

**PENGARUH TINGKAT KETEBALAN PADA *REFLECTION-LOSS* RAM
(*RADAR ABSORBING MATERIAL*) ARANG KELAPA**

(Skripsi)

Oleh

RISON SIREGAR



**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2022

ABSTRAK

PENGARUH TINGKAT KETEBALAN PADA *REFLECTION-LOSS* RAM (*RADAR ABSORBING MATERIAL*) ARANG KELAPA

OLEH

RISON SIREGAR

Radio Detection and Ranging (RADAR) adalah teknologi gelombang elektromagnetik yang digunakan untuk mendeteksi objek pada jarak yang jauh. RADAR mengeluarkan gelombang radio dan jika terdapat objek dalam jangkauan gelombang tersebut maka gelombang radio akan dipantulkan kembali menuju RADAR, sehingga objek tersebut akan terdeteksi oleh RADAR.

RADAR absorbing material (RAM) adalah material yang berfungsi untuk menyerap gelombang radio sehingga tidak ada gelombang pantulan yang kembali menuju RADAR. RAM umumnya terbuat dari bahan inti unsur karbon, dan berupa seperti cat yang melapisi objek deteksi RADAR. Dalam penelitian ini dilakukan uji coba penggunaan arang tempurung kelapa sebagai pengganti karbon.

RAM arang kelapa diuji dengan menggunakan VNA dan terbukti berhasil bekerja sebagai RAM pada umumnya dengan nilai *reflection-loss* terkecil yang didapat sebesar -21.89 dB pada frekuensi kerja 4-8 GHz. Peneliti kemudian menjalankan simulasi menggunakan *CST studio suite 2019* untuk memvariasikan ketebalan RAM, bertujuan menguji kinerja RAM tersebut. Berdasarkan penelitian terdahulu dan simulasi yang dilakukan oleh penulis, dapat disimpulkan bahwa semakin tebal RAM maka akan semakin kecil nilai *reflection-loss* yang didapat yang berarti semakin besar serapan RAM terhadap gelombang elektromagnetik.

Kata Kunci: Gelombang Elektromagnetik, RADAR, RAM (*RADAR Absorbing Material*), *Reflection-loss*.

ABSTRACT**EFFECT OF THE THICKNESS LEVEL ON COCONUT CHARCOAL
RAM'S (RADAR ABSORBING MATERIAL) REFLECTION-LOSS****BY****RISON SIREGAR**

Radio Detection and Ranging (RADAR) is an electromagnetic wave technology used to detect objects at great distances. RADAR emits radio waves and if there are objects within the range of these waves, the radio waves will be reflected back towards the RADAR, so that the object will be detected by the RADAR.

RADAR absorbing material (RAM) is a material that serves to absorb radio waves so that no reflected waves return to the RADAR. RAM is generally made of a carbon element core, and is in the form of paint that coats RADAR detection objects. In this study, a trial was conducted on the use of coconut shell charcoal as a carbon substitute.

Coconut charcoal RAM was tested using VNA and proved to be successful as RAM in general with the smallest reflection-loss value obtained at -21.89 dB at a working frequency of 4-8 GHz. The researcher then ran a simulation using the CST studio suite 2019 to vary the thickness of the RAM, aiming to test the performance of the RAM. Based on previous research and simulations conducted by the author, it can be concluded that the thicker the RAM, the smaller the reflection-loss value obtained, which means the greater the absorption of RAM against electromagnetic waves.

Key Words: Electromagnetic Waves, RADAR, RAM (RADAR Absorbing Material), Reflection-loss.

**PENGARUH TINGKAT KETEBALAN PADA *REFLECTION-LOSS* RAM
(*RADAR ABSORBING MATERIAL*) ARANG KELAPA**

Oleh

RISON SIREGAR

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Program Studi Teknik Elektro
Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **PENGARUH TINGKAT KETEBALAN PADA REFLECTION-LOSS RAM (RADAR ABSORBING MATERIAL) ARANG KELAPA**

Nama Mahasiswa : **Rison Siregar**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1615031060

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Skripsi ini adalah penyetaraan dari laporan PKM penelitian dengan Judul Pemanfaatan Arang Kelapa Sebagai Pelapis Permukaan Pesawat Udara tanpa

Awak yang lolos PIMNAS Tahun 2020, sesuai dengan peraturan Rektor

Nomor

1017/UN26/HK.00.00/2017

MENYETUJUI

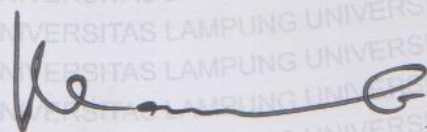
1. Komisi Pembimbing


Yetti Yuniati, S.T., M.T.

NIP. 198001132009122002

2. Mengetahui

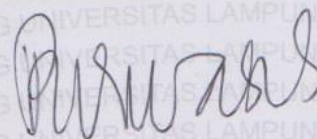
Ketua Jurusan
Teknik Elektro



Khairudin, S.T., M.Sc., Ph.D.Eng.

NIP. 197007192000121001

Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Dr.Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.

NIP.197404222000122001

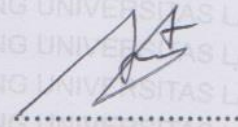
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Pembimbing Utama : Yetti Yuniati, S.T., M.T.



Pembimbing PKM : Aryanto, S.T., M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.

NIP. 197509282001121002

Tanggal Pemaparan PIMNAS : 26 November 2020

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 14 Januari 2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**Pengaruh Tingkat Ketebalan pada *Reflection-loss* RAM (RADAR *ABSORBING MATERIAL*) Arang Kelapa**” merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari terbukti skripsi ini merupakan salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Radar Lampung, 12 Februari 2022



Rison Siregar
NPM. 1615031060

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Gedung Raja, pada tanggal 02 Juli 1998. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Basaroni dan Ibu Amsiah yang diberi nama Rison Siregar. Mengenai riwayat pendidikan, penulis lulus Sekolah Dasar (SD) di SDN 01 Gedung Raja pada tahun 2010, lulus Madrasah Tsanawiyah (MTs) di MTs Walisongo Lampung Utara pada tahun 2013, lulus Madrasah Aliyah (MA) di MA Walisongo Lampung Utara pada tahun 2016, dan diterima di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung (Unila) pada tahun 2016 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di Organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) Fakultas Teknik sebagai Anggota Departemen Pendidikan 2017 dan 2018. Selain mengikuti organisasi, penulis juga berkesempatan menjadi Asisten Laboratorium Teknik Telekomunikasi dan menjadi asisten untuk beberapa praktikum yaitu, Praktikum Dasar Telekomunikasi, Praktikum Sistem Komunikasi dan Praktikum Jaringan Telekomunikasi. Selain itu, penulis pernah melakukan Kerja Praktek (KP) selama 40 hari di Kantor Wali Kota Binjai, Binjai Medan pada tahun 2019.

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Skripsi ini kupersembahkan untuk

” Ibu dan Bapak ”

Yang selalu mendoakan penulis di waktu terbaik sepertiga malam terakhir dan senantiasa memberikan dukungan moril maupun materil dalam menyelesaikan Skripsi.

-TERIMAKASIH-

Motto

“Hai orang-orang mukmin, jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu”

(QS. Muhammad: 7)

“Kemudian apabila kamu telah membulatkan tekad, maka bertwakallah kepada Allah. Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang bertawakal pada-Nya.”

(QS. Ali-Imran: 159)

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.”

(QS. Al-Mujadalah: 11)

SANWACANA

Alhamdulillahirobbil'alamiin, penulis haturkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini.

Skripsi dengan judul "**PENGARUH TINGKAT KETEBALAN PADA REFLECTION-LOSS RAM (RADAR ABSORBING MATERIAL) ARANG KELAPA**" ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam masa perkuliahan dan penelitian, penulis mendapat banyak hal baik berupa dukungan, semangat, motivasi dan banyak hal yang lainnya. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Karomani, M.Si. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Suharno, M.Sc, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Khairudin, S.T., M.Sc., Ph.D., Eng selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

4. Ibu Yetti Yuniati, S.T., M.T. selaku pembimbing utama skripsi yang telah dengan sabar dan memberikan begitu banyak waktu untuk membimbing, memberikan ilmu, semangat, motivasi dan juga arahan dari beliau.
5. Bapak Aryanto S.T., M.T. selaku pembimbing Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) yang telah membimbing, memberikan ilmu, semangat, motivasi dan juga arahan dari beliau.
6. Ibu Dr. Melvi, S.T., M.Sc selaku salah satu dosen TELTI dan juga kepala Laboraturium Telekomunikasi yang telah memberikan fasilitas dan mengadakan kegiatan-kegiatan yang baik serta bermanfaat untuk lab.
7. Segenap dosen dan pegawai di Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang tak terlupakan oleh penulis.
8. Eko Aziz Apriadi dan Adhyaksa Dwi Oktavian teman seperjuangan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) yang saling bantu. Terima kasih untuk segala momen-momen yang sudah terjadi baik itu suka maupun duka.
9. Nur Afifah Fitria Ningrum dan Keluarga di Prokimal terimakasih sudah membantu penulis untuk momen-momen yang terjadi baik itu suka maupun duka.
10. Abah, Emah, Reni Madona, dan Roby Yansyah selaku keluarga yang telah memberikan *support* dan doa.
11. Teman-teman Keluarga Sagne yang sudah menjadi seperti keluarga sendiri. Terima kasih untuk segala kebaikan yang sudah diberikan.
12. Teman-teman asisten Lab Telekomunikasi dan Ittihadu Ma'had Walisongo, yang sudah saling bantu dan saling mengingatkan. Terima kasih untuk segala momen-momen yang sudah terjadi baik itu suka maupun duka.

13. Setiap individu yang turut membantu dalam penelitian skripsi ini.

Penulis meminta maaf atas segala kesalahan dan ketidaksempurnaan dalam penyusunan skripsi ini. Saran dan kritik membangun sangat diharapkan penulis demi kebaikan di masa yang akan datang. Terimakasih

Bandar Lampung, 12 Februari 2022

Penulis,

Rison Siregar

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
RIWAYAT HIDUP	viii
PERSEMBAHAN	ix
SANWACANA	xi
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat Skripsi	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kajian Pustaka dari Penelitian yang Berkaitan	6
2.2 <i>Radio Detecton and Ranging</i> (RADAR)	8
2.3 <i>RADAR Absorbing Material</i> (RAM)	9
2.4 <i>Reflection-loss</i>	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Perangkat dan Peralatan	14
3.3 Metode Kerja	14
3.3.1 Diagram Alir Penelitian	15

3.3.2 Pembuatan RAM	16
3.3.3 Uji Coba RAM	17
3.3.4 Simulasi CST Studio	18
3.4 Pengambilan Data	19
3.5 Pembuatan Laporan	19

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Coba VNA RAM Arang Kelapa	20
4.2 Simulasi Variasi Ketebalan RAM	22

BAB IV SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	25
5.2 Saran	26

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pendeteksian	9
Gambar 2.2 Prinsip Kerja RAM	10
Gambar 2.3 Penghalang Gelombang Radio	11
Gambar 2.4 S-Parameter	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 3.2 Bubuk Arang Kelapa	16
Gambar 3.3 RAM Arang Kelapa	16
Gambar 3.4 Rancang Bangun Uji Coba RAM Arang Kelapa	17
Gambar 3.5 Template Simulasi	18
Gambar 3.6 Sampel dan <i>Port Waveguide</i>	19
Gambar 4.1 Grafik Uji VNA	20
Gambar 4.2 Hasil Simulasi Ketebalan	22
Gambar 4.2 Perbandingan Hasil Simulasi	24

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel4.1 Uji VNA pada Udara.....	21
Tabel4.2 Uji VNA pada RAM Arang Kelapa	21

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi RADAR dapat mendeteksi objek terbang seperti pesawat, UAV, dan lainnya. Namun pesawat tanpa awak (UAV) yang sering dimanfaatkan untuk menyusup daerah markas musuh dalam kemiliteran harus tidak terdeteksi oleh RADAR [9]. Penelitian tentang material yang mampu menyerap daya gelombang RADAR sudah ada sejak dahulu. Pada era modern spektrum frekuensi radio digolongkan untuk kebutuhan telekomunikasi dan sensor elektronik pada rentang frekuensi 1-3 GHz, dan 70-100 GHz untuk keperluan RADAR. Permasalahan gangguan interferensi, lingkungan, dan refleksi membutuhkan pancaran gelombang yang efisien, terjangkau, dan ringan. Maka untuk berlindung dari radiasi elektromagnetik ini dibutuhkan refleksi atau penyerapan [10].

Material RAM (*RADAR Absorbing Material*) memiliki peran inti menyerap radiasi elektromagnetik/gelombang RADAR dan tidak memantulkannya kembali menuju antenna RADAR. Umumnya RAM berbahan inti unsur karbon yang bisa menyerap radiasi gelombang elektromagnetik [3]. Untuk menghasilkan perlindungan RADAR berupa penyerapan, efektifitas RAM membutuhkan ketebalan yang memadai, karena ketebalan material meningkatkan efek absorpsi gelombang elektromagnetik [11]. Oleh sebab itu dibutuhkan penelitian bahan material yang

bisa menyerap gelombang RADAR, ringan, dan murah. Baik untuk keperluan militer maupun komersial.

Melimpahnya limbah kulit kelapa berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pengganti bahan penyusun material RAM. Produksi kelapa di Indonesia menghasilkan rata-rata 15.5 milyar butir/tahun yang setara dengan 3750 megaton air, 3020 megaton kopra, 1800 megaton serat sabut, 750 megaton arang tempurung kelapa, dan 3300 megaton debu sabut [6].

Penggunaan arang kelapa sebagai material pengganti karbon merupakan penelitian PKM yang berjudul "**Pemanfaatan Arang Kelapa untuk Desain Sayap Pesawat Siluman Tanpa Awak**". Penelitian ini membahas masalah pemanfaatan arang kelapa sebagai pengganti karbon yang relatif lebih mahal dari pada arang kelapa. Dari penelitian ini, penulis kemudian memvariasikan tingkat ketebalan RAM untuk mengamati adanya perubahan nilai *reflection-loss* gelombang elektromagnetik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini :

1. Apakah arang tempurung kelapa dapat digunakan menjadi bahan RADAR *absorbing Material* (RAM)?
2. Apakah ketebalan RADAR *Absorbing Material* (RAM) dapat diubah-ubah?.
3. Apakah terdapat perubahan nilai *reflection-loss* dari ketebalan RAM yang bervariasi?
4. Bagaimana nilai *reflection-loss* terbaik dari ketebalan yang bervariasi?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menguji fungsi arang kelapa sebagai bahan pembuatan RADAR *Absorbing Material* (RAM).
2. Memvariasikan ketebalan dari RADAR *Absorbing Material* (RAM) untuk mengamati perubahan nilai *reflection-loss*.
3. Mengamati perubahan nilai *reflection-loss* dari ketebalan RAM yang bervariasi.
4. Membandingkan nilai *reflection-loss* terbaik dari ketebalan yang bervariasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini :

1. Membuktikan bahwa arang kelapa dapat digunakan sebagai bahan pembuatan RADAR *Absorbing Material* (RAM).
2. Mengetahui ketebalan terbaik untuk nilai *reflection-loss* yang optimal pada RADAR *Absorbing Material* (RAM).
3. Sebagai landasan untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini :

1. Uji coba RAM arang kelapa menggunakan jasa pihak ketiga.
2. Data hasil didapatkan dari simulasi.
3. Tidak membahas pengaruh dari jenis polarisasi dan frekuensi gelombang yang berbeda.

1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun dengan sistematika penulisan :

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan penulisan, manfaat penulisan, rumusan masalah, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat tinjauan literatur dari beberapa hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik pada skripsi ini, seperti pengertian, *RADAR Absorbing Material (RAM)*, *Reflection-loss*, Arang Kelapa.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memuat tentang langkah-langkah penelitian yang dilakukan, yaitu pemodelan sistem, diagram alir pengerjaan penelitian, diagram alir simulasi sistem, penjelasan sistem dan skenario simulasi sistem.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil dari simulasi yang didapatkan dan pembahasan hasil simulasi tersebut.

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang intisari dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan. Selain itu terdapat juga saran dari penelitian yang telah dilakukan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka pada Penelitian yang Berkaitan

Penelitian yang telah dilakukan oleh Yana Taryana dengan judul “Material Penyerap Gelombang Elektromagnetik Frekuensi Radar” tahun 2019 [8], menjelaskan perkembangan teknologi RAM serta modifikasi dan rekayasa untuk menghasilkan parameter yang dibutuhkan. Kebanyakan literatur menyimpulkan bahwa bahan yang bisa digunakan untuk bahan pembuatan RAM adalah bahan material ferit yang memiliki permitivitas dan permeabilitas besar. Material ini bisa menyerap gelombang RADAR. Terdapat dua jenis pelindung yang bisa mempengaruhi gelombang RADAR, yaitu *shield* yang menghalangi (memantulkan) gelombang RADAR sehingga melindungi komponen elektrik dan *absorber* yang bisa menyerap gelombang RADAR sehingga tidak terjadi pantulan. Material *absorber* harus memiliki nilai permitivitas dan permeabilitas yang besar, yang berarti bersifat dielektrik dan magnetik.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Lian Usvanda dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Lapisan Radar Absorbing Material (RAM) Berbahan Dasar BaM/PANi pada Rentang Gelombang X-Band dengan Variasi Ketebalan” pada 2016 [11], menguji sintesis campuran BaM/PANi untuk membuat RAM yang bisa menyerap gelombang RADAR. Uji coba dilakukan dengan metode tes VNA pada

ketebalan RAM 1 mm, 1.5 mm, 2 mm, 2.5 mm, dan 3 mm. Tes VNA pada plat baja menghasilkan nilai *reflection-loss* sebesar -0.389 dB, kemudian pada RAM ketebalan 3 mm menghasilkan nilai -21.231 dB, pada 2.5 mm menghasilkan -5.99 dB, pada 2 mm menghasilkan -3.98 dB, pada 1.5 mm menghasilkan -2.38 dB, dan pada 1 mm menghasilkan -1.98 dB. Hal ini menunjukkan jika semakin tebal lapisan RAM maka akan menghasilkan serapan gelombang RADAR yang juga semakin besar.

Penelitian oleh Himangshu Bhusan Baskey dan M. Jaleel Akhtar dalam “*Electromagnetic Design and Testing of Carbon Black and Carbon Fiber Epoxy Composites for Defence Stealth applications*” menunjukkan bahwa unsur karbon bisa diterapkan menjadi bahan RAM yang bisa bekerja baik dalam menyerap gelombang RADAR. RAM dibuat dengan menggunakan campuran karbon dan resin epoxy dengan ketebalan 2.5 mm dengan luas 6x6 inchi. Kemudian dilakukan uji coba VNA pada spektrum frekuensi 15 GHz dan menghasilkan nilai *reflection-loss* sebesar -13.5 dB [3].

Penelitian dengan judul “Pelapisan *Single Layer* Penyerap Gelombang Radar Dispersi Barium M-Heksaferit/Polianilin pada Rentang X-Band” oleh Susmita Rachmawati pada tahun 2016 [9], melakukan sintesis RAM dengan campuran BaM/PANi dengan variasi perbandingan campuran. Uji coba perbandingan BaM:PANi dengan menggunakan VNA pada variasi perbandingan 1:0.5, 1:1, 1:1.5, 1:2, dan 1:2.5 dalam rentang frekuensi 8-12 GHz, menghasilkan nilai *reflection-loss* sebesar -28.71 dB pada perbandingan BaM/PANi sebesar 1:2.5. Hal ini

membuktikan bahwa penambahan PANi akan memperbesar nilai serapan gelombang RADAR.

Penggunaan unsur karbon menjadi bahan RAM seperti dalam penelitian sebelumnya merupakan hal yang pasti. Dalam penelitian “Kajian Pembentukan Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa” oleh Esmar Budi pada tahun 2012 menjelaskan bahwa tempurung kelapa dapat dijadikan karbon aktif. Jika dibandingkan dengan bahan-bahan organik lainnya seperti jagung, padi, tangkai jagung, dan kulit coklat yang hanya menghasilkan 12-20% karbon, tempurung kelapa menghasilkan karbon sebanyak 76% dari hasil pembakarannya. Proses pembuatan karbon dari tempurung kelapa meliputi pembersihan bahan, pembakaran, penggilingan arang, dan pengaktifan karbon (aktivasi) dengan memanfaatkan larutan kimia atau pemanasan uap pada suhu tertentu [4].

2.2 Radio Detection and Ranging (RADAR)

RADAR adalah sistem gelombang radio elektromagnetik yang berguna untuk dapat mendeteksi, mengukur jarak, dan memetakan objek-objek seperti pesawat (militer dan komersil) dan informasi cuaca di sekitar. Gelombang pantulan berasal dari suatu objek akan ditangkap oleh RADAR, yang kemudian diteliti menggunakan algoritma tertentu untuk mengetahui informasi lokasi, jarak, dan bahkan jenis objek tersebut. Meskipun gelombang pantulan yang diterima RADAR relatif lemah [7].

Prinsip kerja RADAR :

1. Antena menembakkan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi, arah, dan polaritas tertentu.

2. Ketika gelombang tersebut menabrak suatu benda, akan ada gelombang pantulan (*echo*) kembali menuju antena.
3. Gelombang inilah yang dianalisa untuk mendeteksi suatu objek.



Gambar 2.1 Pendeteksian

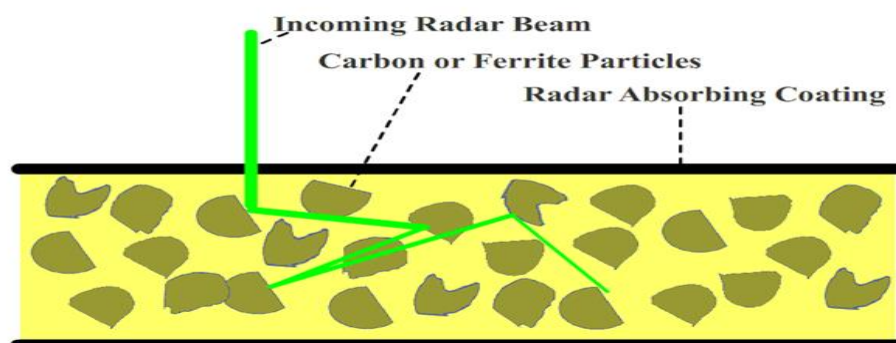
2.3 RADAR ABSORBING MATERIAL (RAM)

RADAR *Absorbing Material* (RAM) adalah bahan yang bisa lolos dari deteksi RADAR. Fungsi utama RAM adalah untuk mengurangi tingkat RCS (RADAR *Cross Section*). Sehingga ketika RAM terpapar gelombang, gelombang itu tidak memantul kembali menuju antena dan justru tersebar atau terserap oleh RAM. RAM tersusun dari bahan paramagnetik dan bahan dielektrik. RAM biasanya diaplikasikan pada bagian pesawat yang memungkinkan memiliki tingkat RCS tinggi, namun RAM bisa saja menambah beban pesawat menjadi berat.

Salah satu jenis material RAM yang terkenal yakni adalah *iron ball paint*. Material ini tersusun dari bola-bola besi yang berukuran sangat kecil yang dilapisi dengan *carbonyl iron* atau *ferrite*. Gelombang yang dikeluarkan oleh RADAR akan menghasilkan getaran molekuler yang dihasilkan dari pengaturan medan magnet pada material ini, dengan adanya fenomena getaran molekuler ini maka akan

menyebabkan terjadinya konversi dari daya gelombang radio/elektromagnetik menjadi energi panas. Pada akhirnya energi panas tersebut akan dialirkan menuju pesawat dan setelah itu panasnya akan dibuang. Partikel-partikel *iron* tersebut diperoleh melalui dekomposisi *iron pentacarbonyl* dan juga mengandung karbon, oksigen dan nitrogen. Pesawat F-117 memanfaatkan *iron ball paint* yang diisolasi elektrik dalam ukuran tertentu yang dicampurkan pada 2 bagian cat epoxy. Setiap bola mikroskopis tersebut dilapisi oleh *quartz (silicon dioxide)* yang menjadi isolasi, saat *iron ball paint* masih berupa dalam bentuk cair maka dilakukanlah *treatment* medan magnet dengan angka Gauss dan jarak tertentu sehingga menghasilkan pola medan magnet yang diinginkan pada *carbonyl iron ball*.

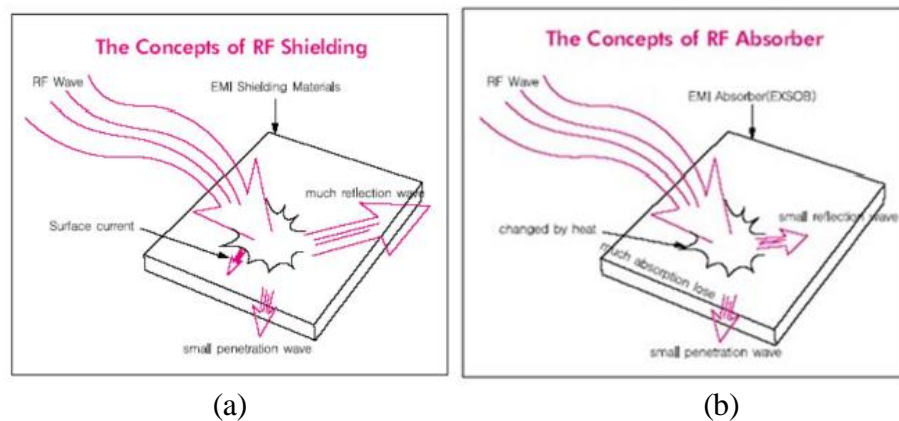
Prinsip kerja RAM adalah, ketika gelombang elektromagnetik menabrak bahan RAM, gelombang akan terserap dan dibelokkan arah pantulannya. Sehingga tidak terjadi pantulan yang kembali pada antena.



Gambar 2.2 Prinsip kerja RAM

Untuk menangkal gelombang eletromagnetik, ada 2 jenis material yang bisa digunakan, yaitu *shield* dan *absorber*. *Shield* bekerja sebagai

penangkal/memantulkan gelombang RADAR agar tidak tembus dan merusak komponen elektrik. Sedangkan *absorber* bekerja dengan menyerap gelombang elektroamagnetik dan diubah menjadi panas agar tidak ada pantulan gelombang yang muncul [8].



Gambar 2.3 Penghalang Gelombang Radio a) *shield* b) *absorber*

RAM umumnya berbahan inti karbon yang berfungsi untuk menyerap gelombang RADAR/elektromagnetik. Penggunaan karbon terbukti dapat mengurangi nilai *reflection-loss* dalam penelitian-penelitian sebelumnya.

1.4 Reflection-loss

Reflection-loss adalah rasio dari daya pancar gelombang dengan daya gelombang *echo*. Perbandingan ini menggambarkan seberapa besar daya gelombang *echo* diterima yang hilang saat dibandingkan dengan daya pancar gelombang [7].

$$Rl = \frac{Pr}{Pt} \dots\dots\dots 2.1$$

Daya gelombang *echo* sendiri dipengaruhi oleh beberapa faktor :

- Jarak

- Nilai RCS objek target
- Impedansi dan permitivitas objek target
- Frekuensi/panjang gelombang
- Daya pancar gelombang
- Gain antenna

Secara matematis, nilai P_r dirumuskan :

$$P_r = \frac{P_t G \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4} \dots\dots\dots 2.2$$

$$P_r = \frac{P_t G \left(\frac{1}{f}\right)^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4} \dots\dots\dots 2.3$$

$$P_r = \frac{P_t G \sigma}{(4\pi)^3 R^4 f^2} \dots\dots\dots 2.4$$

Sedangkan untuk jenis Bistatik, nilai P_r dirumuskan :

$$P_r = \frac{P_t G \sigma}{(4\pi)^3 R_t^2 R_r^2 f^2} \dots\dots\dots 2.5$$

Keterangan :

R_l = *Reflection-loss*

P_r = Daya gelombang *echo*

P_t = Daya gelombang pancar

G = Gain antenna

R = Jarak

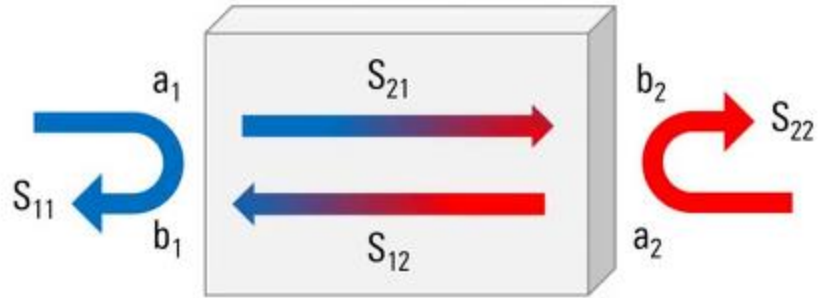
σ = Nilai RCS

λ = Panjang gelombang

f = Frekuensi gelombang

Reflection-loss sering juga disebut parameter S_{11} , parameter S_{11} adalah pengukuran

gelombang pantulan yang dipancarkan dari antena 1 dan diterima kembali oleh antena 1 (*monostatic*).



Gambar 2.4 S-Parameter

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Jadwal penelitian akan dilakukan pada :

Waktu : Juni 2020 – September 2020

Tempat : Laboratorium Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro,
Fakultas Teknik Universitas Lampung

3.2 Perangkat dan Peralatan

Adapun peralatan dan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian skripsi ini adalah:

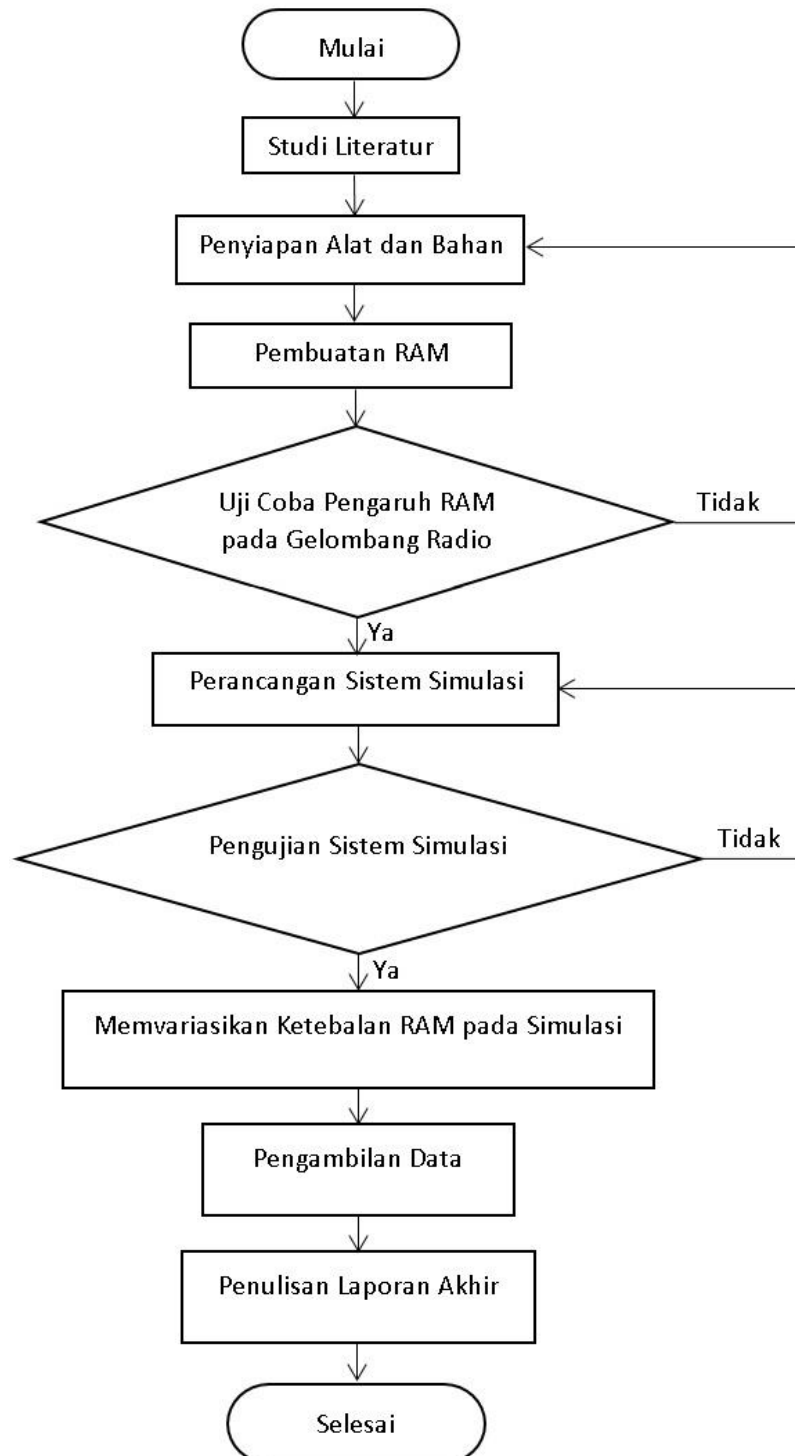
1. Satu buah *personal computer*
2. *Software CST Studio Suite 3D*
3. Tempurung kelapa (arang tempurung kelapa 10 gr)
4. Resin dan Hardener
5. Cetakan 6x6 inchi

3.3 Metode Kerja

Metode penelitian yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian dari skripsi ini memiliki beberapa tahapan kerja :

3.3.1 Diagram Alir Penelitian

Tahap penelitian yang dilakukan pada penelitian ini terdapat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.3.2 Pembuatan RAM

RAM dibuat dengan bahan karbon arang kelapa dan resin/hardener dengan perbandingan 2:5. Tempurung kelapa pertama dibersihkan dari kotoran, kemudian dibakar dan digiling menjadi bubuk.



Gambar 3.2 Bubuk arang kelapa

Kemudian dicampurkan dengan epoksi resin/hardener dengan komposisi bubuk arang kelapa 10 gr, resin 20 gr, dan hardener 5 gr. Campuran ini lalu dituangkan dalam cetakan selebar 6x6 inci dengan ketebalan 2.5 mm dan didiamkan dalam suhu kamar hingga mengeras (6 jam).



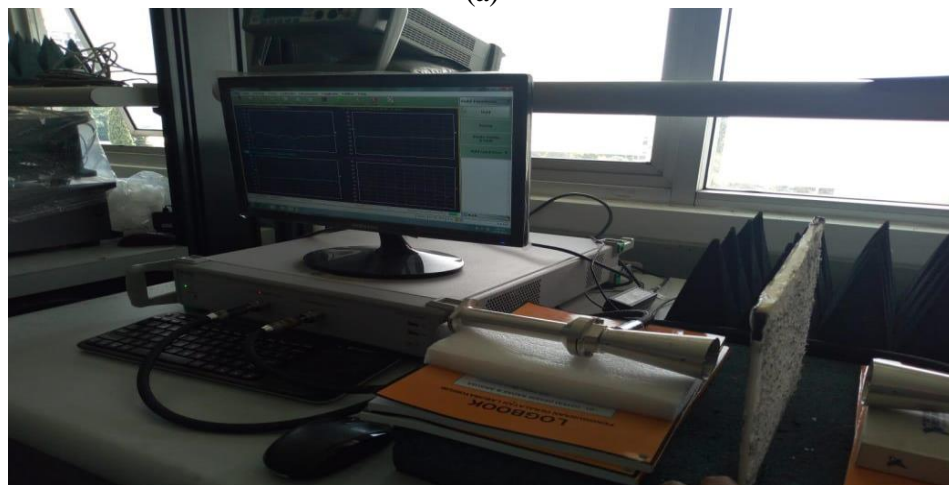
Gambar 3.3 RAM arang kelapa

3.3.3 Uji Coba RAM

RAM arang kelapa kemudian diuji coba dengan metode VNA, uji coba ini dilakukan di Institut LIPI Bandung. Uji coba dilakukan dengan cara meletakkan RAM diantara 2 buah antena (pengirim dan penerima) dan mendeteksi gelombang pantulan yang dihasilkan dengan menggunakan frekuensi kerja 4-8 GHz.



(a)



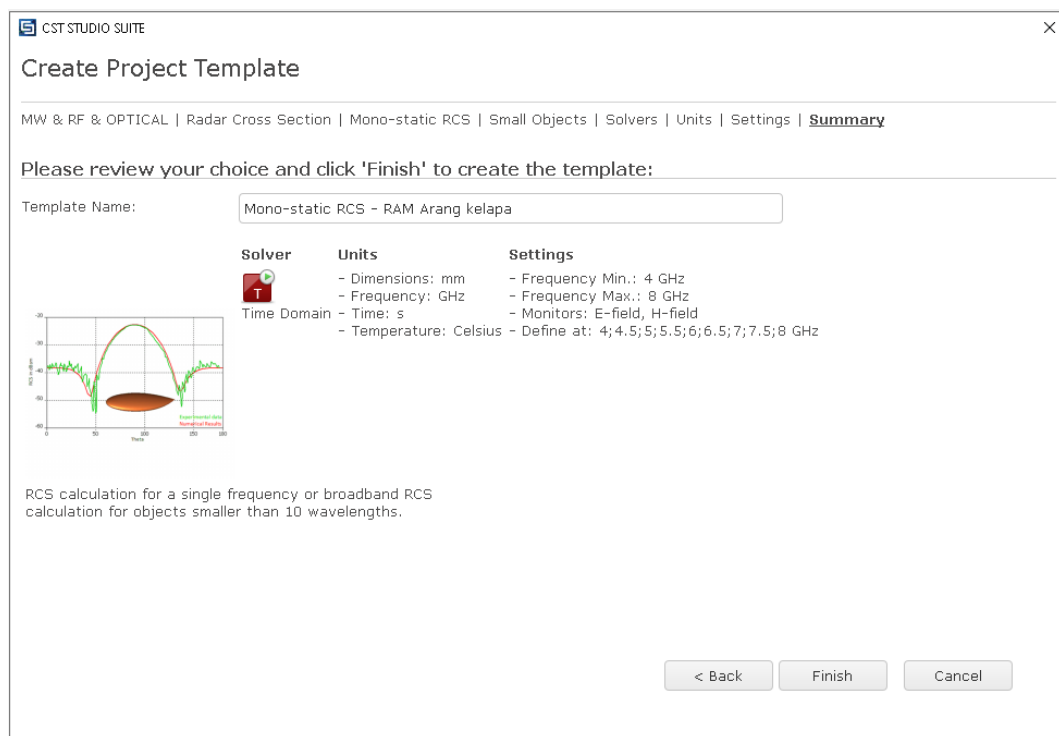
(b)

Gambar 3.4 Rancang bangun uji coba RAM arang kelapa a) udara b) RAM

Dilakukan uji coba pada udara terbuka sebagai referensi terlebih dahulu, kemudian diletakkan RAM arang kelapa. Nilai yang dihasilkan kemudian dibandingkan untuk mengetahui berfungsinya RAM arang kelapa.

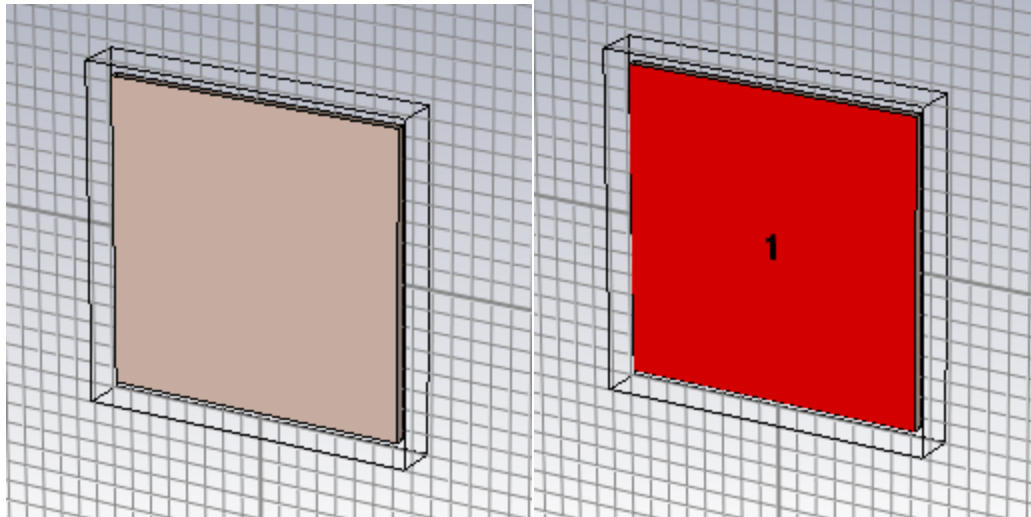
3.3.4 Simulasi CST Studio

Setelah dilakukan uji VNA, dilakukan simulasi menggunakan *CST studio suite* 2019 untuk memvariasikan ketebalan RAM. Ketebalan yang diuji coba adalah 1 mm, 2 mm, 2.5 mm, 5 mm, dan 10 mm.



Gambar 3.5 *Template* simulasi

Model uji coba yang digunakan disesuaikan dengan penelitian PKM sebelumnya, yaitu 6x6 inci bahan karbon pada CST studio dengan frekuensi 4-8 GHz. Gelombang yang digunakan dalam simulasi adalah gelombang *waveguide* dengan port parameter S_{11} , sudut *port waveguide* adalah 0° dari bahan sampel.



Gambar 3.6 Sampel dan *port waveguide*

3.4 Pengambilan Data

Setelah pembuatan RAM, ujicoba RAM, dan variasi ketebalan menggunakan simulasi, dilakukan pengambilan data dalam bentuk grafik nilai *reflection-loss* yang dihasilkan oleh RAM dari uji VNA dan simulasi.

3.5 Pembuatan Laporan

Dalam tahap ini dilakukan penulisan laporan berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian. Data yang dihasilkan dilakukan pengambilan kesimpulan dan saran.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijabarkan simpulan berdasarkan hasil simulasi yang telah didapatkan dan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yang mungkin dapat dilakukan.

5.1 Simpulan

Adapun kesimpulan dari skripsi ini yaitu:

1. *Radio Detection and Ranging* (RADAR) adalah teknologi gelombang elektromagnetik yang digunakan untuk mendeteksi objek
2. RAM (RADAR Absorbing Material) adalah bahan yang dapat menyerap gelombang yang dipancarkan oleh RADAR, umumnya berbahan inti karbon.
3. Penggunaan arang kelapa sebagai pengganti karbon pada RAM bisa dilakukan dan RAM dapat bekerja dengan baik sebagai *absorber*.
4. Pada Uji VNA terhadap RAM arang kelapa dengan frekuensi 4-8 GHz, menghasilkan nilai yang cukup stabil dengan nilai terkecil sebesar -21.89 dB pada frekuensi 4 GHz.
5. Semakin tebal lapisan RAM, maka semakin kecil nilai *reflection-loss* RAM. Yang berarti serapan gelombang elektromagnetik semakin besar.
6. Penurunan nilai *reflection-loss* dalam simulasi berhenti saat mencapai ketebalan 5 mm.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Uji simulasi masih berbeda dengan uji coba langsung, galat ini terjadi karena tingkat ketelitian yang masih rendah.
2. Uji coba dan uji simulasi hanya dilakukan pada pita frekuensi X-band, bisa dilakukan pengujian untuk pita frekuensi lainnya.
3. Dalam simulasi, nilai *reflection-loss* berhenti menurun saat mencapai ketebalan 5 mm. Kemungkinan penyebabnya adalah gelombang elektromagnetik tidak bisa menembus lebih dari ketebalan RAM 5 mm, hal ini bisa diteliti lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Longhi, "Ubiquitous flying sensor antennas: radiofrequency identification meets micro drones, radio frequency identification", *IEEE Journal of Radio Frequency Identification*, vol. 1, pp. 291-299, Desember 2017.
- [2] G. S. Pambayun, "Pembuatan karbon aktif dari arang tempurung kelapa dengan aktivator ZnCl_2 dan Na_2CO_3 sebagai absorben untuk mengurangi kadar fenol dalam air limbah", *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 2, pp. 117-120, 2013.
- [3] H. B. Baskey, "Electromagnetic design and testing of carbon black and carbon fiber epoxy composites for defence stealth applications", *Applied Electromagnetics Conference*, pp. 978-979, Februari 2015.
- [4] E. Budi, "Kajian Pembentukan Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa" *Journal Of Industrial Technology Research*, vol. 11, no. 2, pp. 62-63, Juni 2012.
- [5] F. S. Purnomo, "Optimasi aerodinamika cross section (rcs) pada sayap cropped delta dengan metode design of experiments (doe) dan multi objective genetic algorithm (moga)" *Jurnal Inovasi Pertahanan dan Keamanan*, vol. 01, no. 1, pp. 38-48, 2018.
- [6] Z. Mahmud, "Prospek pengolahan hasil samping buah kelapa", *Jurnal Lingkup Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan*, vol. 4, no. 2, pp. 55-63, 2005.
- [7] M. I. Skolnik, *Introduction to System*, Singapore: Singapore Publishing, 1981.
- [8] Y. Taryana, "Material penyerap gelombang elektromagnetik jangkauan frekuensi radar", *Keramik dan Gelas Indonesia*, vol.28, no.1, Juni 2019.
- [9] S. Rachmawati, "Pelapisan single layer penyerap gelombang radar dispersi barium m-heksaferit/polianilin pada rentang x-band", *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, vol. 5, no. 2, Maret 2016.
- [10] M. Hashim, "Preparation and characterisation of $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ -filled polyvinylidene fluoride composite", M.S. thesis, Dept. Sains, Universitas Putra Malaysia, Selangor, 2007.

- [11] L. N. Usvanda, "Sintesis dan karakterisasi lapisan radar absorbing material (ram) berbahan dasar bam/pani pada rentang gelombang x-band dengan variasi ketebalan", *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, vol. 5, no. 2, Agustus 2016.