

BAB III

PERANCANGAN ALAT DAN SISTEM

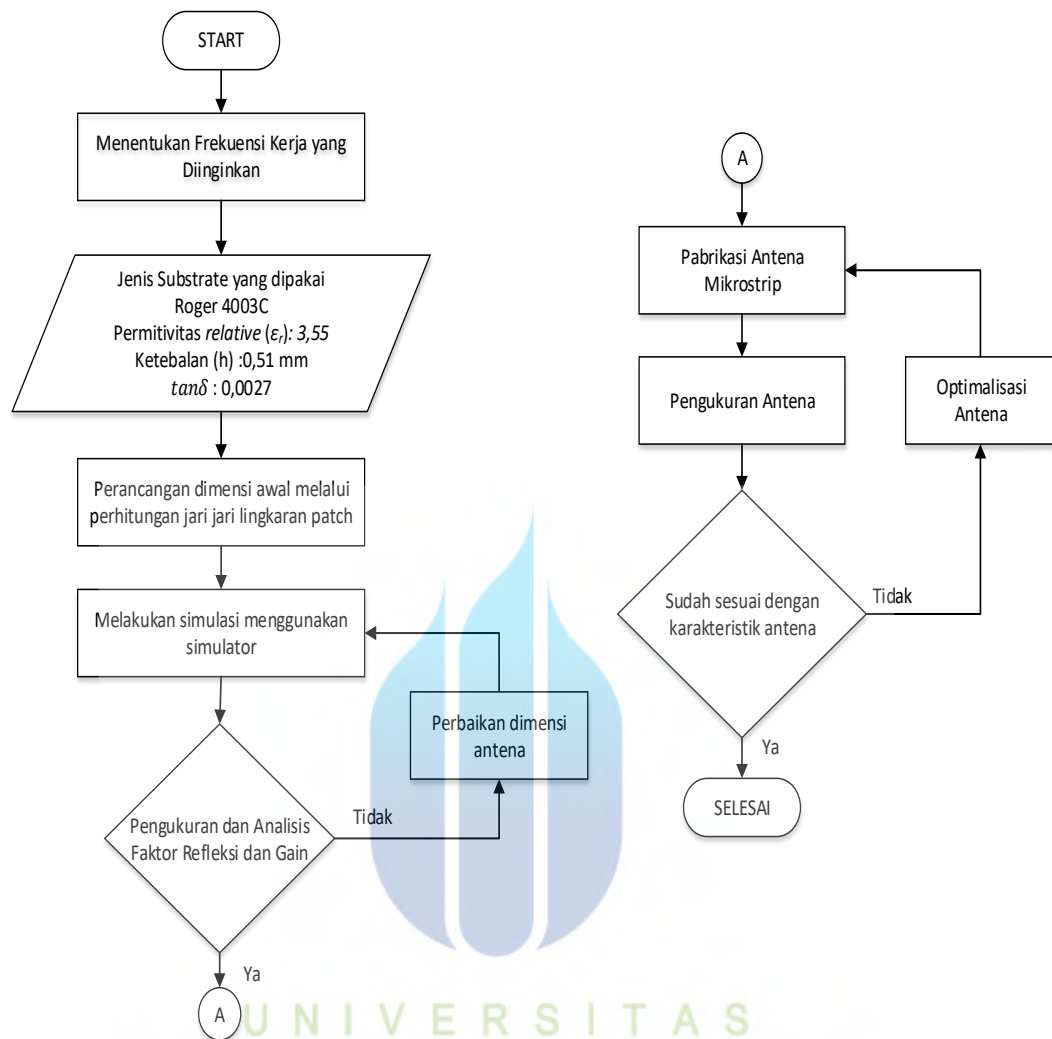
Pada bab ini akan dirancang sebuah Antena *Transmitarray* berbentuk mikrostrip dengan teknik *array* yang bekerja pada frekuensi 38 GHz. Perancangan antenna dilakukan dengan beberapa tahap, diantaranya penentuan spesifikasi substrat yang akan digunakan, penentuan dimensi substrat, dan penentuan jarak antar elemen.

Karakteristik bahan dan substrat ini meliputi permitivitas *relative*, permeabilitas *relative*, dan ketebalan. Setelah menentukan perancangan tersebut, kemudian akan disimulasikan dengan menggunakan perangkat lunak *Ansoft High Frequency Structure Simulator* (HFSS) v.13.0. Tujuan disimulasikan adalah untuk melihat bagaimana karakteristik atau kinerja antenna, dimana nantinya pada saat direalisasikan atau di fabrikasikan dapat sesuai dengan yang diinginkan.

Sebelum merancang Antena *Transmitarray*, akan dirancang antenna *single* elemen. Proses ini merupakan perbandingan kinerja dan jumlah elemen yang akan dirancang. Tahap perancangan dapat dibuat dalam satu diagram alir (*flow-chart*).

3.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Dalam proses perancangan antenna dibutuhkan langka-langkah untuk membantu proses perancangan. Gambar 3.1 merupakan gambar diagram alir dari metode penelitian antenna pada tugas akhir ini.



Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan Antena *Transmitarray*

3.2 Penentuan Spesifikasi Antena *Transmitarray*

Langkah awal yang dilakukan dalam perancangan Antena *Transmitarray* ini adalah menentukan spesifikasi dari antenna yang akan dirancang. Spesifikasi inilah yang menjadi acuan dalam perancangan Antena *Transmitarray*. Spesifikasi antenna yang akan dirancang seperti dibawah ini :

Tabel 3.1 Spesifikasi antenna

Deskripsi	Detail
Frekuensi kerja	38 GHz
<i>Bandwidth</i>	≥ 1 GHz

Pola radiasi	Direksional
<i>Gain</i>	≥ 2 dB
Faktor Refleksi	≥ -10 dB

3.3 Perlengkapan Perancangan dan Realisasi Antena *Transmitarray*

Perlengkapan yang digunakan dalam perancangan antena ini terdiri dari perangkat lunak dan perangkat keras. Penggunaan perangkat lunak digunakan untuk memudahkan proses perancangan antena seperti simulasi antena dan karakteristik antena yang dirancang. Sedangkan perangkat keras digunakan untuk fabrikasi dan simulasi.

Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam perancangan dan realisasi antena diantaranya: *Ansys HFSS*. Merupakan perangkat lunak yang digunakan sebagai alat simulasi perancangan antena. Hasil rancangan desain antena dapat diketahui nilai-nilai parameternya seperti faktor refleksi.

Sedangkan perangkat keras yang digunakan dalam perancangan dan realisasi antena diantaranya: Bahan substrat mikrostrip jenis *4003C* dengan permitivitas 3,55 dan ketebalan 0,51 mm.

3.4 Karakteristik Bahan *Substrate* Antena *Transmitarray*

Dalam menentukan bahan yang akan digunakan untuk merancang sebuah antena dibutuhkan informasi umum mengenai spesifikasi dari *substrate* tersebut, seperti nilai konstanta dielektrik (ϵ_r), *dielectric loss tangent* ($\tan\delta$) dan ketebalan (h) dari *substrate* tersebut. Ketersediaan dan juga harga bahan menjadi pertimbangan dalam penentuan bahan *substrate* yang digunakan. Berikut Spesifikasi bahan *substrate* yang digunakan dalam penelitian ini ada pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi material yang digunakan

Deskripsi	Detail
Jenis Material	Roger 4003C
Permitivitas <i>relative</i> (ϵ_r)	3,55

Ketebalan	0,51 mm
<i>Dielectric loss tangent (tanδ)</i>	0,0027

3.5 Perancangan Antena Transmitarray

Sebelum simulasi dilakukan, terlebih dahulu menentukan parameter-parameter dari antena, yaitu dimensi *patch*, menggunakan persamaan yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Pada proses simulasi dimungkinkan untuk memodifikasi beberapa parameter yang telah ditentukan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan, diantaranya mengatur jari-jari *patch* ataupun dimensi lingkaran ring yang umumnya dapat mengatur pergeseran frekuensi kerja menjadi lebih tinggi maupun lebih rendah.

3.5.1 Perancangan Dimensi Patch Antena Transmitarray

Antena yang akan dirancang pada penelitian ini adalah Antena *Transmitarray* dengan *patch ring* pada frekuensi kerja 38 GHz. Dalam merancang sebuah Antena *Transmitarray*, terdapat beberapa parameter yang harus dihitung terlebih dahulu:

1. Menentukan panjang gelombang dari antena yang akan dibuat dengan nilai $c = 3 \times 10^8$ m/s dan $f_0 = 38 \times 10^9$ Hz menggunakan persamaan berikut
Untuk proyek akhir ini *patch* yang akan digunakan berbentuk persegi panjang dengan frekuensi :

$$\begin{aligned}\lambda_0 &= \frac{c}{f} \\ &= \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{38 \times 10^9 \text{ Hz}} \\ &= 7,89 \text{ mm}\end{aligned}$$

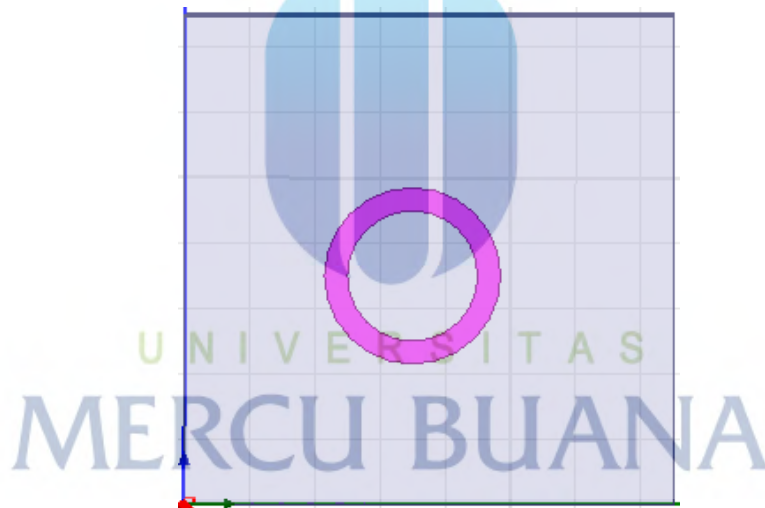
2. Menentukan jari-jari lingkaran. Berikut ini adalah tahapannya :

$$S = \frac{C}{3.1033fr\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3 \times 10^8}{3.1033 \times 38 \times 10^9 \sqrt{3,55}} \\
 &= \frac{3 \times 10^8}{117,9254 \times 10^9 (1,884)} \\
 &= 0,00135 \text{ m} = 1,35 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

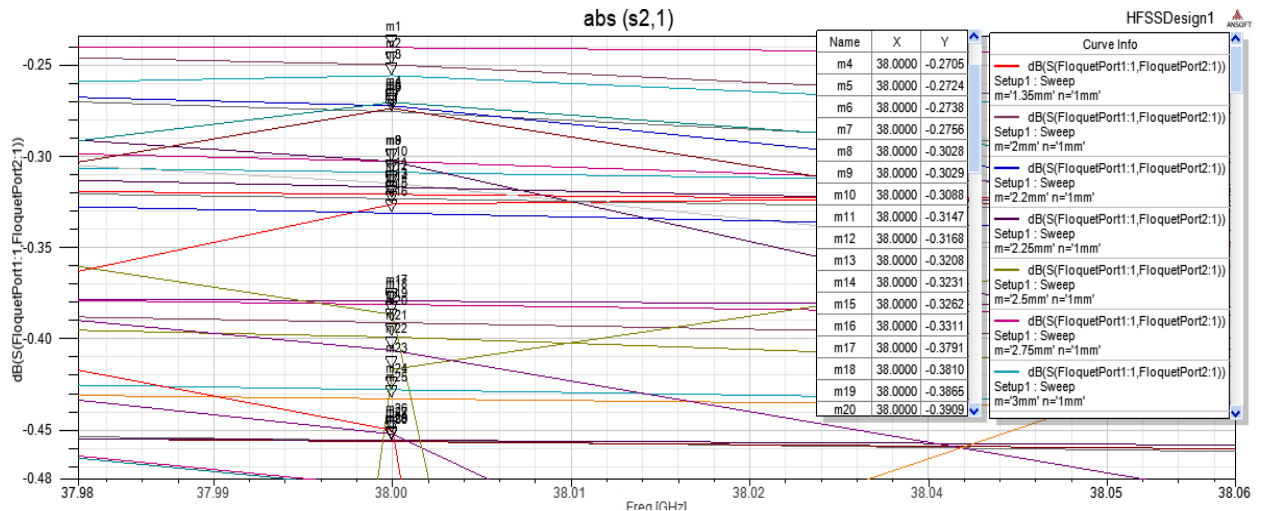
3.6 Simulasi Perancangan Antena *Transmitarray*

Setelah menentukan material yang akan digunakan, selanjutnya dirancang antena single *patch* untuk menentukan fasa dalam penyusunan Antena *Transmitarray* agar dapat mentransmisikan seluruh sinyal gelombang secara optimal.

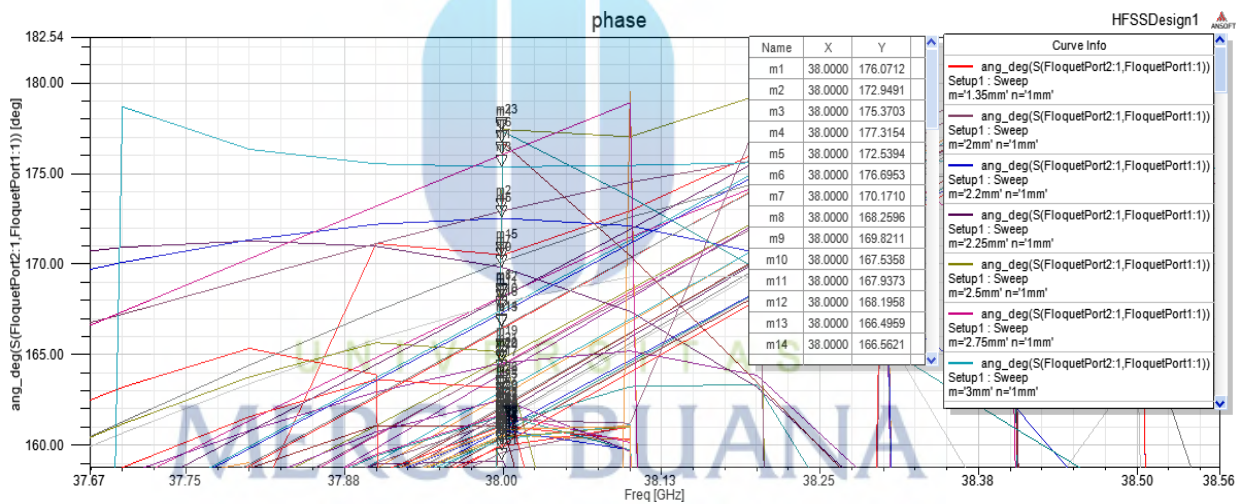


Gambar 3.2 Rancang awal Antena *Transmitarray patch ring*

Rancangan awal Antena *Transmitarray patch ring* untuk menghasilkan frekuensi 38 GHz terlihat seperti pada Gambar 3.2. Hasil simulasi dari bentuk tersebut, dengan menggunakan beberapa *parametric*, menghasilkan nilai seperti Gambar 3.3 dan Gambar 3.5 berikut:



Gambar 3.3 Hasil simulasi faktor refleksi Antena *Transmitarray patch ring*



Gambar 3.4 Hasil simulasi fasa Antena *Transmitarray patch ring*

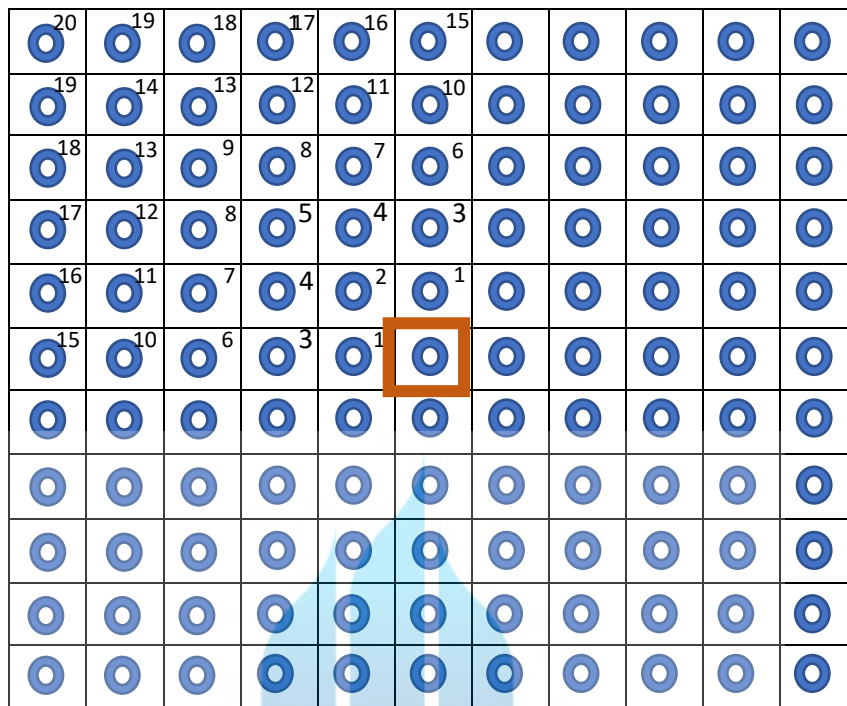
Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 menunjukkan hasil dari simulasi *single* antena yang diambil dari nilai faktor refleksi mendekati 0 dan menghasilkan ukuran-ukuran *patch* dengan fasa dan ukuran yang berbeda-beda seperti pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 Hasil simulasi Antena *Transmitarray patch Ring*

No HFSS	Lebar Sisi Luar (mm)	Lebar Sisi Dalam (mm)	abs (s21)	phase (21)	No HFSS	Lebar Sisi Luar (mm)	Lebar Sisi Dalam (mm)	abs (s21)	phase (21)
1	2,75	1	-0,2406	176,0712	28	2,5	2,25	-0,4552	161,8119
2	3	1.25	-0,25	172,9491	29	3,25	2,5	-0,4555	162,2107
3	3	1	-0,2559	175,3703	30	2,75	2,5	-0,456	162,1131
4	3,25	1	-0,2705	177,3154	31	2,2	2	-0,4807	161,4772
5	3,25	1,25	-0,2724	172,5394	32	2,2	1,4	-0,481	161,7384
6	3,5	1	-0,2738	176,6953	33	2,25	1,5	-0,482	161,661
7	3	1,5	-0,2756	170,171	34	2	1	-0,4934	161,4363
8	3	1,75	-0,3028	168,2596	35	2,2	1,6	-0,5031	1610.862
9	3,5	1,25	-0,3029	169,8211	36	2,25	1,75	-0,5096	160,8594
10	3,25	1,75	-0,3088	167,5358	37	2	1,2	-0,5101	160,9008
11	3,25	1,5	-0,3147	167,9373	38	2	1,25	-0,5109	160,8757
12	2,25	1	-0,3168	168,1958	53	2,25	2	-0,5125	161,3531
13	3	2	-0,3208	166,4959	39	3,5	2	-0,5141	160,937
14	2,2	1,2	-0,3231	166,5621	40	3,5	1,75	-0,5153	161,1707
15	2,75	2	-0,3262	170,5186	41	2,2	1,8	-0,5195	160,596
16	2,2	1	-0,3311	167,3631	42	3,5	2,25	-0,5206	160,67
17	2,5	2	-0,3791	164,007	43	2,5	1,5	-0,5248	161,0809
18	3	2,25	-0,381	164,4942	44	2	1,4	-0,5252	160,4771
19	2,5	1	-0,3865	165,1701	45	2	1,5	-0,5278	160,3741
20	3,25	2	-0,3909	164,4441	46	2	1,8	-0,5314	160,4907
21	2,75	2,25	-0,3988	164,8262	47	1,35	1	-0,541	160,0996
22	3,5	1,5	-0,4061	164,5738	48	2	1,6	-0,5439	159,9914
23	2,75	1,75	-0,4165	177,4269	49	2	1,75	-0,5579	159,6393
24	3,25	2,25	-0,4276	163,0332	50	2,75	1,5	-0,5642	-178,015
25	3	2,5	-0,4326	162,7882	51	2,5	1,75	-0,6208	159,1387
26	2,5	1,25	-0,4498	163,1751	52	2,75	1,25	-0,7566	-175,378
27	2,25	1,25	-0,4519	162,5512					

3.7 Perancangan Antena *Transmitarray Patch Ring*

Pada tugas akhir ini akan dirancang Antena *Transmitarray patch ring* dengan jumlah elemen 11 x 11 seperti pada Gambar 3.5 yang diharapkan akan mendapatkan hasil simulasi faktor refleksi yang lebih baik dari sebelum di transmisikan.



Gambar 3.5 Rancangan Antena *Transmitarray patch ring* 11 x 11 Elemen

Susunan *patch* 11 x 11 ini dirancang berdasarkan nilai fasa hasil perhitungan yang dimulai dari elemen tengah sebagai titik pusat menggunakan persamaan berikut:

$$phase = k \cdot \Delta l \quad (3.1)$$

Keterangan:

$$k = \frac{360^\circ}{\lambda}$$

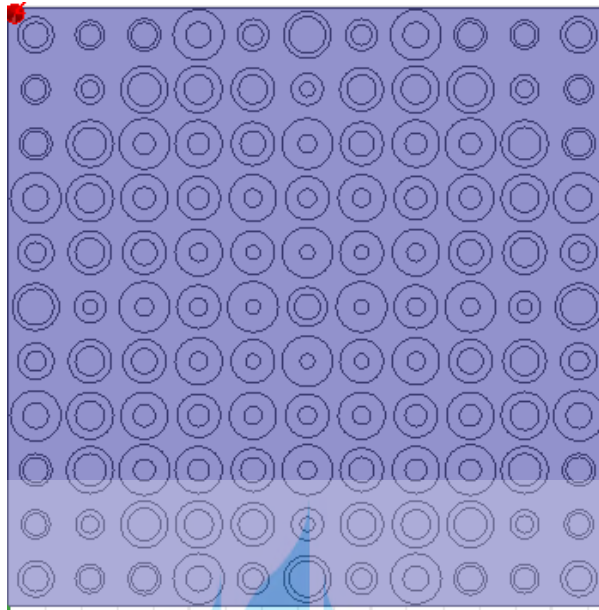
Δl = jarak dari titik tengah ke elemen lainnya

Hasil perhitungan berdasarkan persamaan diatas, menghasilkan nilai fase seperti tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.4 Hasil perhitungan fasa Antena *Transmitarray patch ring* 11 x11 elemen

NO	Δl (mm)	k	$phase(^{\circ})$
1	0,1125	45,6 ⁰	5,13 ⁰
2	0,2249	45,6 ⁰	10,2554 ⁰
3	0,45	45,6 ⁰	20,52 ⁰
4	0,55778	45,6 ⁰	25,434 ⁰
5	0,89998	45,6 ⁰	41,039 ⁰
6	1,0125	45,6 ⁰	46,17 ⁰
7	1,12499	45,6 ⁰	51,299 ⁰
8	1,46243	45,6 ⁰	66,686 ⁰
9	2,02489	45,6 ⁰	92,747 ⁰
10	1,8	45,6 ⁰	82,08 ⁰
11	1,91246	45,6 ⁰	87,20 ⁰
12	2,24999	45,6 ⁰	102,59 ⁰
13	2,8125	45,6 ⁰	128,25 ⁰
14	3,59993	45,6 ⁰	164,156 ⁰
15	2,8125	45,6 ⁰	128,25 ⁰
16	2,92490	45,6 ⁰	133,375 ⁰
17	3,26238	45,6 ⁰	148,764 ⁰
18	3,82497	45,6 ⁰	174,418 ⁰
19	4,61241	45,6 ⁰	210,326 ⁰
20	5,62499	45,6 ⁰	256,499 ⁰

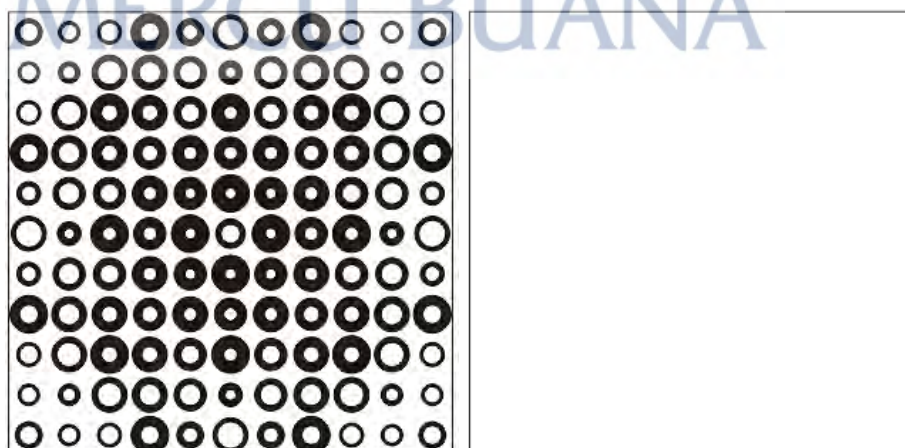
Berdasarkan tabel 3.4 tersebut, dapat diketahui bahwa, elemen yang semakin jauh dengan elemen tengah, akan memiliki fasa yang lebih besar (jauh dari 0). Mengacu kepada Tabel 3.3, maka desain Antena *Transmitarray patch ring* dengan jumlah elemen 11 x 11 akan seperti Gambar 3.6 berikut:



Gambar 3.6 Rancangan akhir Antena *Transmitarray patch ring* 11 x 11 Elemen

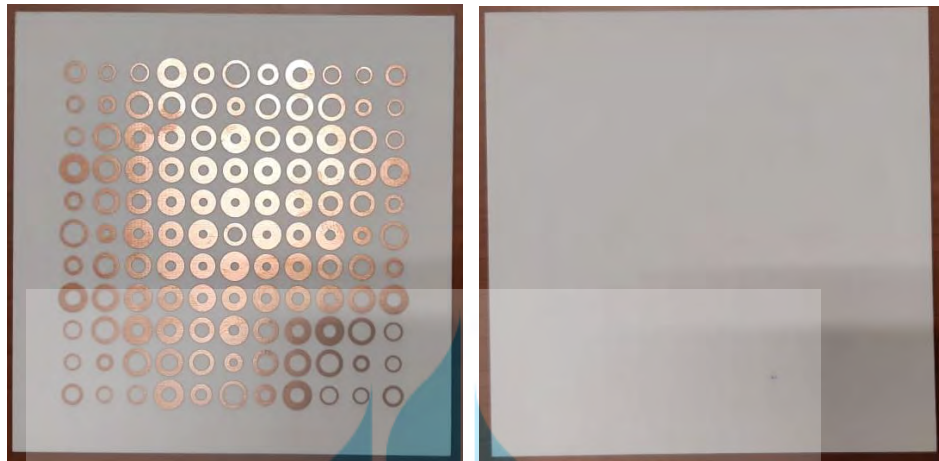
3.8 Fabrikasi Antena *Transmitarray Patch Ring*

Setelah dilakukan karakterisasi antenna melalui simulasi dan perhitungan yang dilakukan, maka dengan parameter dan gambar rancangan yang telah diperoleh, langkah selanjutnya adalah membuat *layout* Antena *Transmitarray patch ring* 11 x 11 elemen yang akan dicetak pada bahan pcb, melalui proses *etching* seperti Gambar 3.7 berikut:



Gambar 3.7 *Negatif film* untuk *photo etching*

Gambar diatas merupakan bentuk film pada proses *photo etching* untuk bentuk Antena *Transmitarray* yang sudah direalisasikan. Gambar 3.8 merupakan hasil antena yang telah di fabrikasi seperti berikut:



Gambar 3.8 Hasil fabrikasi Antena *Transmitarray patch ring* 11 x 11 elemen

UNIVERSITAS
MERCU BUANA