



### **PENGARUH KOMPOSISI CAMPURAN PELAPIS DAN TEKANAN PADA PELEKATAN PELAPISAN BARIUM M-HEKSAFERIT/POLIANILIN SEBAGAI MATERIAL ABSORBEN MENGGUNAKAN SPRAY GUN**

**Herlina Kartika<sup>1)</sup>, Agus Wijianto S.T,M.T<sup>2)</sup>, Amnur Akhyan S.S.T, M.T<sup>3)</sup>**

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Politeknik Caltex Riau, Jl. Umban Sari, Pekanbaru, 28265

<sup>2</sup>Teknik Mesin, Politeknik Caltex Riau, Jl. Umban Sari, Pekanbaru, 28265

<sup>3</sup>Teknik Mesin, Politeknik Caltex Riau, Jl. Umban Sari, Pekanbaru, 28265

E-mail: [herlina@alumni.pcr.ac.id](mailto:herlina@alumni.pcr.ac.id), [aguswiji@pcr.ac.id](mailto:aguswiji@pcr.ac.id), [akhyan@pcr.ac.id](mailto:akhyan@pcr.ac.id)

#### **Abstract**

Radar or Radio Detection Ranging is a system of electromagnetic waves to detect and measure long distances. Stealth technology or technology systems that allow objects to be undetected by radar. One of them is Radar Absorbing Material (RAM), a material that has the ability to absorb electromagnetic waves. RAM consists of magnetic and dielectric materials. Barium M-Hexaferrite is used as a magnetic material while Polyaniline (PANi) is used as a dielectric material. Barium M-Hexaferrite synthesis material based on Cilacap Beach Iron Sand and Polyaniline Synthesis material by presenting DBSA. To engineer the magnetic properties of BaM, Cu doping was applied, with an ionic radius of 0.71 nm. BaM and PANi materials were mixed on the blacksteel plate using the spray gun method. The study showed the composition of a mixture of BaM and PANi coatings with a ratio of 26 gr vs 23.4 gr, 23.4 gr vs 26 gr and 15.6 gr vs 15.6 gr and variations in pressure (6,7,8 bar). The test characteristics used hardness test, roughness test, thickness test, and VNA test. In this test, the optimal absorption value from the VNA test was obtained, namely the composition of BaM PANi 23.4 gr vs 26 gr at a pressure of 8 bar with a reflection loss value of -4.6119 dB at a frequency of 11.22 GHz.

**Keywords:** RAM, BaM, PANi, Doping Cu and Spray Gun.

#### **Abstrak**

*Radar atau Radio Detection and Ranging merupakan sistem gelombang elektromagnetik berguna untuk mendeteksi dan mengukur jarak jauh. Stealth technology atau sistem teknologi yang memungkinkan objek tidak terdeteksi radar. Salah satunya Radar Absorbing Material (RAM) material yang mempunyai kemampuan menyerap gelombang elektromagnetik. RAM terdiri dari bahan magnetic dan dielektrik. Barium M-Heksaferit digunakan sebagai magnet bahan sedangkan Polianilin (PANi) sebagai dielektrik*



## 9<sup>th</sup> Applied Business and Engineering Conference

*bahan. Sintesis material Barium M-Heksaferit berbasis bahan alam Pasir Besi Pantai Cilacap dan Sintesis material Polianilin dengan pemberian DBSA. Untuk merekayasa sifat kemagnetan BaM diberi doping Cu, berjari jari ionic 0,71 nm. Material BaM dan PANi yang tercampur diaplikasikan pada plat blacksteel menggunakan metode spray gun. Penelitian ditunjukkan komposisi campuran pelapis BaM dan PANi dengan perbandingan 26 gr berbanding 23,4 gr , 23,4 gr berbanding 26 gr dan 15,6 gr berbanding 15,6 gr dan variasi tekanan (6,7,8 bar). Karakteristik pengujian menggunakan uji kekerasan, uji kekasaran, uji ketebalan, dan uji VNA. Pada pengujian ini diperoleh nilai penyerapan paling optimum dari pengujian VNA yaitu pada komposisi BaM PANi 23,4 gr berbanding 26 gr pada tekanan 8 bar dengan nilai reflection loss -4,6119 dB pada frekuensi 11,22 GHz.*

**Kata Kunci:** RAM, BaM, PANi, Doping Cu and Spray Gun.

### PENDAHULUAN

(Usvanda & Zainuri, 2016) membahas tentang membuat lapisan penyerap gelombang radar (RAM) berbahan dasar komposit BaM/PANi dimana BaM dibuat dari pasir besi Tanah Laut Kalimantan Selatan. Didoping dengan ion Zn dan menggunakan metode solid state menghasilkan nilai Reflection Loss yang terbesar dihasilkan oleh pelapisan single layer dengan ketebalan 3 mm yaitu sebesar -21,231 dB pada frekuensi 11,5 GHz. Hal ini berarti semakin tebal lapisan komposit BaM/PaNi yang dilapiskan pada plat baja maka akan semakin besar nilai Reflection Lossnya.

(Rachmawati & Zainuri, 2016) membahas tentang mensintesis Barium M-Heksaferit (BaM) dengan metode solid state dan mengetahui pengaruh variasi massa Polianilin (PANi) terhadap rugi refleksi dengan pelapisan single layer material penyerap gelombang radar pada frekuensi 8-12 GHz dengan didoping ion Zn menghasilkan Nilai Reflection Loss tertinggi pada perbandingan 1:2,5 sehingga dapat disimpulkan semakin meningkat komposisi PANI maka semakin negative nilai Reflection Lossnya.

Indonesia adalah negara dengan luas laut yang sangat luar biasa. Bahkan Indonesia termasuk salah satu negara yang memiliki laut terluas di dunia. Teknologi kapal perang merupakan bentuk pertahanan di bidang yang perlu dikembangkan. Kapal ini tidak terdeteksi Radar. *Stealth technology* atau sistem teknologi yang memungkinkan objek tidak terdeteksi oleh radar. Salah satunya *Radar Absorbing Material (RAM)*. Namun untuk membuat kapal dengan design canggih seperti itu membutuhkan biaya yang besar.



## 9<sup>th</sup> Applied Business and Engineering Conference

Pasir besi yang sangat melimpah di Indonesia dimanfaatkan secara maksimal untuk keperluan teknologi saat ini. Salah satunya Barium M-Heksaferit. Sehingga dapat diaplikasikan untuk penyerap gelombang radar bagi teknologi kapal perang. Polianilin (PANi) merupakan material polimer konduktif yang mempunyai sifat kestabilan kimia yang tinggi di udara, konduktivitas listrik tinggi, dan dapat digunakan untuk melindungi gelombang elektromagnetik yang dihasilkan dari sumber listrik. Penelitian ini mampu membuat material absorben dengan variasi pengaruh tekanan dengan ketentuan 6,7,8 bar dan pengaruh komposisi campuran pelapis dengan temperature BaM 650°C sedangkan PANi 5°C pada proses pelapisan material BaM dan PANi ditambah dengan doping Cu dengan menggunakan metode *spray gun*.

### METODE PENELITIAN

#### A. Sintesis Kopresipitasi Pasir Besi

Dalam proses sintesis pasir besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) ini menggunakan metode kopresipitasi yang di mana adanya pelarut dan terlarut. Proses kopresipitasi dibutuhkan bahan utama yaitu pasir besi yaitu pasir besi pantai cilacap ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Proses sintesis serbuk pasir besi yang akan di campurkan dengan HCL dengan suhu 70°C selama 60 menit. Setelah terjadi larutan maka dilakukan penyaringan. Pemisahan yang sudah dilakukan akan terbentuk menjadi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Proses sintesis  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dilakukan dititrasi dengan menggunakan penambahan larutan Amonia dengan meneteskan secara perlahan hingga mencapai PH 7. Serbuk  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  diperoleh dengan cara mengkalsinasi  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  pada temperature 600°C dengan holding time selama lima jam.

#### B. Sintesis Barium M-Heksaferit non doping dan terdoping

Sintesis Barium M-Heksaferit non doping dan terdoping menggunakan metode *solid state*. Metode *solid state* Barium M-Heksaferit non doping tidak menggunakan doping Cu dan metode terdoping menggunakan doping Cu. Pencampuran pasir besi dan barium karbonat kedalam *magnetic stirrer*. Selanjutnya menambahkan alcohol 70% kedalam *magnetic stirrer* dengan kecepatan 150 rpm selama 2 jam dengan



## 9<sup>th</sup> Applied Business and Engineering Conference

menggunakan waktu henti 30 menit, Setelah terbentuknya endapan dilakukan kalsinasi atau pemanasan dengan temperature 650°C dengan waktu 8 jam dan di peroleh serbuk kriticalin Barium M-Heksaferrit.

### C. Sintesis Polianilin

Polianilin dilakukan dengan proses polimerisasi monomer anilin. Proses dilakukan dengan pembahan Amonium Perokdisulfat (APS) dan aquades kedalam *magnetic stirrer* selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan sintesis anilin dan DBSA kedalam *magnetic stirrer* dengan tempertaur 0°C. Untuk proses selanjutnya dilakukan dengan proses polimerisasi dengan penetes APS sedikit demi sedikit kedalam lautan Anilin dan DBSA, setelah di lakukannya penetes APS dilakukan pengadukan larutan menggunakan *magnetic stirrer* selama 8 jam dengan temperature 5°C sampai larutan berwarna hijau dan dilakukan pencucian dengan aquades dan aseton sampai memiliki air bening dan dilakukan pengeringan sehingga terbentuk serbuk Polianilin berwarna hijau tua.

### D. Proses Pelapisan Single Layer menggunakan metode spray gun

Proses pelapisan diawali dengan mencampurkan material BaM dan PANi dengan perbandingan antara antara 26 gr berbanding 23,4 gr , 15,6 gr berbanding 15,6 gr , dan 23,4 gr berbanding 26 gr. Setelah itu mencampurkan cat jotun epoxy 70 gr dan komposit RAM 44 gr. Lalu aduk cat jotun epoxy dan material RAM. Setelah teraduk, lakukan penyemprotan melapisi plat blacksteel dengan metode *spray* menggunakan variasi tekanan 6 bar, 7 bar,8 bar dengan jarak nozzle 10 cm. Lalu mengeringkan lapisan komposit dan cat. Setelah proses coating selesai, dilakukan dengan pengujian kekasaran pada plat menggunakan *Roughness Tester*, *Brinell*, *coating thickness* dan *Vector Network Analyzer*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Analisa Hasil Pengujian *Roughness Tester* (Uji Kekasaran) Pada Plat

Pengujian Roughness Tester (Uji Kekasaran) dilakukan pada plat yang tujuannya untuk mengetahui nilai kekasaran terhadap material. Pada saat pengambilan data dilakukan dengan meletakkan alat *roughness* di atas benda uji dan dial indicator akan berjalan sendiri dan menghitung hasil dari kekasaran yang terdapat pada plat tersebut. Pada Tabel 1 merupakan hasil dari pengujian *roughness tester*.

Table 7 Data Hasil Pengujian Roughness Tester (Uji Kekasaran)

No	Spesimen	Jarak Nozel (cm)	Tekanan (bar)	Presentasi Komposisi		Presentasi Komposisi		Hasil
				Cat Jotun (gr)	RAM (gr)	BAM (gr)	PANI (gr)	Ra ( $\mu\text{m}$ )
1	1	10	6	70	44	26	23,4	0,117
2	2				44	23,4	26	0,361
3	3				28,08	15,6	15,6	0,626
4	1		7		44	26	23,4	0,377
5	2				44	23,4	26	1,209
6	3				28,08	15,6	15,6	1,084
7	1		8		44	26	23,4	1,084
8	2				44	23,4	26	1,757
9	3				28,08	15,6	15,6	1,250

Pada pengujian ini terlihat nilai Ra tekanan 8 bar hasil Ra paling besar pada perbandingan BAM PANI 23,4 gr berbanding 26 gr yaitu 1,757  $\mu\text{m}$ . Perbedaan nilai tersebut terjadi dikarenakan perbedaan tekanan saat penyemprotan material RAM dan Cat Tekanan sangat mempengaruhi nilai kekasaran karena dengan tekanan yang semakin tinggi energi yang dimiliki partikel RAM yang sudah dicampur dengan cat juga semakin tinggi, sehingga ketika partikel ditembakkan terjadi tumbukkan dengan permukaan substrat dan terjadi deformasi yang semakin besar yang mengakibatkan permukaan material semakin kasar dan nilai kekasaran permukaan semakin besar.

B. Analisa Hasil Pengujian Brinell (uji kekerasan) pada plat

Pengujian Brinell dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kekerasan pada suatu benda dengan di berikan bola baja (indenter) yang akan menekan pada permukaan benda uji. Pada saat pengambilan data dilakukan dengan melakukan penekanan pada 3 titil dengan cara benda uji di letakkan di atas meja pengujian dan bola indikator akan menekan dengan sendirinya di ketiga titil tersebut dan mengeluarkan hasil. Pada tabel 2 merupakan hasil dari pengujian *brinell*.

Table 8 Data Hasil Pengujian Brinell

No	Spesimen	Jarak Nozel (cm)	Tekanan (bar)	Presentasi Komposisi		Presentasi Komposisi		D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	HBW	
				Cat Jotun	RAM (gr)	BAM (gr)	PANI (gr)				
1	1	10	6	70 gr	44	26	23,4	2.156	2.156	195.38	
2	2				44	23,4	26	2.056	2.056	215.92	
3	3				28,08	15,6	15,6	2.115	2.115	203.51	
4	1		7		8	44	26	23,4	2.099	2.099	206.85
5	2					44	23,4	26	2.120	2.120	202.51
6	3					28,08	15,6	15,6	2.105	2.105	205.54
7	1					44	26	23,4	2.139	2.139	198.81
8	2					44	23,4	26	1.921	1.922	248.81
9	3					28,08	15,6	15,6	2.070	2.070	212.93



## 9<sup>th</sup> Applied Business and Engineering Conference

Pada pengujian ini diambil 3 titik, nilai kekerasan yang baik yaitu nilai yang paling tinggi yaitu pada perbandingan BAM PANI 23,4 berbanding 26 gr tekanan 8 bar dengan nilai HBW 28.81. Pada pengujian ini dapat perbedaan nilai tersebut terjadi dikarenakan perbedaan tekanan saat penyemprotan material RAM dan cat. Hal ini disebabkan semakin meningkatnya tekanan maka celah celah pori akan terisi rapat oleh material RAM dan cat sehingga permukaan specimen semakin padat.

### C. Analisa Hasil Pengujian Coating Thickness

Pengujian *coating thickness* bertujuan untuk mengetahui ketebalan hasil *coating* dari campuran cat jotun epoxy dan material RAM. Pada saat pengambilan data alat *coating thickness* di letakkan di atas plat dan akan mengeluarkan jarum untuk mengukur ketebalan cat tersebut. Pada tabel 3 merupakan hasil dari pengujian *Coating Thickness*.

Table 9 Data Hasil Pengujian Coating Thickness

No	Spesimen	Jarak Nozel (cm)	Tekanan (bar)	Presentasi Komposisi		Presentasi Komposisi		Ketebalan (mm)
				Cat Jotun (gr)	RAM (gr)	BAM (gr)	PANI (gr)	
1	1	10	6	70	44	26	23,4	0.03
2	2				44	23,4	26	0.04
3	3				28,08	15,6	15,6	0.04
4	1		7		44	26	23,4	0.06
5	2				44	23,4	26	0.06
6	3				28,08	15,6	15,6	0.05
7	1		8		44	26	23,4	0.07
8	2				44	23,4	26	0.08
9	3				28,08	15,6	15,6	0.07

Hubungan dari ketebalan adalah dengan adanya tekanan pada saat

penyemprotan. Pada pengujian ini diperoleh nilai ketebalan tertinggi tekanan 8 bar presentasi komposisi BAM PANI 23,4 gr berbanding 26 gr yaitu 0.08 mm. Dikarenakan semakin tingginya tekanan udara yang digunakan, mampu meningkatkan droplet (kecepatan keluarnya cat) sehingga memperbanyak jumlah droplet yang mencapai permukaan substrat. Semakin banyak dan cepatnya droplet yang mencapai permukaan substrat maka ketebalan *coating* bertambah.

#### D. Analisa Hasil Pengujian *Vector Network Analyzer* (VNA)

Pengujian *Vector Network Analyzer* (VNA) mempunyai tujuan untuk mengukur gelombang mikro dan parameter *scattering* pada frekuensi 8 GHz sampai 12 GHz. yang akan digunakan untuk mengukur nilai *reflection loss* pada lapisan *coating* material anti radar + cat jotun epoxy pada plat *black steel*. Pada tabel 4 merupakan hasil dari pengujian hasil VNA.

Table 10 Data Hasil Pengujian Vector Network Analyzer

N O	Sp e si me n	Jara k Noze l (cm)	Tekan an (bar)	Komposisi Komposit		Komposisi Komposit		Reflect ion Loss (dB)	Freku Ensi (GHz )
				Cat Jotun (gr)	RAM (gr)	BAM (gr)	PANI (gr)		
1	1	10	6	70	44	26	23,4	-2,0588	10,95
2	2				44	23,4	26	-2,9381	10,95
3	3				28,08	15,6	15,6	-2,3707	10,95
4	1		7		44	26	23,4	-2,7948	10,95
5	2				44	23,4	26	-3,481	10,95
6	3				28,08	15,6	15,6	-3,13	10,95





## 9<sup>th</sup> Applied Business and Engineering Conference

7	1				44	26	23,4	-2,8264	10,95
8	2		8		44	23,4	26	-4,6119	11,22
9	3				28,08	15,6	15,6	-3,8961	10,95

Pada tabel diatas menunjukkan nilai *reflection loss* penyerapan paling rendah terjadi pada material anti radar dengan perbandingan BAM : PANI 26 gr : 23,4 gr , tekanan 6 bar ditunjukkan dengan nilai *Reflection loss* sebesar -2,0588 dB pada frekuensi 10,95 GHz. Hal ini disebabkan besarnya *Reflection Loss* semakin meningkat dengan penambahan PANI, karena hal ini menunjukkan penambahan PANI sebagai material konduktif dapat meningkatkan penyerapan gelombang mikro yang ditunjukkan dengan nilai *Reflection Loss* yang semakin negative. Nilai yang paling baik yaitu nilai *Reflection loss* tertinggi komposisi komposit BAM : PANI 23,4 gr berbanding 26 gr ditunjukkan dengan nilai reflection loss sebesar -4,6119 dB pada frekuensi 11,22 GHz. Sehingga dapat disimpulkan semakin meningkat komposisi PANI maka semakin negative nilai *Reflection Loss* nya artinya semakin bagus penyerapannya.

### SIMPULAN

Dari hasil kegiatan yang dilakukan, mulai dari persiapan alat dan bahan, pembuatan material BAM dan PANI, pencampuran material BAM dan PANI, pencampuran material RAM dan Cat Jotun Epoxy dan pelaksanaan pengujian, hingga dihasilkan data uji maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengujian *Roughness Tester* (uji kekasaran) terbaik material anti radar dengan perbandingan komposisi komposit BAM PANI 26 gr berbanding 23,4 gr saat tekanan 6 bar yaitu 0.117  $\mu\text{m}$ .
2. Pada pengujian *Brinell* (uji kekerasan) yang tinggi pada material anti radar komposisi komposit BAM PANI 26 gr berbanding 23,4 gr saat tekanan 8 bar.
3. Pengujian *coating thickness* (uji ketebalan) nilai yang paling besar adalah sampel komposisi komposit BAM PANI 26 gr berbanding 23,4 saat tekanan 8 bar yaitu 0.08 mm.



## 9<sup>th</sup> Applied Business and Engineering Conference

4. Pengujian VNA nilai penyerapan paling optimum pada komposisi komposit BAM PANI 23,4 gr berbanding 26 gr saat tekanan 8 bar yaitu dengan nilai *reflection loss* nya sebesar. -4,6119 dB pada frekuensi 11,22 GHz.

### DAFTAR PUSTAKA

- Rachmawati, S., & Zainuri, M. (2016). Pelapisan Single Layer Penyerap Gelombang Radar Dispersi Barium M-Heksaferit/ Polianilin pada rentang X-Band. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5.
- Usvanda, L. N., & Zainuri, M. (2016). Sintesis dan Karakteristik Lapisan Radar Absorbing Material (RAM) Berbahan Dasar BAM/PANi pada Rentang Gelombang X- Band dengan Variasi Ketebalan. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6.