
ANALISA ANTENA DENGAN MENGGUNAKAN REFLEKTOR CERMIN SEBAGAI TEKNOLOGI ALTERNATIF

La Hasanudin¹, Agustinus Lolok²

¹Jurusan Teknik Mesin, Universitas Halu Oleo, Kendari

²Jurusan Teknik Elektro, Universitas Halu Oleo, Kendari

E-mail: hasanudin.acang@yahoo.co.id

Abstrak

Reflektor cermin merupakan optik dengan perilaku khusus yang memanfaatkan cermin sebagai media gelombang elektromagnetik dan kecepatan cahaya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa momentum dan energi yang terjadi pada antenna dengan menggunakan reflektor cermin. Metode yang dilakukan adalah dengan pengukuran langsung. Frekuensi terendah 3.780 Mhz mempunyai panjang gelombang 0,081 m, sedangkan pada nilai frekuensi 4.140 Mhz panjang gelombangnya 0,072 m. maka nilai energinya $2,465 \times 10^{-24} \text{J}$. Sedangkan pada panjang gelombang 0,072 m mempunyai nilai energi $2,74 \times 10^{-24} \text{J}$. Nilai Frekuensi maksimum 4.140 Mhz mempunyai maksimum nilai momentum (P) sebesar $9,177 \times 10^{-33} \text{J.s/m}$. Semakin rendah frekuensinya maka semakin panjang gelombangnya, tinggi rendahnya momentum sangat tergantung pada nilai frekuensinya begitu pula dengan nilai energi antenna.

Kata Kunci: Reflektor cermin, frekuensi, momentum, energi

Abstract

The mirror reflector is an optical with a special behavior that utilizes a mirror as a medium of electromagnetic waves and the speed of light. This study aims to analyze the momentum and energy that occurs in the antenna by using a mirror reflector. The method used was by direct measurement. The lowest frequency of 3,780Mhz has a wavelength of 0.081m, whereas at a frequency value of 4.140Mhz the wavelength of 0.072m. Then its energy value of $2,465 \times 10^{-24} \text{J}$. While at the wavelength of 0.072m has an energy value of $2,743 \times 10^{-24} \text{J}$. The maximum frequency value of 4.140Mhz has a maximum momentum value (P) of $9,177 \times 10^{-33} \text{j.s/m}$. The lower the frequency the longer the wavelength, the high low momentum depends on the frequency value as well as the energy value of the antenna.

Keywords: Reflector mirror, frequency, momentum, energy

1. PENDAHULUAN

Optika adalah bagian cabang fisika dan sub cabang teknik yang menggambarkan perilaku khusus dan sifat cahaya, serta interaksi cahaya dengan materi pada optika yang menerangkan dan diwarnai oleh gejala optis. Kata optik berasal dari bahasa latin yang berarti tampilan.

Bidang optika ini biasanya menggambarkan secara umum sifat cahaya tampak, inframerah dan ultraviolet. Akan tetapi cahaya adalah gelombang elektromagnetik, makan gejala yang sama juga terjadi pada sinar X, gelombang mikro, gelombang radio dan bentuk lainnya dari radiasi elektromagnetik dan juga gejala serupa pada sorotan partikel muatan (*charged beam*).

Optik secara umum dapat dianggap sebagai bagian dari elektromagnetan. Beberapa gejala optis bergantung pada sifat kuantum cahaya yang terkait dengan beberapa bidang optika hingga mekanika kuantum. Dalam prakteknya, kebanyakan dari gejala optis dapat dihitung dengan menggunakan sifat elektromagnetik dari cahaya, seperti yang dijelaskan oleh persamaan Maxwell.

Bidang optika memiliki identitas, masyarakat dan konferensinya sendiri. Aspek keilmuannya sering disebut ilmu optik atau fisika optik. Ilmu optik terapan sering disebut rekayasa optik. Aplikasi dari rekayasa optik yang terkait khusus dengan sistem iluminasi disebut rekayasa pencahayaan.

Setiap disiplin cenderung sedikit berbeda dalam aplikasi, keterampilan teknis, fokus dan afiliasi profesionalnya. Inovasi lebih baru dalam rekayasa optik sering diartikan atau dikategorikan sebagai fotonika dan optoelektronika. Batas-batas antara bidang ini dan "optik" sering tidak jelas dan istilah yang digunakan berbeda di berbagai belahan dunia dan dalam berbagai bidang industri.

Ketika gelombang dari tipe apapun mengenai sebuah penghalang datar seperti misalnya sebuah cermin, gelombang-gelombang baru dibangkitkan dan bergerak menjauhi penghalang tersebut, fenomena ini disebut pemantulan. Pemantulan terjadi pada bidang batas antara dua medium berbeda, seperti misalnya sebuah permukaan udara kaca, dalam kasus dimana sebagian energi datang dipantulkan dan sebagian ditransmisikan.

Asas fermat adalah asas yang pertama kali ditampilkan dalam optika geometris dan diutarakan oleh Fermat (1608-1665) lama sebelum hukum Snellius, hipotesis Newton, maupun hipotesis Huygens dikemukakan. Pada dasarnya asas ini mengatakan bahwa "*Lintasan sinar dari satu titik ke titik lain adalah sedemikian sehingga waktu yang diperlukan*

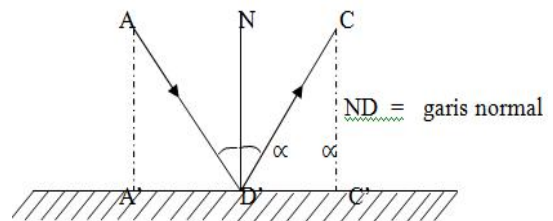
untuk melintasinya minimum". Secara singkat asas ini dapat dirumuskan sebagai:

$$\int \frac{ds}{v} = \text{minimum}$$

Dengan v sebagai kecepatan cahaya dan ds adalah elemen lintasan yang dilewati, dengan asas ini dapat ditunjukkan bahwa: Didalam medium yang homogen lintasan sinar adalah lurus dan lintasan sinar memenuhi hukum-hukum Snellius. Buktinya di dalam medium yang homogen kecepatan cahaya v adalah sama dimana-mana, yaitu tak tergantung pada lintasan s , sehingga v dapat dikeluarkan dari integral yaitu:

$$\int \frac{ds}{v} = v \int ds$$

Integral diruas kanan akan minimum apabila lintasanya lurus



Gambar 1. Asas fermat pada pemantulan

Untuk memudahkan analisis, diambil A dan C masing-masing sama jauh terhadap bidang batas (Pemantul), yaitu: sejauh r dari bidang batas tersebut:

$$\begin{aligned} \int \frac{ds}{v} &= \frac{AD}{v} + \frac{DC}{v} \approx \frac{1}{v} (AD + DC) \\ &= \frac{1}{v} \left(\frac{AA'}{\cos\alpha_1} + \frac{CC'}{\cos\alpha_2} \right) \\ &= \frac{1}{v} \left(\frac{r}{\cos\alpha_1} + \frac{r}{\cos\alpha_2} \right) \end{aligned}$$

Yang akan bernilai minimum apabila $\frac{1}{\cos\alpha_1} + \frac{1}{\cos\alpha_2}$ bernilai minimum, kecuali itu, $A'D+DC' \equiv A'C' \equiv AC$, adalah tetap, yakni: $r \operatorname{tg} \alpha_1 + r \operatorname{tg} \alpha_2 \approx$ tetapan, yang berarti α_2 merupakan fungsi α_1 , sehingga:

$$\frac{d}{d\alpha_1} = \frac{d}{d\alpha_2} \times \frac{d\alpha_2}{d\alpha_1}$$

Demikianlah maka syarat minimum diatas menghendaki:

$$\frac{d}{d\alpha_1} \left(\frac{1}{\cos\alpha_1} + \frac{1}{\cos\alpha_2} \right) = 0$$

Karena $\text{tg } \alpha_1 + \text{tg } \alpha_2 = \text{tetap}$

Maka $\frac{d}{d\alpha_1} (\text{tg } \alpha_1 + \text{tg } \alpha_2) = 0$ atau

$$1 + \text{tg}^2 \alpha_1 + (1 + \text{tg}^2 \alpha_2) \frac{d\alpha_2}{d\alpha_1} = 0,$$

sehingga,

$$\frac{d\alpha_2}{d\alpha_1} = -\frac{1 + \text{tg}^2 \alpha_1}{1 + \text{tg}^2 \alpha_2}$$

Sedang syarat minimum

$$\frac{d}{d\alpha_1} \left(\frac{1}{\cos\alpha_1} + \frac{1}{\cos\alpha_2} \right) = 0$$

Dijabarkan menjadi

$$\frac{\sin\alpha_1}{\cos^2\alpha_1} + \frac{\sin\alpha_2}{\cos^2\alpha_2} \frac{d\alpha_2}{d\alpha_1} = 0$$

Substitusi: $\frac{d\alpha_2}{d\alpha_1}$ dari hasil di atas memberikan

$$\frac{\sin\alpha_1}{\cos^2\alpha_1} - \frac{\sin\alpha_1}{\cos^2\alpha_1} \frac{1 + \text{tg}^2\alpha_1}{1 + \text{tg}^2\alpha_2} = 0$$

Yang dapat diubah menjadi

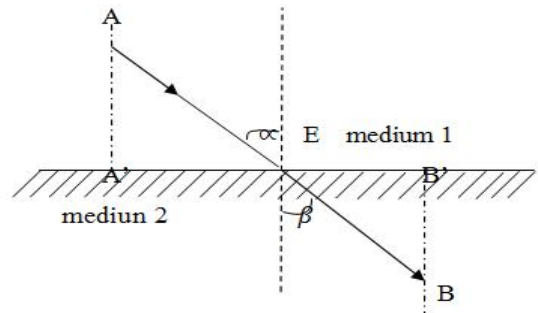
$$\frac{\sin\alpha_1}{\cos^2\alpha_1} \frac{1}{1 + \text{tg}^2\alpha_1} = \frac{\sin\alpha_1}{\cos^2\alpha_2} \frac{1}{1 + \text{tg}^2\alpha_2}$$

Atau

$$\frac{\sin\alpha_1}{\cos^2\alpha_2 + \sin^2\alpha_2} = \frac{\sin\alpha_1}{\cos^2\alpha_1 + \sin^2\alpha_1} = 1$$

Karena $\cos^2 \alpha_1 + \sin^2 \alpha_1 = \cos^2 \alpha_2 + \sin^2 \alpha_2 = 1$, maka $\sin \alpha_1 = \sin \alpha_2$, sehingga $\alpha_1 = \alpha_2$

Ditinjau sekarang sinar dari A yang dibiaskan di E ke B pada Gambar 2.



Gambar 2. Asas fermat pada pembiasan

Untuk mudahnya, diambil B sejauh r dari bidang batas, seperti halnya dengan dengan A, misalnya kecepatan cahaya dipihak medium 1 (udara misalnya) adalah V1 dan yang pihak medium 2 (air misalnya) adalah V2, maka asas Fermat mengatakan bahwa:

$$\frac{AE}{V1} + \frac{EB}{V2} \quad \text{yakni:} \quad \frac{r}{V1 \cos\alpha} + \frac{r}{V2 \cos\beta}$$

bernilai minimum. Di lain pihak, $r \text{ tg } \alpha + r \text{ tg } \beta = A'B'$ adalah tetap atau $\text{tg } \alpha + \text{tg } \beta = \text{tetap}$,

Sehingga: $\frac{d}{d\alpha} (\text{tg } \alpha + \text{tg } \beta)$

$$= 1 + \alpha + (1 + \text{tg}^2 \beta) \frac{d\beta}{d\alpha}$$

$$= 0, \text{ Atau } \frac{d\beta}{d\alpha}$$

$$= -\frac{1 + \text{tg}^2 \alpha}{1 + \text{tg}^2 \beta} \text{ Sedang syarat minimum}$$

$$\frac{d}{d\alpha} = \left(\frac{1}{V1 \cos\alpha} + \frac{1}{V2 \cos\beta} \right) r = 0$$

Dijabarkan menjadi:

$$\frac{\sin\alpha}{V1 \cos^2\alpha} + \frac{\sin\beta}{V2 \cos^2\beta} \frac{d\beta}{d\alpha} = 0$$

Substitusi $\frac{d\beta}{d\alpha}$ di atas memberikan:

$$\frac{\sin\alpha}{V1 \cos^2\alpha} + \frac{\sin\beta}{V2 \cos^2\beta} \left(-\frac{1 + \text{tg}^2\alpha}{1 + \text{tg}^2\beta} \right) = 0$$

$$\text{Atau } \frac{\sin \alpha}{v_1 \cos^2 \alpha} \frac{1}{1 + \tan^2 \alpha} = \frac{\sin \beta}{v_2 \cos^2 \beta} \frac{1}{1 + \tan^2 \beta}$$

Dan diubah menjadi:

$$\frac{\sin \alpha}{v_1 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} = \frac{\sin \beta}{v_2 \cos^2 \beta + \sin^2 \beta}$$

Yang akhirnya (karena $\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = \cos^2 \beta + \sin^2 \beta$, menjadi

$$\frac{\sin \alpha}{v_1} = \frac{\sin \beta}{v_2} \quad \text{atau} \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = N$$

Untuk menghitung energi pada antena parabolik dengan menggunakan cermin dapat dilakukan:

$$E = h \times f$$

Ket: $h = \text{Planck, } (6,65 \times 10^{-34} \text{ j.det})$

$F = 4$

$C = \text{Kecepatan cahaya } (3 \times 10^8 \text{ m/s})$

$$F = \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Untuk menghitung massa dan momentum pada antena parabolik dengan menggunakan cermin dapat dilakukan:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

untuk foton $V = c$, maka, $\frac{m_0}{\sqrt{1-1}}$

$$= \frac{m_0}{0} \sim = \infty$$

$$E = m \times c^2 = h \times f = \frac{h \times c}{\lambda} \quad h.f = m \times c^2$$

Dalam teori relativitas $E^2 = P^2 \times C^2 + m_0^2 \times C^4$,

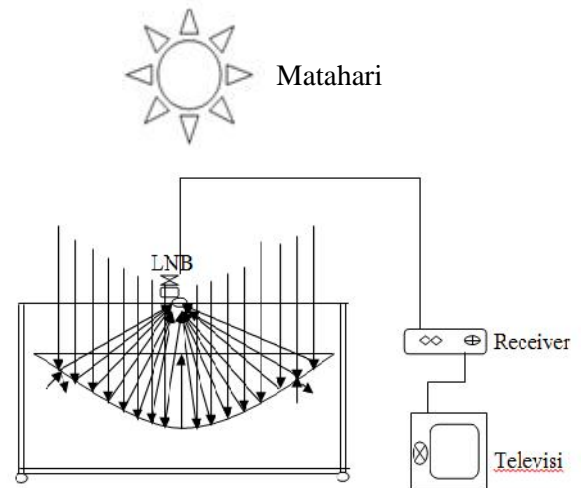
untuk m_0 , maka $E = P \times C$, untuk $m_0 \approx 0$,

sehingga, $P = \frac{E}{C}$

2. METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah meliputi sebagai berikut:

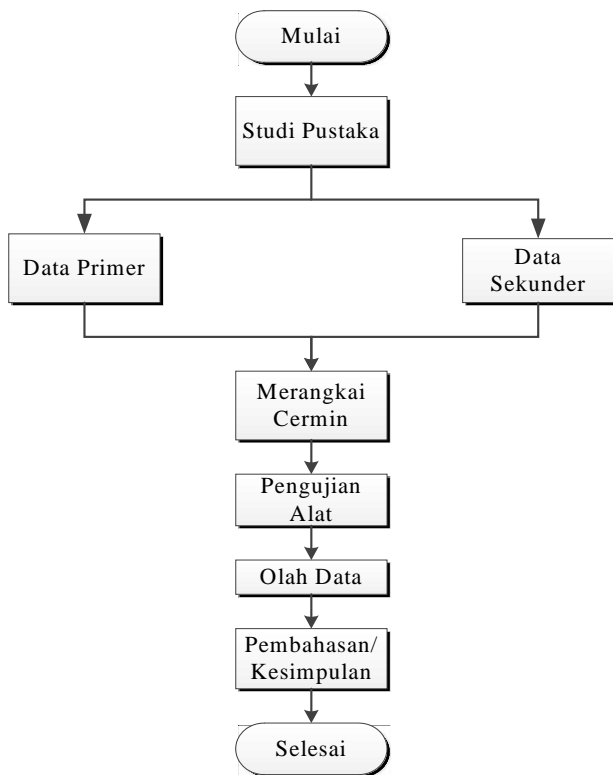
- a) Cermin, dengan potongan-potongan ukuran tertentu.
- b) Lembaran baja (sebagai dudukan cermin).
- c) Jangka sorong.
- d) Kabel penghubung.
- e) Receiver satelit (hanya digunakan pada saat percobaan).
- f) LNB (hanya digunakan pada saat percobaan).
- g) Televisi (hanya digunakan pada saat percobaan).



Gambar 3. Diagram gambar *reflector* cermin

Data yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah:

- 1) Diameter *parabolic/disk engine* cermin.
- 2) *Tracking*.
- 3) Frekuensi.



Gambar 4. Diagram alir penelitian

Adapun dimensi *reflector* cermin diameter 193 cm, tinggi cermin di luar kaki cermin = 20,5 cm, lebar jeruji besi = 30 cm, jarak potongan antar cermin = 5 cm, reflektornya berbentuk parabolik. Metode yang digunakan pengukuran secara langsung.

3. HASIL DAN ANALISA

Penelitian solar *thermal* menggunakan cermin sebagai reflektor cahaya dilakukan dengan menggunakan reflektor cermin yang mempunyai diameter 193 cm. Pada pengambilan data alat reflektor, penulis melakukan dengan posisi *tracking* (bergerak) disesuaikan posisi satelit maupun posisi diam. Cermin dengan menggunakan reflektor cahaya dapat berfungsi sebagai antena parabola. Pada posisi a, antena menggunakan LNB (*Low*

Noice Block) dan *receiver* sebagai *converter* transmisi satelit dan signal ke saluran televisi. Adapun pengujian dalam bentuk data.

Tabel 3.1 Hasil signal antenna reflektor cermin

No	Satelit	Signal TV	Tracking	Satelit	Frekuensi	Ket
1	Palapa C2	Trans TV	168,75	113,0	4,085E+09	
2	Asia Set 3	Phonix TV	157,5	105,5	4,000E+09	
3		V TV	157,5	105,5	4,065E+09	
4		NHK English	157,5	105,5	3,780E+09	
5		CHTV	157,5	105,5	4,085E+09	
6		CSTV	157,5	105,5	3,920E+09	
7		Sun TV	157,5	105,5	4,095E+09	
8		Xing ya azim	157,5	105,5	4,110E+09	
9		Lotus	157,5	105,5	3,920E+09	
10		Sahara Net	157,5	105,5	4,020E+09	
11		Sahara NCR	157,5	105,5	4,020E+09	
12		Sahara Mum	157,5	105,5	4,020E+09	
13		Sahara Up	157,5	105,5	4,020E+09	
14		Sahara B1	157,5	105,5	4,020E+09	
15		Alami sahur	157,5	105,5	4,020E+09	
16		Sahara Mp	157,5	105,5	4,085E+09	
17		PTV Home	157,5	105,5	4,108E+09	
18		ATV	157,5	105,5	4,129E+09	
19		Zee Music	157,5	105,5	4,140E+09	
20		Zee Smile	157,5	105,5	4,140E+09	
21	Asia Set 2	Phonix TV	160	100,5	4,000E+09	
22		Fujian TV	160	100,5	3,720E+09	

Berdasarkan data hasil pengujian energi antena dengan ukuran diameter 193 cm, maka cermin dengan menggunakan reflektor cahaya. Untuk menghitung energi pada antena parabolik dengan menggunakan cermin dapat dilakukan:

$$E = h \times f$$

$$\text{Ket: } h = \text{Planck, } (6,65 \times 10^{-34} \text{ j.det})$$

$$F = 4085.000.000 \text{ Hz} = 4085 \text{ MHz}$$

$$C = \text{Kecepatan cahaya } (3 \times 10^8 \text{ m/s})$$

$$F = \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{4085.000.000} = 0,0734 \text{ m}$$

$$= 7,34 \times 10^{11} \text{ nm}$$

$$E = (6,65 \times 10^{-34} \text{ j.det}) \times (4085.10^6 \text{ Hz})$$

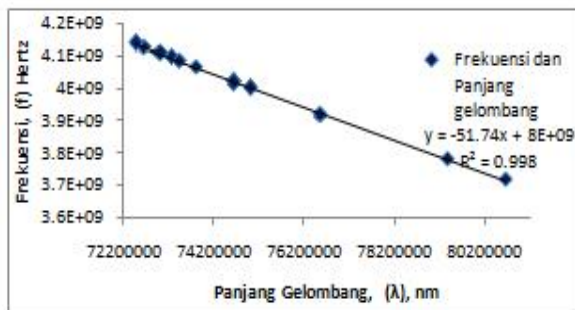
$$= 2,717 \times 10^{-24} \text{ j}$$

Selanjutnya dari perhitungan diatas maka dapat dibuat Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Hasil perhitungan energi dan panjang gelombang

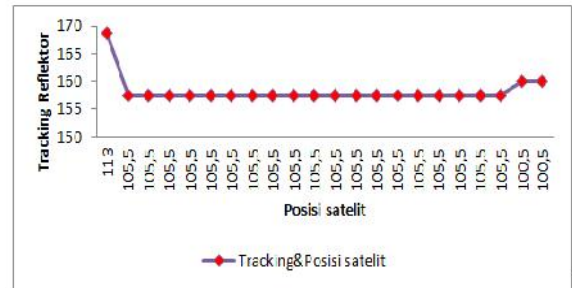
No	Satelit	Signal	Tracking	Satelit	f		λ	E
					MHz	m		
1	Palapa C2	Trans TV	168,8	113	4.085	0,073	73.439.413	2,706E-24
2	Asia Set 3	Phonix TV	157,5	105,5	4.000	0,075	75.000.000	2,650E-24
3		V TV	157,5	105,5	4.065	0,074	73.800.738	2,693E-24
4		NHK English	157,5	105,5	3.780	0,079	79.365.079	2,504E-24
5		CHTV	157,5	105,5	4.085	0,073	73.439.413	2,706E-24
6		CSTV	157,5	105,5	3.920	0,077	76.530.612	2,597E-24
7		Sun TV	157,5	105,5	4.095	0,073	73.260.073	2,713E-24
8		Xingya azin	157,5	105,5	4.110	0,073	72.992.701	2,723E-24
9		Lotus	157,5	105,5	3.920	0,077	76.530.612	2,597E-24
10		Sahara Net	157,5	105,5	4.020	0,075	74.626.866	2,663E-24
11		Sahara NCR	157,5	105,5	4.020	0,075	74.626.866	2,663E-24
12		Sahara Mum	157,5	105,5	4.020	0,075	74.626.866	2,663E-24
13		Sahara Up	157,5	105,5	4.020	0,075	74.626.866	2,663E-24
14		Sahara Bl	157,5	105,5	4.020	0,075	74.626.866	2,663E-24
15		Alami sahur	157,5	105,5	4.020	0,075	74.626.866	2,663E-24
16		Sahara Mp	157,5	105,5	4.085	0,073	73.439.413	2,706E-24
17		PIV Homa	157,5	105,5	4.108	0,073	73.028.238	2,722E-24
18		ATV	157,5	105,5	4.129	0,073	72.656.818	2,735E-24
19		Zee Music	157,5	105,5	4.140	0,072	72.463.768	2,743E-24
20	Zee Smile	157,5	105,5	4.140	0,072	72.463.768	2,743E-24	
21	Asia Set 2	Phonix TV	160	100,5	4.000	0,075	75.000.000	2,650E-24
22		Fujian TV	160	100,5	3.720	0,081	80.645.161	2,465E-24

Dari Tabel 3.2 dapat digambarkan dalam sebuah hubungan-hubungan sehingga dapat dibuat grafik yang ditunjukkan pada Gambar 5.



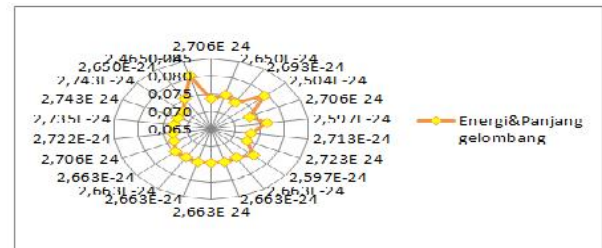
Gambar 5. Grafik hubungan frekuensi dan panjang gelombang

Berdasarkan Gambar 5, terlihat bahwa pada nilai frekuensi terendah 3.780 Mhz mempunyai panjang gelombang 0,081 m, sedangkan pada nilai frekuensi 4.140M hz panjang gelombangnya 0,072 m. Semakin rendah frekuensinya maka semakin panjang gelombangnya.



Gambar 6. Posisi tracking reflektor pada posisi satelit

Gambar 6 menunjukkan posisi tracking reflektor cermin terhadap posisi satelit. Pada posisi satelit 105,5°, maka *reflector* cermin disesuaikan pada posisi1. Hal ini menunjukkan bahwa reflektor cermin harus menyesuaikan posisi trackingnya terhadap posisi satelit.



Gambar 7. Radar energi dan panjang gelombang

Berdasarkan gambar 7 terlihat pada panjang gelombang 0,81 m, maka nilai energinya $2,465 \times 10^{-24}$ J.s. Sedangkan pada panjang gelombang 0,072 m mempunyai nilai energi $2,743 \times 10^{-24}$ J.s. Antara panjang gelombang dan energi berbentuk seperti radar dan saling keterkaitan, yang berarti bahwa belum tentu panjang gelombangnya juga tinggi energinya, karena energi masih dipengaruhi oleh unsur lain, misalnya frekuensi.

Untuk menghitung massa dan momentum pada antena parabolik dengan menggunakan cermin dapat dilakukan:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{untuk foton } V = c, \text{ maka, } \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}} \\
 &= \frac{m_0}{0} \sim = \infty \\
 E &= m \times c^2 = h \times f = \frac{h \times c}{\lambda} \\
 h.f &= m \times c^2 \\
 &= \frac{h \times f}{c^2} \\
 &= \frac{(6,65 \times 10^{-34}) \times (4.085.000.000)}{(3 \times 10^8)^2} \\
 &= \frac{2,717}{9 \times 10^{16}} \\
 &= 3,019 \times 10^{-41} \text{ W.m.}
 \end{aligned}$$

Dalam teori relativitas $E^2 = P^2 \times C^2 + m_0^2 \times C^4$,

untuk m_0 , maka $E = P \times C$, untuk $m_0 = 0$,

sehingga, $P = \frac{E}{C}$, untuk menghitung momentum digunakan pers:

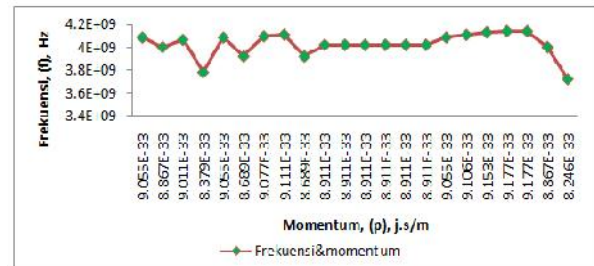
$$\begin{aligned}
 P &= \frac{E}{C} = \frac{2,717 \times 10^{-24}}{3 \times 10^8} \\
 &= 9,0567 \times 10^{-33} \text{ j.s/m}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dari perhitungan diatas maka dapat dibuat Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Hasil perhitungan massa dan momentum

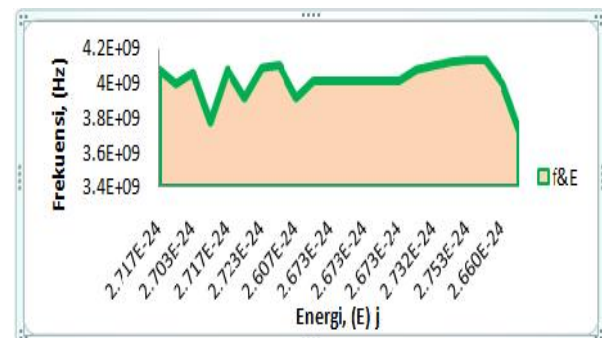
No	f Hertz	E j	M(massa) j/s*m (wm)	P(momentum) j.s/m	Ket
1	4.085.000.000	2,717E-24	3,018E-41	9,055E-33	
2	4.000.000.000	2,660E-24	2,956E-41	8,867E-33	
3	4.085.000.000	2,703E-24	3,004E-41	9,011E-33	
4	3.780.000.000	2,514E-24	2,793E-41	8,379E-33	
5	4.085.000.000	2,717E-24	3,018E-41	9,055E-33	
6	3.920.000.000	2,607E-24	2,896E-41	8,689E-33	
7	4.095.000.000	2,723E-24	3,026E-41	9,077E-33	
8	4.110.000.000	2,733E-24	3,037E-41	9,111E-33	
9	3.920.000.000	2,607E-24	2,896E-41	8,689E-33	
10	4.020.000.000	2,673E-24	2,970E-41	8,911E-33	
11	4.020.000.000	2,673E-24	2,970E-41	8,911E-33	
12	4.020.000.000	2,673E-24	2,970E-41	8,911E-33	
13	4.020.000.000	2,673E-24	2,970E-41	8,911E-33	
14	4.020.000.000	2,673E-24	2,970E-41	8,911E-33	
15	4.020.000.000	2,673E-24	2,970E-41	8,911E-33	
16	4.085.000.000	2,717E-24	3,018E-41	9,055E-33	
17	4.108.000.000	2,732E-24	3,035E-41	9,106E-33	
18	4.129.000.000	2,746E-24	3,051E-41	9,153E-33	
19	4.140.000.000	2,753E-24	3,059E-41	9,177E-33	
20	4.140.000.000	2,753E-24	3,059E-41	9,177E-33	
21	4.000.000.000	2,660E-24	2,956E-41	8,867E-33	
22	3.720.000.000	2,474E-24	2,749E-41	8,246E-33	

Dari Tabel 3.3 dapat dibuat grafik yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Nilai max/min momentum dan frekuensi

Pada Gambar 8 menunjukkan pada nilai Frekuensi maksimum 4.140 Mhz mempunyai maksimum nilai momentum (P) sebesar $9,177 \times 10^{-33}$ j.s/m. Sedangkan pada frekuensi minimum 3.720 Mhz, mempunyai nilai momentum minimum sebesar $8,426 \times 10^{-33}$ j.s/m. Hal ini memperlihatkan tinggi rendahnya momentum sangat tergantung pada nilai frekuensinya.



Gambar 9. Pengaruh frekuensi terhadap energi

Pada Gambar 9 terlihat hubungan nilai frekuensi terhadap energi. Dimana pada frekuensi 4.085Mhz, mempunyai nilai energi sebesar $2,717 \times 10^{-24}$ J, pada frekuensi 4.095Mhz, mempunyai nilai energi sebesar $2,723 \times 10^{-24}$ J. Sedangkan pada frekuensi 4.108Mhz, mempunyai nilai Energi sebesar $2,732 \times 10^{-24}$ J. Kecenderungan tinggi rendahnya nilai energi sangat dipengaruhi oleh frekuensi.

4. KESIMPULAN

Cermin dapat diaplikasikan dalam ilmu optik yakni: reflektor cermin digunakan sebagai antena yang dapat menangkap signal satelit yang selanjutnya diubah menjadi bentuk gambar (Televisi). *Tracking* reflektor cermin terhadap posisi satelit. Pada posisi satelit $105,5^\circ$, maka reflector cermin disesuaikan pada posisi $157,5^\circ$. Reflektor tersebut semakin rendah frekuensinya maka semakin panjang gelombangnya dan tinggi rendahnya momentum sangat tergantung pada nilai frekuensinya. Pada frekuensi 4.085 Mhz, mempunyai nilai energi sebesar $2,717 \times 10^{-24}$ J. Sedangkan pada frekuensi 4.108Mhz, mempunyai nilai Energi sebesar $2,732 \times 10^{-24}$ J, maka tinggi rendahnya nilai energi sangat dipengaruhi oleh frekuensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Boynon, J., 1988, *Work out waves and optics*, The Bath press Ltd, Avon, London.
- Edser, E., 1903, *Light for student*, Macmillan and co. New York.
- Hasanudin, 2010, *Optimalisasi panel surya menggunakan cermin sebagai reflektor cahaya dengan fungsi multiguna sebagai teknologi alternatif*, Teknik UGM, Yogyakarta.
- Hayt, W.H., and Buck, J.A., 2001, *Engineering Electromagnetics*, "Mc Graw Hill, USA.
- Ishaq, M., 2006, *Fisika dasar 2*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Klein, M.V and Furtak, T.E., 1986, *Optics*, John Willey & Sons, New York.
- Minto, 1996, *Kompur Tenaga Surya Serba Guna*, Solo, CV. Aneka.
- Simanjuntak, 1993, *Dasar-dasar Telekomunikasi*, Bandung.
- Soedjojo, P., 1992. *Azas-Azas Ilmu Fisika Jilid 3 Optika*, Fakultas Mipa UGM, Gadjah mada university press.