Gelombang elektromagnetik adalah suatu gelombang tetap yang dapat merambat walaupun tidak ada medium perambatan di dalamnya. Gelombang ini termasuk ke dalam gelombang transversal yang memiliki getaran medan listrik dan magnet dengan saling tegak lurus terhadap arah rambatannya.

Saat ini Penggunaa gelombang elektromagnetik telah menyebar dalam bermacam bidang antara lain adalah dalam bidang telekomunikasi, militer maupun sipil. Lajunya pergeseran frekuensi ke Gigahertz (GHz) dapat meningkatkan daya guna dan persamaan yang juga dapat berpengaruh dalam meningkatkan electromagnetic interference (EMI). Kinerja pada alat yang menggunakan gelombang mikro seperti wireless, satelit komunikasi, pesawat radar dan lainnya mengalami sebuah gangguan yang diakibatkan adanya eksistensi oleh EMI. EMI merupakan suatu solusi yang efektif dalam menanggulangi adanya material penyerapan yang secara majemuk, hal tersebutlah yang menjadikan gelombang mikro sebagai hal yang menarik untuk dibahas lebih lanjut. Terdapat dua hal yang menjadi pusat dalam proses pengembangan material gelombang elektromagnetik diantaranya adalah interferensi gelombang elektromagnetik (EMI) dan radar absorbing materials (RAM). Magnetic dan elektrik adalah sebuah bahan yang wajib ada untuk memenuhi syarat sebagai penyerap gelombang mikro, yang ditujukan agar dapat

berperan sebagai penyerap resonansi dengan baik. Untuk mencapai proses tersebut, perlu menyematkan bahan nano berupa partikel magnetic menjadi bahan katalis (Sol-gel et al., 2018).

Menurut Nursanni et al (2020) dilihat dari kaca teoritical komponennya, gelombang mikro terbagi menjadi dua bagian yaitu komponen magnetic dan dielektrik. Dengan adanya dua buah komponen tersebut, maka dapat menciptakan hubungan antar keduanya. Ketika hubungan tersebut menggunakan komponen dielektrik, maka yang terjadi adalah medan internalnya mengalami induksi baik secara bebas maupun terbatas. Sedangkan pada komponen magnetik medan induksinya memberikan dampak pada nilai magnetisasi. Sehingga ketika akan menggunakan kedua komponen tersebut interaksinya harus saling berkaitan satu sama lain.

Hasan (2018) menyatakan bahwa gelombang mikro adalah salah satu gelombang elektromagnetik yang membutuhkan frekuensi sangat tinggi. Frekuensi UHF 300 MHz-30 GHz (biasanya 1-tiga GHz) merupakan suatu bentuk tindakan system transmisi pada gelombang elektromagnetik. Panjang gelombang gelombang elektromagnetik berada dalam posisi dimensi μm yang merupakan suatu dimensi special khususnya. Ketika terdapat benda yang menggunakan gelombang mikro sebagai alat penyerap pada benda, maka energy panas yang terdapat di dalamnya akan merambat pada suatu benda tersebut. Panas merupakan suatu tenaga elektromagnetik yang dapat menaikkan suhu pada material dengan cepat. Dampak dari panas tersebut dapat menimbulkan terjadinya perputaran pada dipol dan perpindahan ion melalui medan magnet listrik.

Gelombang mikro merupakan salah satu wujud dari tenaga elektromagnetik yang berubah menjadi panas yang berperan sebagai penghubung antar media berdasarkan muatan yang diperlukan pada setiap partikel agar dapat menjadi sebuah komponen dari sebuah gelombang elektrik. Frekuensi dari gelombang tersebut berkisar antara 300 MHz hingga 300 GHz. Besarnya frekuensi ini memiliki pengaruh terhadap radiasi pada suatu gelombangnya. (Hasan, 2018).

Sebenarnya gelombang mikro adalah persamaan dari gelombang radio yaitu sama-sama merupakan bentuk dari spectrum gelombang elektromagnetik namun terdapat sedikit perbedaan pada gelombangnya, dimana panjang gelombangnya lebih kecil dari panjang gelombang biasanya. hal inilah yang mengakibatkan mengapa gelombang tersebut disebut dengan gelombang mikro, karena panjang gelombang yang dimiliki oleh

gelombang mikro sangat pendek. Oleh karena itu gelombang ini tidak dapat dilihat dengan mata telanjang karena terbatasnya panjang gelombang yang dimiliki sehingga sulit untuk dilihat secara langsung oleh manusia. Panjang gelombang tersebut sebesar 1-30 cm sedangkan gelombang lainnya sekitar 400-700 nm (Hasan, 2018).

Pada gelombang mikro terdapat beberapa kelebihan diantaranya adalah terjadinya pemanasan dan pendinginan. Bentuk pemanasan yang digunakan adalah pada pemanasan menggunakan microwave. Pemanasan ini mempunyai beberapa kelebihan diantaranya adalah dapat meminimalisir terjadinya panas berlebihan pada suatu permukaan material. Perpindahan panas sama halnya dengan perpindahan energy yang mengakibatkan terjadinya pengurangan pada gradien termal dengan pemberhentian yang sangat cepat sehingga dapat berbalik lagi pada efek termalnya. Panas tersebut berawal dari perawakan bagian dalamnya. Pemanfaatan menggunakan gelombang mikro tidak hanya pada pengaplikasiannya namun juga terdapat pada sisi lain yaitu prosesnya sangat cepat dan terkontrol, panasnya mengalir secara merata dan harganya terjangkau karena tidak membutuhkan energi yang cukup besar (Rahkadima et al., 2017).

Pemanasan microwave menggunakan teknik yang sangat elusif. Lain halnya dengan pemanasan konvensional yang mendapat transfer panas untuk volume sampelnya sehingga dapat dimanfaatkan oleh material internalnya untuk memberikan peningkatan temperature pada permukaan suatu vessel. Lingkungan mendapat banyak pertambahan energi akibat dari hilangnya energi konvensional yang diakibatkan oleh adanya arus konveksi serta konduksi pada material. Dampak dari pemanasan tersebut bergantung pada konduktivitas material termal, sehingga menyebabkan terjadinya perpindahan panas dari arah luar masuk ke dalam daerah sample yang dapat menghasilkan panas spesifik pada suhu yang lebih tinggi. Hasil dari suhu sample tersebut tidak sepadan namun untuk gradien suhunya terletak pada kondisi suhu yang lebih tinggi. meningkatnya laju pemanasan dan pendinginan pada suatu benda terbukti dengan adanya pemanasan menggunakan microwave. Sedangkan pada pemanasan konvensional, laju pemanasan dan pendinginannya bergerak lebih lambat (Rahkadima et al., 2017).

Pemanasan pada microwave menggunakan bahan dasar berupa air, gula dan lemak yang pemanfaatannya menggunakan material dielektrik. Pemanasan ini akan berjalan dengan baik apabila tidak terjadi kesalahan atau gangguan pada struktur protein

dan bahn lainnya yang dapat mengakibatkan tekanannya berada dipuncak. Mohamed dkk. (2004) memiliki pemikiran yang sama dengan menyatakan bahwa gangguan tersebut terjadi karena adanya kesalahan dalam menerapkan cara pemakaian sehingga protein yang ada di dalam tidak mudah larut (Rasyid et al., 2017).

Menurut Anisa et (2020) menyebutkan bahwa gelombang mikro merupakan cara paling efektif untuk melakukan pengeringan maupun pemanasan. Air dapat menghilang dengan cepat ketika menggunakan pemanasan melalui gelombang mikro. Begitu pula dengan proses pengeringan yang tidak kalah cepat dengan proses pemanasan dalam hal menghilangkan air sehingga terikat lebih leluasa. Namun dalam hal ini, apabila air telah masuk lebih kedalam akan dapat mengakibatkan kesulitan sehingga kebutuhan energinya lebih besar. (Anisa et al., 2020).

Radar merupakan bentuk dari gelombang elektromagnetik yang berreran sebagai alat deteksi suatu obyek yang digunakan untuk mengidentifikasi kecepatan, arah dan jarak pada alat transportasi ketika dalam keadaan diam maupun bergerak. US Navy menggunakan istilah radar pertama kali pada tahun 1940. Di daerah United Kingdom, radar sebenarnya disebut RDF atau Range and Direction Finding yang digunakan untuk menunjukkan kemampuan penentu suatu jarak(ranging capability) (Djaelani, 2012).

Dalam pebagiannya, radar dibagi menjadi beberapa bageian, diantaranya adalah Radar SSR yang merupakan suatu alat penting untuk mengamati dan mengendalikan lalu lintas pada udara. Hal ini dikarenakan radar tersebut memiliki cakupan yang sangat luas serta mampu memebrikan tanggapan secara langsung sesuai dengan waktu yang diperlukan untuk menginformasikan posisi pesawat pada saat itu. Setiap bandara menggunakan jasa radar dalam lingkup daerah tertentu yang disesuaikan menurut otoritas masing-masing bandara. Sampai saat ini walaupun ICAO (International Civil Aviation Organization) telah mendirikan suatu kelompok kerja yang bernama Future Air Navigation System atau disingkat dengan FANS, tidak menjadi suatu penghalang bagi ICAO untuk tetap berperan sebagai isntrumen utama. Dalam bidang navigasi udara maupun teknologi satelit, FANS memiliki tujuan mengidentifikasi, mengkonsolidasi serta melakukan studi banding untuk menerapkan suatu konsep dalam bidang tersebut serta pada teknologi baru. Selain itu juga dapat memformulasikan suatu rekomendasi dalam mengembangkan bidang navigasi sipil pada masa yang akan datang. Dalam bidang teknologi satelit, FANS telah berhasil memperluas jangkauan mengenai sistem

komunikasi, sistem navigasi serta system pemantauan yang menggunakan CNS. Sedangkan pada system komunikasi dan navigasi penerapannya menggunakan GNSS atau yang biasa disebut dengan (Global Navigation Satellite System) yang dapat melibatkan suatu system pada satelit GPS. Seiring berkembangnya penggunaan GPS dan suatu system satelit yang berkaitan, hal ini dapat dijadikan sebagai suatu alat untuk mengembangkan spesifikasi serta standart pada system penerbangan oleh berbagai macam organisasi penerbangan (Hafidz et al., 2013).

Dimensi navigasi merupakan suatu pemahaman tertentu yang dijadikan sebagai dasar dalam mempelajari tentang navigasi. Sedangkan acuan dasar yang digunakan oleh navigasi adalah berupa dimensi posisi, jarak, arah, waktu serta ketinggian. Selain hal tersebut, navigasi juga memiliki fungsi yang sangat penting dalam meminimalisir resiko terjadinya kecelakaan pada pesawat yang diakibatkan oleh adanya benturan antar pesawat yang satu dengan yang lain serta dengan bukit dan awan tebal karena adanya cuaca buruk yang menghalangi penglihatan jalur yang akan dilewati oleh pesawat. Sedangkan navigasi udara memiliki arti sebagai suatu kegiatan yang mengarahkan alat pesawat udara dari satu tempat ke tempat yang lain agar tetap berada pada jalur yang telah ditentukan. Penggunaan navigasi pada pesawat udara dilakukan dengan cara pemancaran suatu instrumen yang terpasang pada menara maupun sinyal satelit melalui sebuah sinyal. Kemudian pesawat memancarkan kembali sinyal-sinyal tersebut agar titik koordinat lokasi pesawatnya dapat dilihat dari daratan orang di darat sehingga dapat digunakan untuk memandu pesawat tersebut (Hafidz et al., 2013).

Dalam sebuah proses maupun mekanisme dalam hal apapun tidak ada yang tidak mungkin mengalami kegagalan. Kegagalan merupakan sebuah kejadian yang tidak dapat diprediksi secara langsung sehingga dapat menimbulkan kekacacauan. Dalam suatu system mekanisme pesawat terbang, kegagalan merupakan hal penting yang perlu diantisipasi dalam kejadiannya. Secara keseluruhan, sistem ini dirancang untuk bertahan beberapa saat. Untuk melakukan ini, perlu memiliki sistem perawatan yang tepat. Meskipun masa manfaat sistem terbatas, upaya harus dilakukan untuk memelihara semua komponen dengan benar, kewajiban teknisi pesawat berdasarkan spesifikasi perawatan A/C. Dalam industri penerbangan, proses perawatan memegang peranan penting dalam menjaga kemampuan pesawat untuk beroperasi dengan aman dan nyaman, sehingga menghasilkan keselamatan

penerbangan yang tinggi (Ardianto & Islam, 2015).

Dari sekian banyak komponen dan sistem yang terdapat pada sebuah pesawat terbang, hambatan kerja yang paling membutuhkan keselamatan dan keamanan adalah sistem radar Wx, yang berfungsi untuk memberikan informasi kepada pilot tentang berbagai kondisi cuaca selama penerbangan dan menampilkannya pada tampilan gambar (Ardianto & Islam, 2015).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka atau library review, yaitu suatu bentuk kegiatan mengakumulasi data yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas dari berbagai sumber literasi seperti website, perpustakaan online, buku-buku, dan jurnal-jurnal sebelumnya. Data yang telah diperoleh, akan diproses lebih lanjut menggunakan pendekatan secara deskriptif. Dimana, di dalamnya terdapat penjelasan mengenai fakta yang telah terjadi kemudian dianalisis. Dalam proses analisis, tidak serta merta hanya memberikan sebuah uraian, melainkan juga memebrikan pemahaman yang lebih relevan sehingga mudah dipahami oleh pembaca.

Penjelasan mengenai deskriptif kualitatif sendiri merupakan sebuah teknik yang memiliki sifat untuk menguraikan suatu kenyataan yang secara kompleks. Sehingga manfaat dari metode ini adalah membahas lebih dalam mengenai permasalahan yang sedang dialami agar dapat menemukan titik terang dari peristiwa tersebut (Nurmalasari & Erdiantoro, 2020).

Deskripsi kualitatif adalah metode yang digunakan untuk menggambarkan masyarakat dan realitas yang kompleks. Dengan cara ini, dengan pendekatan ini, kita dapat melihat kembali lebih dalam apa yang terjadi untuk menemukan titik terang dari insiden tersebut. Metode ini berfokus pada model tanya jawab yang berisi mengenai pengumpulan informasi yang lebih luas dan mendalam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gelombang mikro banyak memberikan manfaat dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya adalah pemanfaatan pada pesawat radar. Pemanfaatannya adalah dengan menggunakan pemancar untuk memancarkan gelombang mikro secara terus-menerus ke segala arah ketika terdapat salah satu objek yang terkena gelombang tersebut, maka sinyal akan dipantulkan oleh objek tersebut dan diterima kembali oleh penerima. Dengan begitu sinyal pantukan akan memeberikan sebuah informasi

bahwa terdapat objek yang dekat yang kemudian akan ditampilkan oleh layar radar.

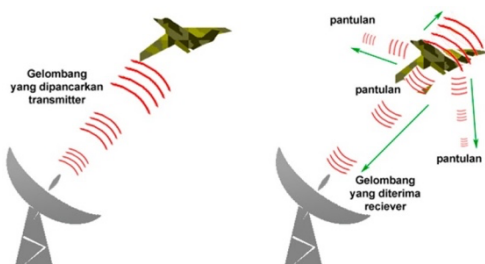
Konsep dasar radar adalah mengukur suatu jarak dari sensor ke target. Untuk mengetahui hasil ukuran jarak yang telah didapatkan adalah dengan mengukur waktu yang dibutuhkan oleh gelombang elektromagnetik dengan waktu selama penjarannya mulai dari sensor ke target kemudian kembali lagi ke sensor.

Radar sendiri merupakan suatu gelombang mikro yang dipancarkan dan dipantulkan dari suatu benda kemudian ditangkap oleh radar yang dikarenakan radar sendiri memiliki fungsi atau arti tertentu yaitu sebagai pendeteksi dan penangkap radar. Setelah melakukan analisis sinyal yang dipantulkan maka selanjutnya dapat menentukan lokasi dengan melakukan analisis yang lebih lanjut dan mampu menentukan jenis sinyal yang digunakan atau diperlukan. Manfaat radar salah satunya adalah untuk mendeteksi suatu ketinggian pada pesawat terbang. Radar sendiri memiliki peran yang sangat penting dalam system penerbangan, pelayaran, transformasi dan lain-lain.

Pada komponennya, gelombang radar memiliki tiga system, diantaranya yaitu terdapat antenna, pemancar sinyal, dan penerima sinyal. Antenna merupakan suatu antenna reflector yang memiliki bentuk seperti piring parabola yang mampu melakukan persebaran energy elektromagnetik yang berasal dari suatu titik fokus yang juga dapat dipantulkan lewat permukaan yang memiliki bentuk seperti parabola. Sinyal yang diterima akan dilanjutkan pada pusat system radar. Proses input sinyalnya dilakukan secara bertingkat atau bertahap.

Pemancar sinyal atau Transmitter merupakan pemancar gelombang elektromagnetik melalui atena dengan memiliki bandwitch yang berkapasitas cukup besar. Pemancar ini digunakan untuk mengenali suatu sinyal objek yang berada dalam tangkapan radar.

Sedangkan receiver atau penerima sinyal adalah suatu system yang memiliki fungsi untuk menerima pantulan dari gelombang elektromagnetik pada sinyal objek yang ditangkap oleh radar dengan melewati reflektor atena. Selain itu, receiver juga memiliki kemampuan untuk nmenyaring suatu sinyal dengan harapan agar sesuai dengan tujuan pendeteksian sinyal yang sesuai dengan apa yang sudah diharapkan. Receiver memiliki kemampuan lebih yaitu mampu untuk memperkuat sinyanya suatu objek yang lemah, dapata memproses data, dan menampilkan pada layar monitor.



Gambar 1. Pemantulan gelombang mikro oleh pesawat

Antenna mempunyai peran dalam stasiun gelombang mikro, yaitu agar gelombang tersebut dapat bekerja dengan baik. Untuk mentransmisikan data komunikasi dengan gelombang dibutuhkan suatu perangkat penerima dan peralatan lainnya. Kecepatan sinyal gelombang mikro untuk dapat mentransmisi data dapat mencapai 45 Mbps, namun pemancar dan penerimanya harus berada dalam satu garis pandang dikarenakan sinyal pada gelombang mikro bergerak dalam satu garis lurus. Sehingga perlu ketelitian dalam menempatkan letak dan posisi pada saat pemasangan pusat gelombang mikro untuk meminimalisir terjadinya gangguan. Maka dari itu kenapa gelombang mikro memiliki manfaat yang begitu baik bagi pesawat radar karena stasiun pada gelombang harus berada dalam kondisi yang tinggi.

Pemanfaatan gelombang mikro pada pesawat radar adalah digunakan untuk mencari dan menentukan jejak suatu benda dengan gelombang mikro pada frekuensi 10^{10} Hz. Selain itu, juga berfungsi untuk memberikan suatu informasi terkait jarak pesawat dengan daratan, serta dapat memungkinkan untuk menghindari adanya rintangan dan menghindari terjadinya tabrakan.

Berikut merupakan keuntungan dari pemanfaatan gelombang mikro, antara lain:

1. Perambatannya relatif lebih cepat (gelombang pendek).
2. Efisiensi biaya atau dapat dikatakan bahwa biayanya lebih terjangkau dari yang lain.
3. Mudah diimplementasikan dan dipasang.

Kendala yang dihadapi dari pemanfaatan gelombang mikro pada pesawat radar adalah mudah terinterferensi artinya mudah dirusak oleh gelombang lain. Bahkan juga dapat terganggu karena dua sistem transmisi suatu gelombang saling berdekatan. Kendala lainnya adalah gelombang mikro rentan terhadap cuaca, sehingga dapat membahayakan proses penerbangan pada pesawat jika suatu radarnya tidak menggunakan adanya gelombang mikro dalam mendeteksi keadaan lalu lintas udara.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka disimpulkan hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat suatu keuntungan dan kendala dalam pemanfaatan gelombang mikro pada pesawat radar. Gelombang mikro berperan dalam sistem deteksi dari suatu objek. Sedangkan kendalanya adalah dapat membahayakan proses penerbangan pada pesawat jika suatu radarnya tidak menggunakan adanya gelombang mikro dalam mendeteksi keadaan lalu lintas udara. Dengan demikian, gelombang mikro sangat berpengaruh penting pada pesawat radar, karena sinyal akan dipantulkan oleh objek dan diterima kembali oleh penerima.

Penggunaan gelombang mikro pada pesawat radar digunakan untuk mencari dan menentukan jejak objek dengan gelombang mikro pada frekuensi 1010 Hz. Selain itu, dapat memberikan informasi tentang jarak pesawat dari tanah dan dapat menghindari rintangan dan menghindari tabrakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisa, H., Yusuf, M., & Nasir, S. (2020). *Jurnal Pertambangan*. 4(4).
- Ardianto, H., & Islam, S. (2015). *WX RADAR SYSTEM PADA PESAWAT BOEING 737 SERIES*. 2(2), 29–45.
- Djaelani, E. (2012). *Radar (Radar Detection And Ranging) adalah suatu system pendeteksi obyek yang menggunakan Istilah Radar digunakan pertama kali oleh US Navy pada tahun 1940 sebagai akronim (Radio Detection And Ranging). Radar aslinya disebut RDF (Range and Direction . 11(2), 71–80.*
- Erviani, F. ., Sutarto, & Indrawati. (n.d.). *View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk*. 53–59.
- Hafidz, A., Taufik, M., Geomatika, J. T., Teknik, F., Teknologi, I., Nopember, S., Arief, J., Hakim, R., & Indonesia, S. (2013). *Penggunaan Secondary Surveillance Radar Untuk Penentuan Posisi Pesawat Udara*. 2(1), 1–6.
- Hasan, O. D. (2018). *Pemanfaatan Radiasi Gelombang Mikro pada Pretreatment Material Lignoselulosa -Seminar Nasional Perikanan & Penyuluhan Tahun 2018.pdf* (pp. 313–314).
- Nurmalasari, Y., & Erdiantoro, R. (2020). *Perencanaan Dan Keputusan Karier: Konsep Krusial Dalam Layanan BK Karier. Quanta*, 4(1), 44–51. <https://doi.org/10.22460/q.v1i1p1-10.497>
- Nursanni, B., Putra, K. P., & Nastiti, G. (2021). *RODA : Jurnal Pendidikan dan Teknologi Otomotif Sintesis dan Karakterisasi*

- Penyerapan Gelombang Mikro pada Komposit PANi - Barium Heksaferrit Tersubstitusi Mn dan Ti - CFO. 1(1).*
- Rahkadima, Y. T., Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., Nahdlatul, U., & Sidoarjo, U. (2017). *TRANSESTERIFIKASI MINYAK DEDAK PADI SECARA IN-SITU DENGAN BANTUAN GELOMBANG MIKRO. 3(2).*
- Rasyid, N. P., Hartulistiyoso, E., & Fardiaz, D. (2017). *Aplikasi Microwave untuk Disinfestasi Tribolium castaneum (Herbst.) serta Pengaruhnya terhadap Warna dan Karakteristik Amilografi Terigu. 37(2), 183–191.*
- Sol-gel, M., Wardiyati, S., Adi, W. A., Winatapura, S., Sains, P., Maju, B., & Puspipetek, K. (2018). *Jurnal Fisika Sintesis dan Karakterisasi Microwave Absorbing Material Berbasis Ni-SiO₂ dengan. 8(2), 51–59.*
- Wuntu, A. D. (2008). *DERAJAT KRISTALISASI SEBAGAI FUNGSI WAKTU AGEING DAN WAKTU KRISTALISASI PADA SINTESIS ZEOLIT A DENGAN RADIASI GELOMBANG MIKRO. 1(1), 19–24.*

