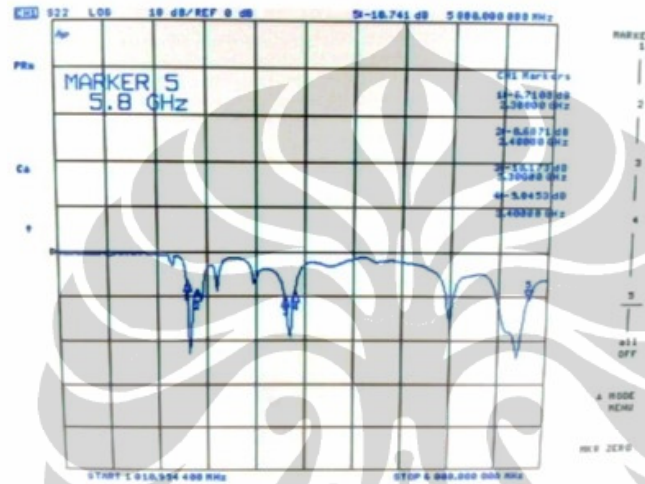


# LAMPIRAN 1

## GRAFIK PENGUKURAN PORT TUNGGAL

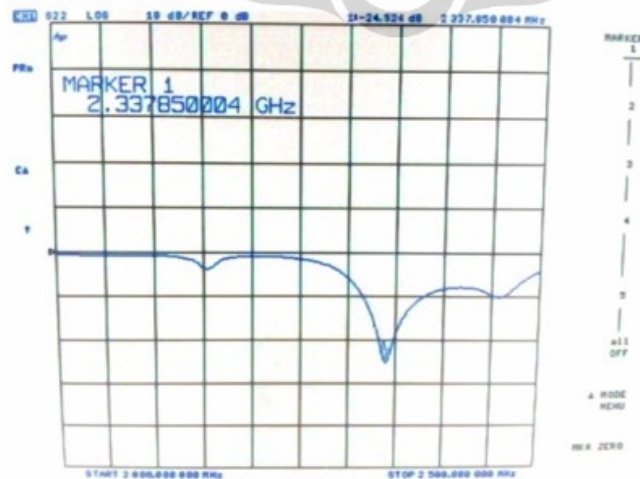
### 1.1 Pengukuran *Return Loss* Antena Mikrostrip *Array* 2 Elemen

Grafik hasil pengukuran *return loss* dari antena mikrostrip *array* 2 elemen dapat dilihat pada Gambar 1.1.1



Gambar Lamp 1.1.1 Grafik *return loss* antena mikrostrip *array* 2 elemen

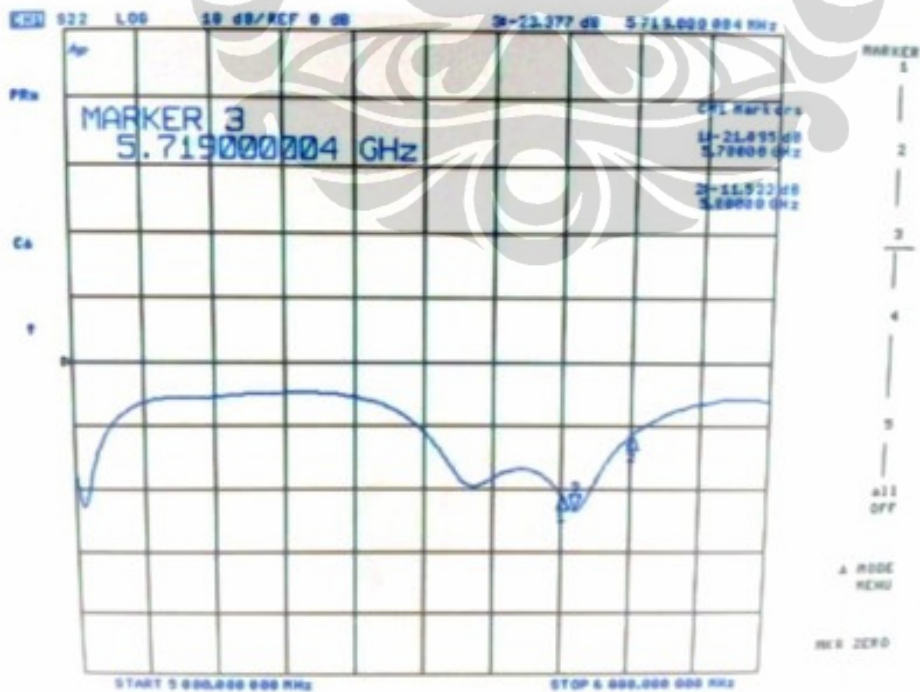
Grafik *return loss* setiap *bandwidth* yang didapatkan dari antena mikrostrip *array* 2 elemen yang telah diukur dapat dilihat pada Gambar 1.1.2 sampai 1.1.4.



Gambar Lamp 1.1.2 Grafik *return loss* antena mikrostrip *array* 2 elemen pada frekuensi 2,3 GHz



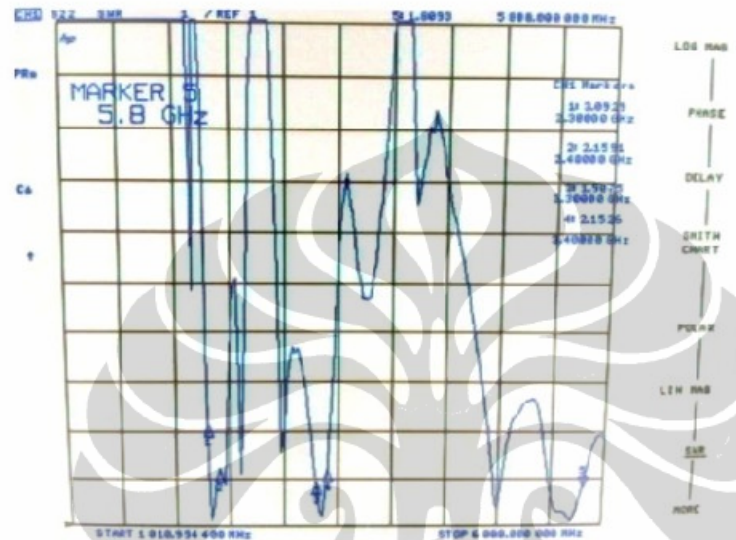
Gambar Lamp 1.1.3 Grafik *return loss* antenna mikrostrip *array* 2 elemen pada frekuensi 3,3 GHz



Gambar Lamp 1.1.4 Grafik *return loss* antenna mikrostrip *array* 2 elemen pada frekuensi 5,8 GHz

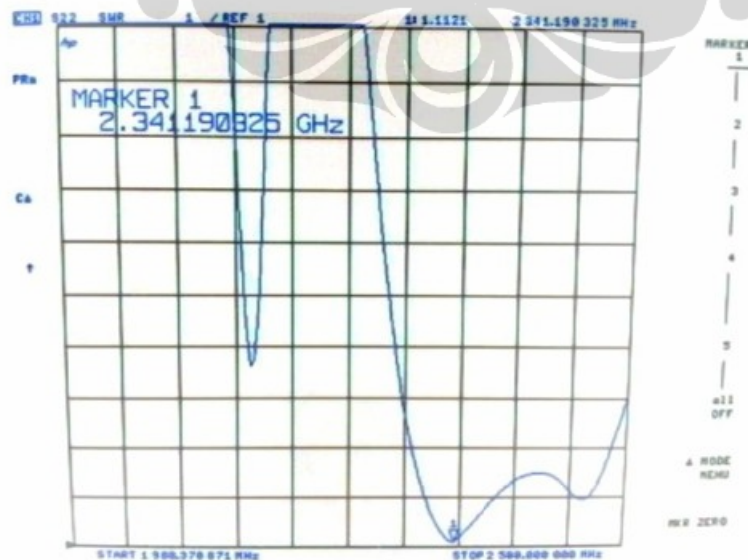
## 1.2 Pengukuran VSWR Pengukuran *Return Loss* Antena Mikrostrip *Array* 2 Elemen

Grafik hasil pengukuran VSWR dari antena mikrostrip *array* 2 elemen dapat dilihat pada Gambar Lampiran 1.2.1.



Gambar Lamp 1.2.1 Grafik VSWR antena mikrostrip *array* 2 elemen

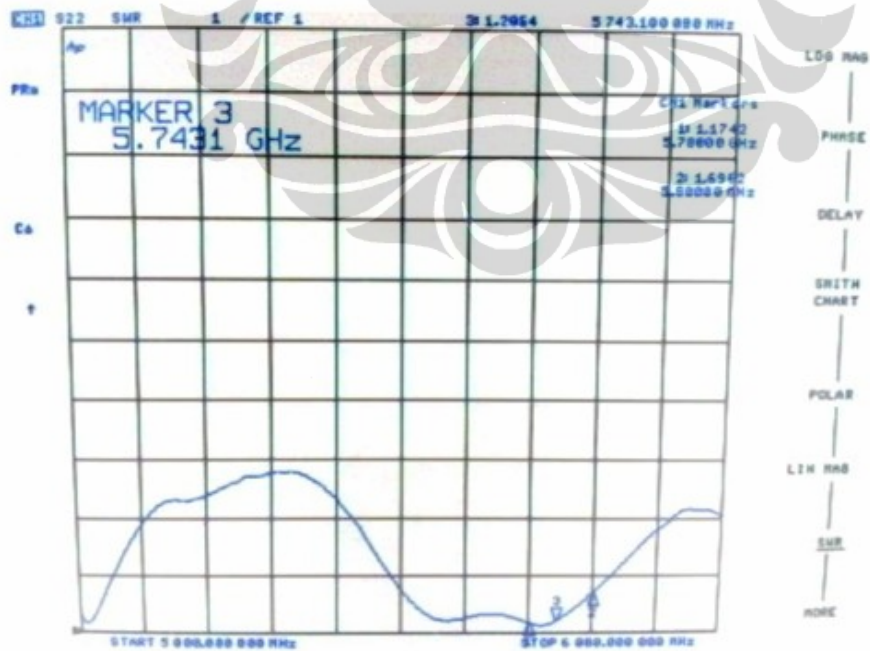
Grafik VSWR setiap *bandwidth* yang didapatkan dari antena mikrostrip *array* 2 elemen yang telah diukur dapat dilihat pada Gambar Lampiran 1.2.1 sampai 1.2.3.



Gambar Lamp 1.2.2 Grafik VSWR antena mikrostrip *array* 2 elemen pada frekuensi 2,3 GHz



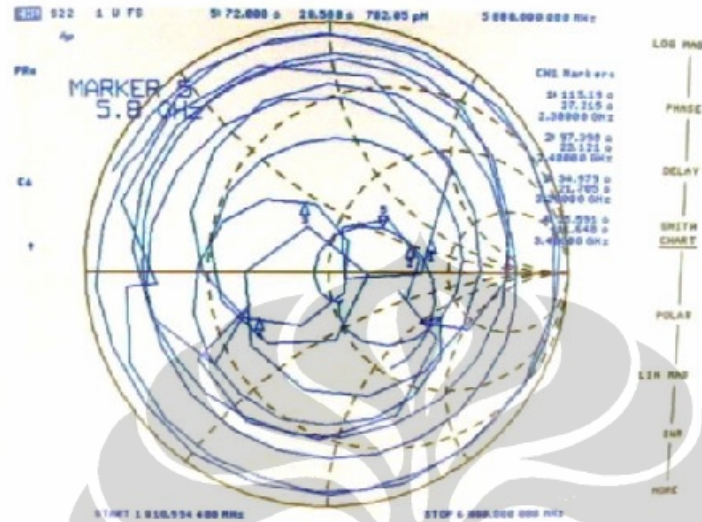
Gambar Lamp 1.2.3 Grafik VSWS antenna mikrostrip *array* 2 elemen pada frekuensi 3,3 GHz



Gambar Lamp 1.2.4 Grafik VSWS antenna mikrostrip *array* 2 elemen pada frekuensi 5,8 GHz



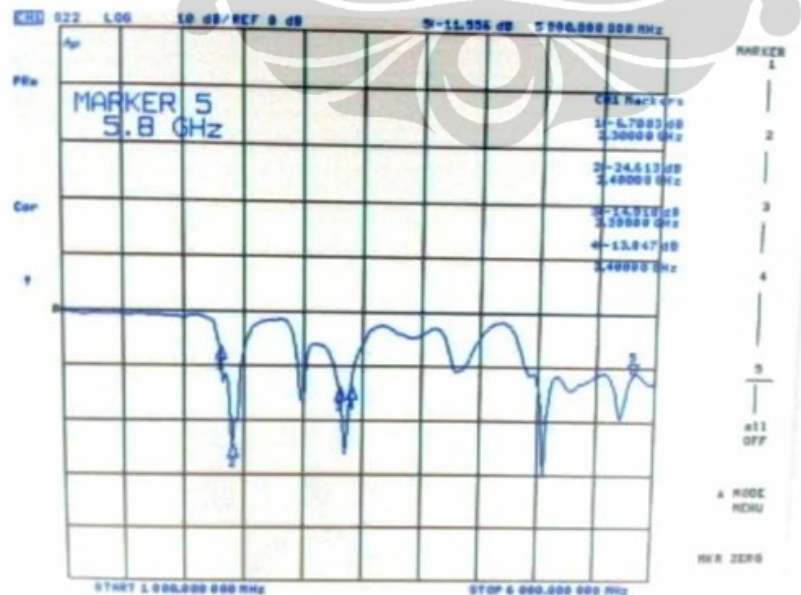
### 1.3 Pengukuran Impedansi Masukkan Pengukuran *Return Loss* Antena Mikrostrip *Array* 2 Elemen



Gambar Lampiran 1.3 Grafik Smith Chart antena mikrostrip *array* 2 elemen

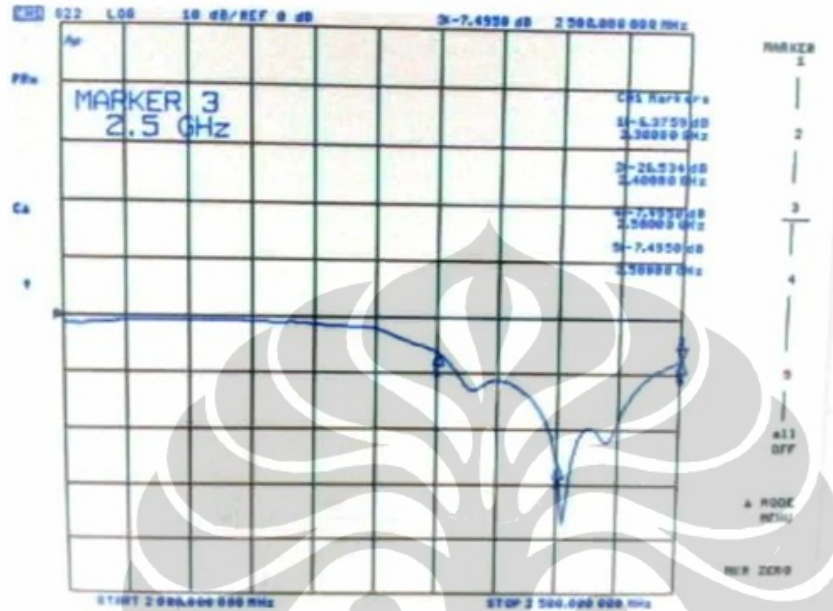
### 1.4 Pengukuran *Return Loss* Antena Mikrostrip *Array* 2 Elemen

Gambar hasil pengukuran *return loss* dari antena mikrostrip *array* 4 elemen dapat dilihat pada Gambar Lampiran 1.4.1.

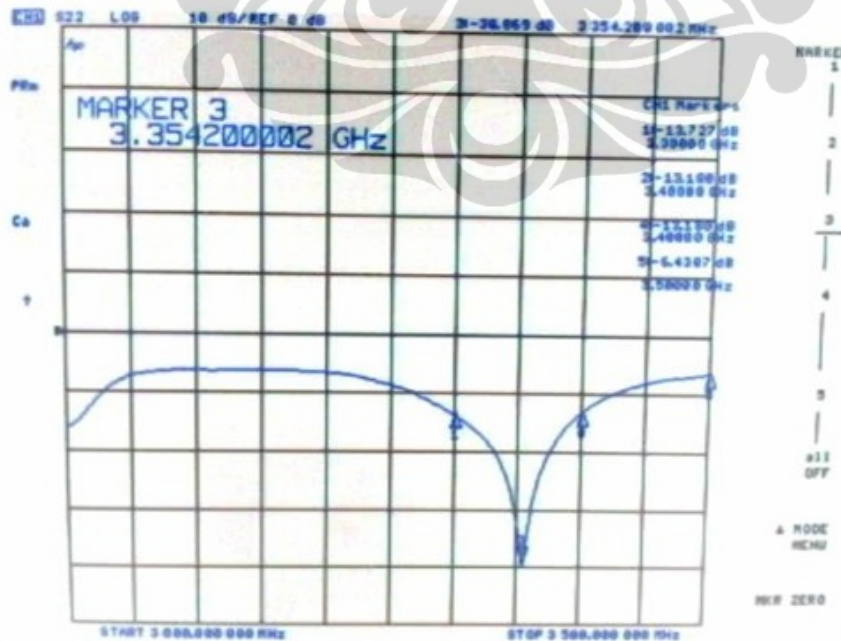


Gambar Lampiran 1.4.1 Grafik *return loss* antena mikrostrip *array* 4 elemen

Grafik *return loss* setiap *bandwidth* yang didapatkan dari antenna mikrostrip *array* 4 elemen yang telah diukur dapat dilihat pada Gambar 1.3.3 sampai 1.3.5.



Gambar Lamp 1.4.2 Grafik *return loss* antenna mikrostrip *array* 4 elemen pada frekuensi 2,3 GHz



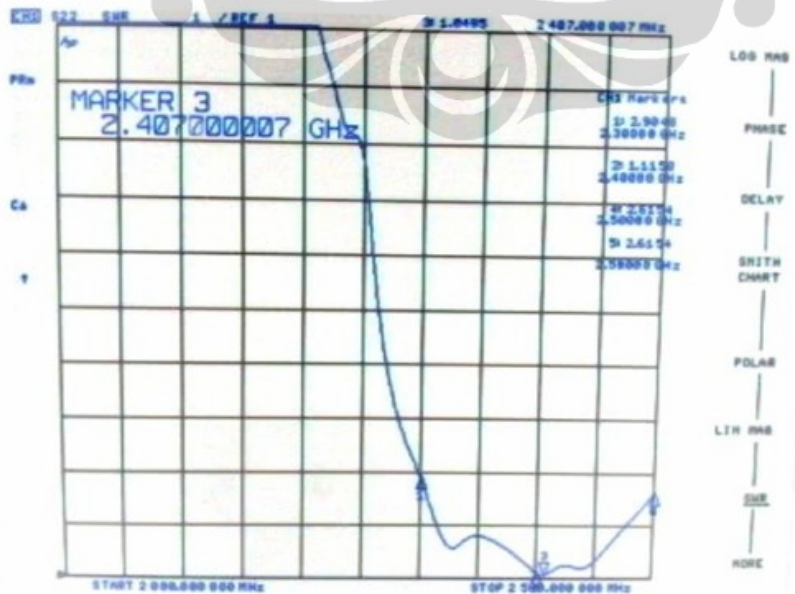
Gambar Lamp 1.4.3 Grafik *return loss* antenna mikrostrip *array* 4 elemen pada frekuensi 3,3 GHz



Gambar Lamp 1.4.4 Grafik *return loss* antenna mikrostrip *array* 4 elemen pada frekuensi 5,8 GHz

### 1.5 Pengukuran VSWR Antena Mikrostrip *Array* 2 Elemen

Grafik VSWR setiap *bandwidth* yang didapatkan dari antenna mikrostrip *array* 4 elemen yang telah diukur dapat dilihat pada Gambar 1.3.5 sampai 1.3.7.



Gambar Lamp 1.5.1 Grafik VSWR antenna mikrostrip *array* 4 elemen pada frekuensi 2,3 GHz



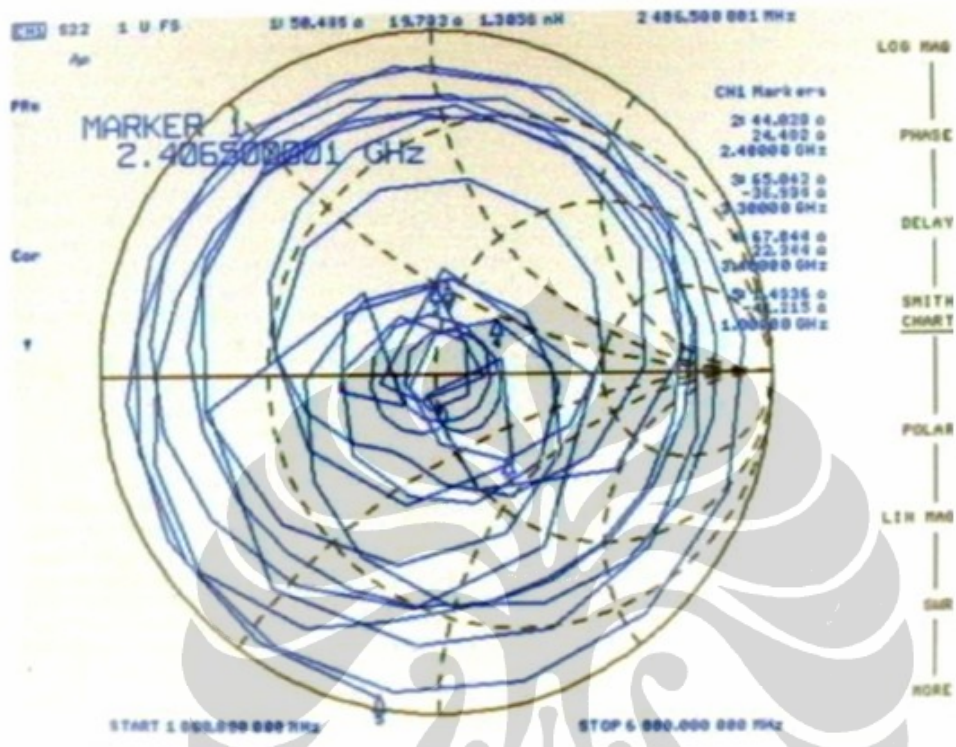
Gambar Lamp 1.5.2 Grafik VSWS antenna mikrostrip *array* 4 elemen pada frekuensi 3,3 GHz



Gambar Lamp 1.5.3 Grafik VSWS antenna mikrostrip *array* 4 elemen pada frekuensi 5,8 GHz



## 1.6 Pengukuran Impedansi Masukkan



Gambar Lampiran 1.6 Grafik Smith Chart antenna mikrostrip array 4 elemen

## LAMPIRAN 2

### DATA HASIL PENGUKURAN POLA RADIASI

#### 2.1 Data Pengukuran Pola Radiasi untuk Antena Mikrostrip Array 2 Elemen

Tabel Lampiran 2.1.1 Intensitas daya relatif untuk bidang E ( $f = 2,3 \text{ GHz}$ )

Sudut (°)	data 1 (dB)	data 2 (dB)	rata-rata (dB)	Normalisasi (dB)
0	-34,83	-34,79	-34,81	0
10	-36,16	-36,21	-36,185	-1,375
20	-38,54	-37,28	-37,91	-3,1
30	-41	-40,18	-40,59	-5,78
40	-42,94	-42,96	-42,95	-8,14
50	-45,54	-45,58	-45,56	-10,75
60	-47,22	-45,57	-46,395	-11,585
70	-51,19	-50,07	-50,63	-15,82
80	-53,4	-53,31	-53,355	-18,545
90	-59,79	-59,76	-59,775	-24,965
100	-57,68	-56,03	-56,855	-22,045
110	-56,64	-55,25	-55,945	-21,135
120	-56,75	-55,87	-56,31	-21,5
130	-55,22	-55,5	-55,36	-20,55
140	-57,71	-58	-57,855	-23,045
150	-62,2	-64,7	-63,45	-28,64
160	-65,74	-68,41	-67,075	-32,265
170	-58,48	-57,71	-58,095	-23,285
180	-56,46	-56,89	-56,675	-21,865
190	-56,25	-55,11	-55,68	-20,87
200	-61,82	-61,55	-61,685	-26,875
210	-61,22	-58,7	-59,96	-25,15
220	-54,76	-59,94	-57,35	-22,54
230	-54,13	-53,74	-53,935	-19,125
240	-53,93	-53,45	-53,69	-18,88
250	-57,57	-53,07	-55,32	-20,51
260	-52,85	-52,62	-52,735	-17,925
270	-49,38	-49,22	-49,3	-14,49
280	-51,2	-50,12	-50,66	-15,85
290	-50,66	-50,66	-50,66	-15,85
300	-49,63	-50,12	-49,875	-15,065
310	-44,57	-43,88	-44,225	-9,415
320	-40,98	-41,45	-41,215	-6,405
330	-39,54	-40,29	-39,915	-5,105
340	-36,96	-36,48	-36,72	-1,91
350	-35,6	-35,58	-35,59	-0,78

Tabel Lampiran 2. 1.2 Intensitas daya relatif untuk bidang H (f = 2,3 GHz)

Sudut (°)	data 1 (dB)	data 2 (dB)	rata-rata (dB)	Normalisasi (dB)
0	-34,95	-34,26	-34,605	0
10	-35,11	-35,25	-35,18	-0,575
20	-36,08	-36,88	-36,48	-1,875
30	-37,41	-37,55	-37,48	-2,875
40	-39,26	-39,1	-39,18	-4,575
50	-40,93	-40,22	-40,575	-5,97
60	-42,62	-42,68	-42,65	-8,045
70	-44,44	-44,82	-44,63	-10,025
80	-45,33	-44,22	-44,775	-10,17
90	-44,82	-44,78	-44,8	-10,195
100	-45,29	-45,65	-45,47	-10,865
110	-44,91	-44,82	-44,865	-10,26
120	-46,24	-46,27	-46,255	-11,65
130	-48,07	-48,21	-48,14	-13,535
140	-50,72	-50,84	-50,78	-16,175
150	-48,62	-48,68	-48,65	-14,045
160	-48,38	-48,45	-48,415	-13,81
170	-50,81	-50,81	-50,81	-16,205
180	-51,92	-51,36	-51,64	-17,035
190	-57,77	-57,45	-57,61	-23,005
200	-53,37	-53,55	-53,46	-18,855
210	-48,51	-48,24	-48,375	-13,77
220	-49,18	-49,36	-49,27	-14,665
230	-49,28	-49,22	-49,25	-14,645
240	-48,84	-48,36	-48,6	-13,995
250	-44,87	-44,89	-44,88	-10,275
260	-46,22	-46,65	-46,435	-11,83
270	-43,75	-43,84	-43,795	-9,19
280	-40,83	-40,21	-40,52	-5,915
290	-40,11	-40,3	-40,205	-5,6
300	-40,18	-40,69	-40,435	-5,83
310	-38,23	-39,27	-38,75	-4,145
320	-38,52	-38,65	-38,585	-3,98
330	-37,42	-37,48	-37,45	-2,845
340	-36,41	-36,65	-36,53	-1,925
350	-35,08	-35,89	-35,485	-0,88

**Tabel Lampiran 2. 1.3 Intensitas daya relatif untuk bidang E (f = 3,3 GHz)**

Sudut (°)	data 1 (dB)	data 2 (dB)	rata-rata (dB)	Normalisasi (dB)
0	-32,98	-32,88	-32,93	-0,3
10	-34,34	-34,54	-34,44	-1,81
20	-37,67	-37,58	-37,625	-4,995
30	-40,45	-40,85	-40,65	-8,02
40	-48,65	-48,52	-48,585	-15,955
50	-52,65	-52,62	-52,635	-20,005
60	-57,32	-57,24	-57,28	-24,65
70	-54,82	-54,82	-54,82	-22,19
80	-51,6	-51,68	-51,64	-19,01
90	-50,23	-50,45	-50,34	-17,71
100	-53,92	-53,98	-53,95	-21,32
110	-53,45	-53,45	-53,45	-20,82
120	-53,6	-53,78	-53,69	-21,06
130	-55,61	-55,78	-55,695	-23,065
140	-54,5	-54,8	-54,65	-22,02
150	-56,38	-56,84	-56,61	-23,98
160	-60,25	-60,28	-60,265	-27,635
170	-64,82	-64,83	-64,825	-32,195
180	-48,77	-48,85	-48,81	-16,18
190	-45,04	-45,85	-45,445	-12,815
200	-46,22	-46,86	-46,54	-13,91
210	-49,48	-49,78	-49,63	-17
220	-54,84	-54,82	-54,83	-22,2
230	-60	-60	-60	-27,37
240	-65,2	-65,85	-65,525	-32,895
250	-52,34	-51,25	-51,795	-19,165
260	-49,35	-48,98	-49,165	-16,535
270	-50,45	-51,58	-51,015	-18,385
280	-57,88	-27,83	-42,855	-10,225
290	-47,78	-47,92	-47,85	-15,22
300	-47,99	-47,99	-47,99	-15,36
310	-61,38	-61,85	-61,615	-28,985
320	-39,64	-39,74	-39,69	-7,06
330	-36,48	-36,85	-36,665	-4,035
340	-34,79	-34,85	-34,82	-2,19
350	-32,68	-32,58	-32,63	0



**Tabel Lampiran 2. 1.4 Intensitas daya relatif untuk bidang H (f = 3,3 GHz)**

Sudut (°)	data 1 (dB)	data 2 (dB)	rata-rata (dB)	Normalisasi (dB)
0	-32,37	-32,65	-32,51	-0,65
10	-31,87	-31,85	-31,86	0
20	-32,34	-32,85	-32,595	-0,735
30	-35,35	-35,85	-35,6	-3,74
40	-33,3	-33,78	-33,54	-1,68
50	-35,34	-35,85	-35,595	-3,735
60	-38,52	-38,48	-38,5	-6,64
70	-40,97	-40,87	-40,92	-9,06
80	-43,85	-43,82	-43,835	-11,975
90	-46,33	-46,37	-46,35	-14,49
100	-49,56	-49,25	-49,405	-17,545
110	-48,76	-48,12	-48,44	-16,58
120	-48,34	-48,18	-48,26	-16,4
130	-48,51	-48,58	-48,545	-16,685
140	-53,52	-53,45	-53,485	-21,625
150	-55,93	-55,95	-55,94	-24,08
160	-54,01	-54,58	-54,295	-22,435
170	-54,83	-54,08	-54,455	-22,595
180	-55,23	-55,48	-55,355	-23,495
190	-50,46	-50,48	-50,47	-18,61
200	-49,77	-49,77	-49,77	-17,91
210	-51,33	-51,28	-51,305	-19,445
220	-56,22	-56,87	-56,545	-24,685
230	-55,05	-55,05	-55,05	-23,19
240	-49,39	-49,63	-49,51	-17,65
250	-45,57	-45,74	-45,655	-13,795
260	-43,51	-43,85	-43,68	-11,82
270	-39,82	-39,84	-39,83	-7,97
280	-40,17	-40,19	-40,18	-8,32
290	-41,1	-41,68	-41,39	-9,53
300	-41,96	-41,68	-41,82	-9,96
310	-41,71	-41,85	-41,78	-9,92
320	-44,04	-44,65	-44,345	-12,485
330	-43,66	-43,85	-43,755	-11,895
340	-43,84	-43,84	-43,84	-11,98
350	-40,11	-40,38	-40,245	-8,385

**Tabel Lampiran 2. 1.5 Intensitas daya relatif untuk bidang E (f = 5,8 GHz)**

Sudut (°)	data 1 (dB)	data 2 (dB)	rata-rata (dB)	Normalisasi (dB)
0	-61,03	-61,21	-61,12	-12,6
10	-55,58	-55,85	-55,715	-7,195
20	-54,88	-54,81	-54,845	-6,325
30	-64,82	-64,82	-64,82	-16,3
40	-60,45	-60,22	-60,335	-11,815
50	-59,65	-59,32	-59,485	-10,965
60	-60,82	-60,82	-60,82	-12,3
70	-62,66	-62,48	-62,57	-14,05
80	-66,58	-66,48	-66,53	-18,01
90	-73,82	-73,28	-73,55	-25,03
100	-62,88	-62,48	-62,68	-14,16
110	-59,15	-59,25	-59,2	-10,68
120	-61,58	-61,45	-61,515	-12,995
130	-61,42	-61,87	-61,645	-13,125
140	-59,22	-59,2	-59,21	-10,69
150	-64,81	-64,87	-64,84	-16,32
160	-62,64	-62,81	-62,725	-14,205
170	-64,52	-64,18	-64,35	-15,83
180	-58,77	-58,21	-58,49	-9,97
190	-59,66	-59,47	-59,565	-11,045
200	-60,17	-60,25	-60,21	-11,69
210	-76,64	-76,48	-76,56	-28,04
220	-59,61	-59,55	-59,58	-11,06
230	-61,55	-61,74	-61,645	-13,125
240	-55,7	-55,88	-55,79	-7,27
250	-58,75	-58,24	-58,495	-9,975
260	-57,22	-57,1	-57,16	-8,64
270	-62,21	-62,48	-62,345	-13,825
280	-67,66	-67,52	-67,59	-19,07
290	-63,32	-63,78	-63,55	-15,03
300	-53,32	-54,42	-53,87	-5,35
310	-52,48	-52,87	-52,675	-4,155
320	-52,29	-52,38	-52,335	-3,815
330	-48,55	-48,98	-48,765	-0,245
340	-48,52	-48,52	-48,52	0
350	-55,23	-55,68	-55,455	-6,935

**Tabel Lampiran 2. 1.6 Intensitas daya relatif untuk bidang H (f = 5,8 GHz)**

Sudut (°)	data 1 (dB)	data 2 (dB)	rata-rata (dB)	Normalisasi (dB)
0	-49,29	-49,25	-49,27	-5,125
10	-46,41	-46,14	-46,275	-2,13
20	-44,13	-44,16	-44,145	0
30	-47,57	-47,56	-47,565	-3,42
40	-48,81	-48,28	-48,545	-4,4
50	-48,88	-48,68	-48,78	-4,635
60	-49,74	-49,54	-49,64	-5,495
70	-50,42	-50,45	-50,435	-6,29
80	-51,55	-51,36	-51,455	-7,31
90	-52,36	-52,46	-52,41	-8,265
100	-54,31	-54,33	-54,32	-10,175
110	-57,65	-57,15	-57,4	-13,255
120	-63,37	-63,45	-63,41	-19,265
130	-53,94	-53,48	-53,71	-9,565
140	-56,33	-56,54	-56,435	-12,29
150	-70,57	-70,2	-70,385	-26,24
160	-61,87	-61,25	-61,56	-17,415
170	-59,22	-59,36	-59,29	-15,145
180	-64,77	-64,24	-64,505	-20,36
190	-57,75	-57,76	-57,755	-13,61
200	-63,77	-63,48	-63,625	-19,48
210	-57,44	-57,45	-57,445	-13,3
220	-58,87	-58,63	-58,75	-14,605
230	-59,93	-59,54	-59,735	-15,59
240	-58,2	-58,22	-58,21	-14,065
250	-52,75	-52,45	-52,6	-8,455
260	-48,94	-48,64	-48,79	-4,645
270	-49,98	-49,36	-49,67	-5,525
280	-49,21	-49,36	-49,285	-5,14
290	-49,93	-49,24	-49,585	-5,44
300	-52,12	-52,12	-52,12	-7,975
310	-52,26	-52,26	-52,26	-8,115
320	-60,91	-60,36	-60,635	-16,49
330	-48,7	-48,82	-48,76	-4,615
340	-46,12	-46,36	-46,24	-2,095
350	-45,7	-45,89	-45,795	-1,65

## 2.2 Data Pengukuran Pola Radiasi untuk Antena Mikrostrip Array 4 Elemen

Tabel Lampiran 2. 2.1 Intensitas daya relatif untuk bidang E (f = 2,3 GHz)

Sudut (°)	data 1 (dB)	data 2 (dB)	rata-rata (dB)	Normalisasi (dB)
0	-26,82	-26,67	-26,745	-0,38
10	-31,97	-30,6	-31,285	-4,92
20	-42,53	-42,03	-42,28	-15,915
30	-39,76	-39,83	-39,795	-13,43
40	-40,33	-39,95	-40,14	-13,775
50	-40,58	-40,37	-40,475	-14,11
60	-42,23	-41,51	-41,87	-15,505
70	-43,9	-43,64	-43,77	-17,405
80	-47,47	-47,93	-47,7	-21,335
90	-53,38	-53,52	-53,45	-27,085
100	-58,79	-58,62	-58,705	-32,34
110	-64,24	-64	-64,12	-37,755
120	-57,68	-57,11	-57,395	-31,03
130	-56,79	-56,91	-56,85	-30,485
140	-49,86	-50,31	-50,085	-23,72
150	-46,93	-46,55	-46,74	-20,375
160	-46,32	-46,91	-46,615	-20,25
170	-47,41	-47,52	-47,465	-21,1
180	-49,5	-48,98	-49,24	-22,875
190	-50,88	-50,83	-50,855	-24,49
200	-51,37	-51,98	-51,675	-25,31
210	-50,15	-50,38	-50,265	-23,9
220	-49,65	-50,3	-49,975	-23,61
230	-51,13	-51	-51,065	-24,7
240	-54,9	-54,76	-54,83	-28,465
250	-62,61	-64,8	-63,705	-37,34
260	-64,98	-64,7	-64,84	-38,475
270	-55,66	-56,34	-56	-29,635
280	-51,27	-51,8	-51,535	-25,17
290	-38,83	-38,52	-38,675	-12,31
300	-36,02	-37,18	-36,6	-10,235
310	-40,68	-40,68	-40,68	-14,315
320	-32,31	-35,59	-33,95	-7,585
330	-30,14	-30,04	-30,09	-3,725
340	-27,34	-27,31	-27,325	-0,96
350	-26,51	-26,22	-26,365	0



**Tabel Lampiran 2. 2.2 Intensitas daya relatif untuk bidang H (f = 2,3 GHz)**

Sudut (°)	data 1 (dB)	data 2 (dB)	rata-rata (dB)	Normalisasi (dB)
0	-48,76	-48,32	-48,54	-0,375
10	-48,13	-48,2	-48,165	0
20	-48,36	-48,2	-48,28	-0,115
30	-48,66	-48,6	-48,63	-0,465
40	-50,43	-50,23	-50,33	-2,165
50	-50,72	-50,25	-50,485	-2,32
60	-53,36	-53,31	-53,335	-5,17
70	-55,66	-55,68	-55,67	-7,505
80	-58,96	-58,18	-58,57	-10,405
90	-61,47	-61,25	-61,36	-13,195
100	-62,9	-62,36	-62,63	-14,465
110	-67,43	-67,22	-67,325	-19,16
120	-69,51	-69,15	-69,33	-21,165
130	-70,57	-70,25	-70,41	-22,245
140	-70,24	-70,21	-70,225	-22,06
150	-72,39	-72,45	-72,42	-24,255
160	-67,31	-67,02	-67,165	-19
170	-66,45	-66,28	-66,365	-18,2
180	-67,14	-67,15	-67,145	-18,98
190	-69,62	-69,23	-69,425	-21,26
200	-69,66	-69,34	-69,5	-21,335
210	-64,59	-64,52	-64,555	-16,39
220	-75,87	-75,26	-75,565	-27,4
230	-71,92	-71,23	-71,575	-23,41
240	-68,14	-68,26	-68,2	-20,035
250	-80,72	-80,74	-80,73	-32,565
260	-71,8	-71,2	-71,5	-23,335
270	-68,52	-68,2	-68,36	-20,195
280	-55,69	-88,34	-72,015	-23,85
290	-54,8	-54,3	-54,55	-6,385
300	-52,39	-52,45	-52,42	-4,255
310	-50,8	-50,23	-50,515	-2,35
320	-51,78	-51,84	-51,81	-3,645
330	-50,4	-50,36	-50,38	-2,215
340	-49,87	-49,62	-49,745	-1,58
350	-50,42	-50,25	-50,335	-2,17

**Tabel Lampiran 2. 2.3 Intensitas daya relatif untuk bidang E (f = 3,3 GHz)**

Sudut (°)	data 1 (dB)	data 2 (dB)	rata-rata (dB)	Normalisasi (dB)
0	-29,97	-29,23	-29,6	0
10	-37,49	-37,07	-37,28	-7,68
20	-47,02	-47,87	-47,445	-17,845
30	-49,95	-44,01	-46,98	-17,38
40	-49,29	-48,56	-48,925	-19,325
50	-49,95	-46,35	-48,15	-18,55
60	-46,96	-43,27	-45,115	-15,515
70	-43,18	-42,44	-42,81	-13,21
80	-42,47	-43,36	-42,915	-13,315
90	-46,41	-46,64	-46,525	-16,925
100	-47,95	-47,35	-47,65	-18,05
110	-48,07	-47,88	-47,975	-18,375
120	-47,98	-47,67	-47,825	-18,225
130	-48,69	-50,23	-49,46	-19,86
140	-53,34	-52,63	-52,985	-23,385
150	-54,54	-57,44	-55,99	-26,39
160	-57,78	-55,09	-56,435	-26,835
170	-52,13	-52,29	-52,21	-22,61
180	-45,28	-44,72	-45	-15,4
190	-42,63	-42,82	-42,725	-13,125
200	-45,47	-45,69	-45,58	-15,98
210	-63,19	-67,27	-65,23	-35,63
220	-52,22	-52,88	-52,55	-22,95
230	-51,71	-52,68	-52,195	-22,595
240	-55,4	-57,81	-56,605	-27,005
250	-52,89	-52,19	-52,54	-22,94
260	-48,78	-50,12	-49,45	-19,85
270	-58,61	-58,57	-58,59	-28,99
280	-54,58	-53,26	-53,92	-24,32
290	-53,14	-53,76	-53,45	-23,85
300	-51,27	-49,54	-50,405	-20,805
310	-45,38	-44,42	-44,9	-15,3
320	-46,39	-46,04	-46,215	-16,615
330	-51,78	-51,05	-51,415	-21,815
340	-43,19	-43,7	-43,445	-13,845
350	-30,98	-29,59	-30,285	-0,685

**Tabel Lampiran 2. 2.4 Intensitas daya relatif untuk bidang H (f = 3,3 GHz)**

Sudut (°)	data 1 (dB)	data 2 (dB)	rata-rata (dB)	Normalisasi (dB)
0	-46,52	-46,32	-46,42	0
10	-45,56	-45,52	-45,54	0,88
20	-45,68	-45,21	-45,445	0,975
30	-47,2	-47,25	-47,225	-0,805
40	-48,99	-48,55	-48,77	-2,35
50	-51,84	-51,24	-51,54	-5,12
60	-56,42	-56,31	-56,365	-9,945
70	-57,8	-57,57	-57,685	-11,265
80	-59,21	-59,21	-59,21	-12,79
90	-60,77	-60,18	-60,475	-14,055
100	-65,71	-65,05	-65,38	-18,96
110	-67,93	-67,25	-67,59	-21,17
120	-67,56	-67,24	-67,4	-20,98
130	-65,38	-65,21	-65,295	-18,875
140	-69,78	-69,21	-69,495	-23,075
150	-71,64	-71,21	-71,425	-25,005
160	-68,7	-68,2	-68,45	-22,03
170	-65,94	-65,97	-65,955	-19,535
180	-71,72	-71,22	-71,47	-25,05
190	-63,8	-63,25	-63,525	-17,105
200	-67,98	-67,32	-67,65	-21,23
210	-66,06	-66,05	-66,055	-19,635
220	-61,65	-61,24	-61,445	-15,025
230	-57,47	-57,25	-57,36	-10,94
240	-56,08	-56,02	-56,05	-9,63
250	-53,83	-53,85	-53,84	-7,42
260	-54,83	-54	-54,415	-7,995
270	-54,05	-54,32	-54,185	-7,765
280	-53,44	-53,21	-53,325	-6,905
290	-50,67	-50,02	-50,345	-3,925
300	-49,55	-49,69	-49,62	-3,2
310	-48,53	-48,36	-48,445	-2,025
320	-48,48	-48,23	-48,355	-1,935
330	-48,8	-48,2	-48,5	-2,08
340	-49,95	-49,23	-49,59	-3,17
350	-47,31	-47,05	-47,18	-0,76

**Tabel Lampiran 2. 2.5 Intensitas daya relatif untuk bidang E (f = 5,8 GHz)**

Sudut (°)	data 1 (dB)	data 2 (dB)	rata-rata (dB)	Normalisasi (dB)
0	-53,88	-52,65	-53,265	-0,735
10	-67,15	-64,47	-65,81	-13,28
20	-64	-61,9	-62,95	-10,42
30	-56,79	-56,31	-56,55	-4,02
40	-55,9	-55,71	-55,805	-3,275
50	-54,41	-54,47	-54,44	-1,91
60	-55,43	-55,81	-55,62	-3,09
70	-52,5	-52,56	-52,53	0
80	-54,72	-53,87	-54,295	-1,765
90	-55,37	-55,49	-55,43	-2,9
100	-56,37	-56,68	-56,525	-3,995
110	-55,39	-54,77	-55,08	-2,55
120	-55,97	-55,21	-55,59	-3,06
130	-59,05	-57,79	-58,42	-5,89
140	-59,95	-60,66	-60,305	-7,775
150	-60,32	-61,41	-60,865	-8,335
160	-67,79	-71,77	-69,78	-17,25
170	-63,34	-61,89	-62,615	-10,085
180	-57,74	-57,18	-57,46	-4,93
190	-54,97	-56,57	-55,77	-3,24
200	-60,55	-61,04	-60,795	-8,265
210	-66,98	-64,14	-65,56	-13,03
220	-63,54	-63,53	-63,535	-11,005
230	-71,45	-73,71	-72,58	-20,05
240	-66,94	-65,36	-66,15	-13,62
250	-78,16	-63,58	-70,87	-18,34
260	-66,93	-69,79	-68,36	-15,83
270	-67,37	-67,93	-67,65	-15,12
280	-57,36	-58,48	-57,92	-5,39
290	-58,59	-56,48	-57,535	-5,005
300	-56,81	-57,73	-57,27	-4,74
310	-61,79	-62,01	-61,9	-9,37
320	-59,69	-59,33	-59,51	-6,98
330	-64,22	-62,58	-63,4	-10,87
340	-64,48	-65,37	-64,925	-12,395
350	-51,41	-54,06	-52,735	-0,205



**Tabel Lampiran 2. 2.6 Intensitas daya relatif untuk bidang H (f = 5,8 GHz)**

Sudut (°)	data 1 (dB)	data 2 (dB)	rata-rata (dB)	Normalisasi (dB)
0	-60,69	-61,25	-60,97	-7,47
10	-59,38	-59,11	-59,245	-5,745
20	-61,35	-61,2	-61,275	-7,775
30	-61,11	-61,58	-61,345	-7,845
40	-55,02	-55,09	-55,055	-1,555
50	-53,82	-53,18	-53,5	0
60	-56,21	-56,11	-56,16	-2,66
70	-59,63	-60,36	-59,995	-6,495
80	-65,47	-64,48	-64,975	-11,475
90	-65,77	-65,21	-65,49	-11,99
100	-67,97	-67,28	-67,625	-14,125
110	-64,89	-64,27	-64,58	-11,08
120	-71,54	-70,36	-70,95	-17,45
130	-70,31	-72,36	-71,335	-17,835
140	-67,45	-67,05	-67,25	-13,75
150	-63,14	-63,42	-63,28	-9,78
160	-67,71	-68,31	-68,01	-14,51
170	-71,92	-72,08	-72	-18,5
180	-72,43	-70,39	-71,41	-17,91
190	-71,54	-71,55	-71,545	-18,045
200	-80,57	-80,26	-80,415	-26,915
210	-78,31	-78,02	-78,165	-24,665
220	-79,39	-79,01	-79,2	-25,7
230	-71,67	-71,36	-71,515	-18,015
240	-70,51	-70,26	-70,385	-16,885
250	-79,32	-79,01	-79,165	-25,665
260	-67,07	-67,2	-67,135	-13,635
270	-69,32	-59,21	-64,265	-10,765
280	-72,89	-72,66	-72,775	-19,275
290	-72,73	-72,85	-72,79	-19,29
300	-64,82	-64,21	-64,515	-11,015
310	-58,36	-58,02	-58,19	-4,69
320	-59,95	-59,82	-59,885	-6,385
330	-57,08	-57,1	-57,09	-3,59
340	-56,92	-56,78	-56,85	-3,35
350	-53,57	-53,58	-53,575	-0,075

## LAMPIRAN 3

### DATA HASIL PENGUKURAN GAIN

Metode yang digunakan dalam pengukuran gain pada penelitian ini menggunakan metode 3 antena, dimana :

G1 = Gain antena mikrostrip *single* elemen

G2 = Gain antena mikrostrip *array* 2 elemen

G4 = Gain antena mikrostrip *array* 4 elemen

#### 3.1 Data Pengukuran Gain di Frekuensi 2,3 GHz

**Tabel Lampiran 3.1.1 Pengukuran Gain dengan konfigurasi 1 – 2 (f = 2,3 GHz)**

Frekuensi (GHz)	$\lambda$ (cm)	R (cm)	Daya Pemancar (mW)	Daya Penerima ( $\mu$ W)			G1 + G2 (dB)
				1	2	rata-rata	
2,3	13,04348	300	0,719	1,87	1,84	1,855	23,33
2,31	12,98701	300	0,727	2,02	2,03	2,025	23,7
2,32	12,93103	300	0,726	2,21	2,21	2,21	24,12
2,33	12,87554	300	0,719	2,11	2,13	2,12	24,02
2,34	12,82051	300	0,72	1,85	1,88	1,865	23,49
2,35	12,76596	300	0,728	1,72	1,75	1,735	23,17
2,36	12,71186	300	0,731	1,69	1,7	1,695	23,09
2,37	12,65823	300	0,721	1,48	1,48	1,48	22,59
2,38	12,60504	300	0,712	1,17	1,17	1,17	21,66
2,39	12,5523	300	0,714	0,886	0,887	0,8865	20,48
2,4	12,5	300	0,721	0,642	0,648	0,645	19,1

**Tabel Lampiran 3.1.2 Pengukuran Gain dengan konfigurasi 1 – 4 (f = 2,3 GHz)**

Frekuensi (GHz)	$\lambda$ (cm)	R (cm)	Daya Pemancar (mW)	Daya Penerima ( $\mu$ W)			G1 + G4 (dB)
				1	2	rata-rata	
2,3	13,04348	300	0,719	2,41	2,42	2,415	24,47
2,31	12,98701	300	0,727	2,82	2,81	2,815	25,13
2,32	12,93103	300	0,726	3,11	3,12	3,115	25,61
2,33	12,87554	300	0,719	3,11	3,1	3,105	25,68
2,34	12,82051	300	0,72	2,9	2,88	2,89	25,4
2,35	12,76596	300	0,728	2,85	2,86	2,855	25,33
2,36	12,71186	300	0,731	2,96	2,97	2,965	25,52
2,37	12,65823	300	0,721	2,76	2,77	2,765	25,31
2,38	12,60504	300	0,712	2,31	2,32	2,315	24,63
2,39	12,5523	300	0,714	1,85	1,86	1,855	23,69
2,4	12,5	300	0,721	1,38	1,39	1,385	22,42

**Tabel Lampiran 3.1.3 Pengukuran Gain dengan konfigurasi 2 – 4 (f = 2,3 GHz)**

Frekuensi (GHz)	$\lambda$ (cm)	R (cm)	Daya Pemancar (mW)	Daya Penerima ( $\mu$ W)			G2 + G4 (dB)
				1	2	rata-rata	
2,3	13,04348	300	0,719	4,43	4,47	4,45	27,13
2,31	12,98701	300	0,727	5,12	5,17	5,145	27,75
2,32	12,93103	300	0,726	5,51	5,53	5,52	28,09
2,33	12,87554	300	0,719	5,25	5,28	5,265	27,97
2,34	12,82051	300	0,72	4,9	4,89	4,895	27,68
2,35	12,76596	300	0,728	4,96	4,96	4,96	27,73
2,36	12,71186	300	0,731	5,04	5,04	5,04	27,82
2,37	12,65823	300	0,721	4,37	4,37	4,37	27,3
2,38	12,60504	300	0,712	3,59	3,6	3,595	26,54
2,39	12,5523	300	0,714	3,11	3,12	3,115	25,94
2,4	12,5	300	0,721	2,58	2,59	2,585	25,13

**Tabel Lampiran 3.1.4 Gain ketiga antenna (f = 2,3 GHz)**

Frekuensi (GHz)	G1 (dB)	G2 (dB)	G3 (dB)
2,3	2,068	12,995	14,135
2,31	3,424	13,16	14,59
2,32	4,84	13,3	14,79
2,33	4,98	13,155	14,815
2,34	5,249	12,885	14,795
2,35	5,436	12,785	14,945
2,36	5,145	12,695	15,125
2,37	4,59	12,29	15,01
2,38	4,351	11,785	14,755
2,39	4,554	11,365	14,575
2,4	5,019	10,905	14,225

### 3.2 Data Pengukuran Gain di Frekuensi 3,3 GHz

**Tabel Lampiran 3.2.1 Pengukuran Gain dengan konfigurasi 1 – 2 (f = 3,3 GHz)**

Frekuensi (GHz)	$\lambda$ (cm)	R (cm)	Daya Pemancar (mW)	Daya Penerima ( $\mu$ W)			G1 + G2 (dB)
				1	2	rata-rata	
3,3	9,090909	300	0,719	0,275	0,276	0,2755	26,46
3,31	9,063444	300	0,727	0,288	0,292	0,29	26,82
3,32	9,036145	300	0,726	0,306	0,31	0,308	27,23
3,33	9,009009	300	0,719	0,312	0,313	0,3125	27,12
3,34	8,982036	300	0,72	0,307	0,308	0,3075	26,58
3,35	8,955224	300	0,728	0,309	0,31	0,3095	26,25
3,36	8,928571	300	0,731	0,311	0,312	0,3115	26,16
3,37	8,902077	300	0,721	0,3	0,301	0,3005	25,65
3,38	8,87574	300	0,712	0,277	0,276	0,2765	24,71
3,39	8,849558	300	0,714	0,259	0,259	0,259	23,52
3,4	8,823529	300	0,721	0,255	0,26	0,2575	22,12

**Tabel Lampiran 3.2.2 Pengukuran Gain dengan konfigurasi 1 – 4 (f = 3,3 GHz)**

Frekuensi (GHz)	$\lambda$ (cm)	R (cm)	Daya Pemancar (mW)	Daya Penerima ( $\mu$ W)			G1 + G4 (dB)
				1	2	rata-rata	
3,3	9,090909	300	0,719	0,42	0,42	0,42	27,61
3,31	9,063444	300	0,727	0,454	0,453	0,4535	28,25
3,32	9,036145	300	0,726	0,506	0,506	0,506	28,72
3,33	9,009009	300	0,719	0,516	0,529	0,5225	28,78
3,34	8,982036	300	0,72	0,534	0,536	0,535	28,49
3,35	8,955224	300	0,728	0,569	0,57	0,5695	28,41
3,36	8,928571	300	0,731	0,61	0,614	0,612	28,58
3,37	8,902077	300	0,721	0,623	0,624	0,6235	28,37
3,38	8,87574	300	0,712	0,594	0,597	0,5955	27,67
3,39	8,849558	300	0,714	0,57	0,573	0,5715	26,73
3,4	8,823529	300	0,721	0,589	0,583	0,586	25,44



**Tabel Lampiran 3.2.3 Pengukuran Gain dengan konfigurasi 2 – 4 (f = 3,3 GHz)**

Frekuensi (GHz)	$\lambda$ (cm)	R (cm)	Daya Pemancar (mW)	Daya Penerima ( $\mu$ W)			G2 + G4 (dB)
				1	2	rata-rata	
3,3	9,090909	300	0,719	0,634	0,64	0,637	30,79
3,31	9,063444	300	0,727	0,683	0,691	0,687	31,12
3,32	9,036145	300	0,726	0,773	0,778	0,7755	30,92
3,33	9,009009	300	0,719	0,875	0,872	0,8735	30,23
3,34	8,982036	300	0,72	0,909	0,903	0,906	29,78
3,35	8,955224	300	0,728	0,928	0,924	0,926	29,77
3,36	8,928571	300	0,731	1,005	1,004	1,0045	29,51
3,37	8,902077	300	0,721	1,113	1,117	1,115	28,46
3,38	8,87574	300	0,712	1,174	1,175	1,1745	27,83
3,39	8,849558	300	0,714	1,073	1,071	1,072	27,21
3,4	8,823529	300	0,721	0,945	0,95	0,9475	26,96

**Tabel Lampiran 3.2.4 Gain ketiga antenna (f = 3,3 GHz)**

Frekuensi (GHz)	G1 (dB)	G2 (dB)	G4 (dB)
3,3	5,96	14,82	15,97
3,31	6,211	14,845	16,275
3,32	6,382	14,715	16,205
3,33	6,275	14,285	15,945
3,34	6,006	13,935	15,845
3,35	6,095	13,805	15,965
3,36	6,289	13,545	15,965
3,37	6,619	12,87	15,59
3,38	6,493	12,435	15,395
3,39	6,39	12	15,21
3,4	7,18	11,82	15,14

### 3.3 Data Pengukuran Gain di Frekuensi 5,8 GHz

**Tabel Lampiran 3.3.1 Pengukuran Gain dengan konfigurasi 1 – 2 (f = 5,8 GHz)**

Frekuensi (GHz)	$\lambda$ (cm)	R (cm)	Daya Pemancar (mW)	Daya Penerima ( $\mu$ W)			G1 + G2 (dB)
				1	2	rata-rata	
5,3	5,660	300	0,731	0,131	0,134	0,1325	19,04
5,35	5,6076	300	0,721	0,136	0,139	0,1375	19,35
5,4	5,555	300	0,712	0,137	0,141	0,139	19,53
5,45	5,504	300	0,714	0,135	0,137	0,136	19,5
5,5	5,454	300	0,721	0,134	0,137	0,1355	19,52
5,55	5,405	300	0,726	0,128	0,131	0,1295	19,38
5,6	5,357	300	0,723	0,128	0,131	0,1295	19,47
5,65	5,309	300	0,719	0,132	0,134	0,133	19,69
5,7	5,263	300	0,728	0,13	0,132	0,131	19,64
5,75	5,217	300	0,738	0,132	0,135	0,1335	19,74
5,8	5,172	300	0,729	0,134	0,137	0,1355	19,94
5,85	5,128	300	0,717	0,132	0,134	0,133	20
5,9	5,084	300	0,726	0,129	0,131	0,13	19,92
5,95	5,042	300	0,723	0,126	0,129	0,1275	19,93
6	5	300	0,719	0,127	0,129	0,128	20,04

**Tabel Lampiran 3.3.2 Pengukuran Gain dengan konfigurasi 1 – 4 (f = 5,8 GHz)**

Frekuensi (GHz)	$\lambda$ (cm)	R (cm)	Daya Pemancar (mW)	Daya Penerima ( $\mu$ W)			G1 + G4 (dB)
				1	2	rata-rata	
5,3	5,660	300	0,731	0,143	0,144	0,1435	19,39
5,35	5,6076	300	0,721	0,145	0,146	0,1455	19,59
5,4	5,555	300	0,712	0,144	0,145	0,1445	19,7
5,45	5,504	300	0,714	0,143	0,143	0,143	19,72
5,5	5,454	300	0,721	0,138	0,139	0,1385	19,62
5,55	5,405	300	0,726	0,134	0,136	0,135	19,56
5,6	5,357	300	0,723	0,135	0,136	0,1355	19,67
5,65	5,309	300	0,719	0,137	0,138	0,1375	19,83
5,7	5,263	300	0,728	0,141	0,142	0,1415	19,98
5,75	5,217	300	0,738	0,147	0,147	0,147	20,16
5,8	5,172	300	0,729	0,157	0,158	0,1575	20,59
5,85	5,128	300	0,717	0,146	0,158	0,152	20,58
5,9	5,084	300	0,726	0,144	0,144	0,144	20,37
5,95	5,042	300	0,723	0,139	0,14	0,1395	20,32
6	5	300	0,719	0,138	0,139	0,1385	20,39

**Tabel Lampiran 3.3.3 Pengukuran Gain dengan konfigurasi 2 – 4 (f = 5,8 GHz)**

Frekuensi (GHz)	$\lambda$ (cm)	R (cm)	Daya Pemancar (mW)	Daya Penerima ( $\mu$ W)			G2 + G4 (dB)
				1	2	rata-rata	
5,3	5,660	300	0,731	0,163	0,163	0,163	19,94
5,35	5,6076	300	0,721	0,166	0,167	0,1665	20,18
5,4	5,555	300	0,712	0,155	0,156	0,1555	20,02
5,45	5,504	300	0,714	0,151	0,152	0,1515	19,97
5,5	5,454	300	0,721	0,154	0,154	0,154	20,08
5,55	5,405	300	0,726	0,15	0,151	0,1505	20,03
5,6	5,357	300	0,723	0,149	0,15	0,1495	20,09
5,65	5,309	300	0,719	0,15	0,15	0,15	20,21
5,7	5,263	300	0,728	0,151	0,153	0,152	20,29
5,75	5,217	300	0,738	0,152	0,156	0,154	20,36
5,8	5,172	300	0,729	0,156	0,153	0,1545	20,51
5,85	5,128	300	0,717	0,152	0,152	0,152	20,58
5,9	5,084	300	0,726	0,152	0,151	0,1515	20,59
5,95	5,042	300	0,723	0,15	0,151	0,1505	20,65
6	5	300	0,719	0,149	0,15	0,1495	20,72

**Tabel Lampiran 3.3.4 Gain ketiga antenna (f = 5,8 GHz)**

Frekuensi (GHz)	G1 (dB)	G2 (dB)	G4 (dB)
5,3	4,05	9,795	10,145
5,35	4,51	9,97	10,21
5,4	3,75	9,925	10,095
5,45	5,79	9,875	10,095
5,5	5,83	9,99	10,09
5,55	6,43	9,925	10,105
5,6	6,25	9,945	10,145
5,65	6,48	10,035	10,175
5,7	6,22	9,975	10,315
5,75	5,61	9,97	10,39
5,8	4,89	9,93	10,58
5,85	5,27	10	10,58
5,9	7,15	10,07	10,52

## LAMPIRAN 4

### DATA HASIL PENGUKURAN *RETURN LOSS*

#### 4.1 Data Pengukuran *Return Loss* di Antena Mikrostrip Array 2 Elemen

Tabel Lampiran 4.1.1 Pengukuran *return loss* di frekuensi 2,3 GHz

Frekuensi (GHz)	<i>Return Loss</i> (dB)
2,24	-1,389
2,25	-1,456
2,26	-2,18
2,27	-2,261
2,28	-3,81
2,29	-4,02
2,3	-6,03
2,32	-13,74
2,33	-24,189
2,34	-25,19
2,35	-16,745
2,37	-11,262
2,4	-7,92
2,5	-4,56

Tabel Lampiran 4.1.2 Pengukuran *return loss* di frekuensi 3,3 GHz

Frekuensi (GHz)	<i>Return Loss</i> (dB)
3,23	-5,04
3,25	-5,69
3,26	-6,31
3,27	-7,23
3,28	-7,53
3,3	-9,81
3,31	-11,39
3,33	-13,86
3,34	-17,35
3,35	-21
3,36	-23,85
3,38	-17,38
3,4	-10,29
3,41	-8,35
3,42	-6,73
3,44	-5,38
3,5	-2,98

**Tabel Lampiran 4.1.3 Pengukuran *return loss* di frekuensi 5,8 GHz**

Frekuensi (GHz)	<i>Return Loss</i> (dB)
5,3	-4,72
5,37	-4,96
5,39	-5,2
5,41	-5,83
5,42	-6,08
5,45	-7,07
5,46	-8,13
5,5	-11,11
5,54	-16,8
5,56	-19,56
5,63	-17,2
5,68	-18,6
5,69	-26,5
5,71	-24,18
5,73	-22,15
5,75	-18,52
5,78	-13,2
5,8	-11,64
5,82	-9,98
5,86	-7,51
5,91	-6,26
6	-6,01

#### 4.2 Data Pengukuran *Return Loss* di Antena Mikrostrip Array 4 Elemen

**Tabel Lampiran 4.2.1 Pengukuran *return loss* di frekuensi 2,3 GHz**

Frekuensi (GHz)	<i>Return Loss</i> (dB)
2,25	-2,22
2,26	-3,22
2,27	-4,11
2,29	-6,22
2,3	-6,5
2,31	-10,31
2,32	-12,96
2,34	-11,66
2,36	-11
2,37	-12,76
2,4	-32,01
2,42	-21,2
2,43	-20,37
2,44	-22
2,45	-17,12
2,46	-13,06
2,47	-10,5
2,5	-7,34

**Tabel Lampiran 4.2.2 Pengukuran *return loss* di frekuensi 3,3 GHz**

Frekuensi (GHz)	Return Loss (dB)
3,2	-6,71
3,22	-7,33
3,24	-8,25
3,27	-10,69
3,29	-12,56
3,3	-14,15
3,33	-19,21
3,34	-24,58
3,35	-38,86
3,37	-22,03
3,38	-18
3,4	-13,12
3,41	-11,4
3,44	-8,23
3,46	-7,51
3,5	-6,45

**Tabel Lampiran 4.2.3 Pengukuran *return loss* di frekuensi 5,8 GHz**

Frekuensi (GHz)	Return Loss (dB)
5,32	-13,1
5,44	-12,03
5,46	-11,51
5,5	-10,92
5,57	-10,91
5,62	-11,84
5,66	-14,15
5,7	-19,93
5,71	-21,56
5,74	-17,77
5,84	-11,13
5,87	-11,13
5,96	-12,81
6	-12,17

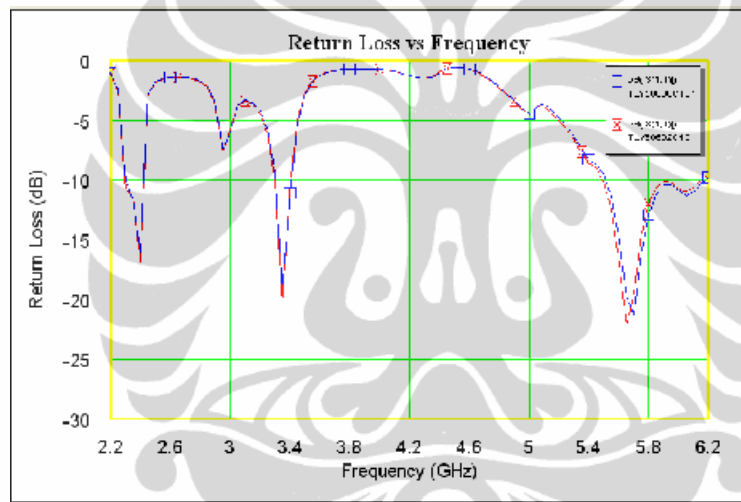


## LAMPIRAN 5

### KARAKTERISTIK ANTENA *SINGLE* ELEMEN BARU

#### 5.1 Mengubah Tebal Substrat

Substrat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Taconic TLY-5-0600-C1/C1 dengan ketebalan substrat 1,52 mm yang lebih tipis 0,06 mm dari substrat antenna acuan (Taconic TLY-5-0602-C1/C1). Dengan hanya mengganti parameter tebal substrat didapatkan grafik *return loss* hasil simulasi pada Gambar Lampiran 5.1 di bawah ini.



Gambar Lampiran 5.1 Grafik *return loss* antenna *single* elemen dari dua substrat

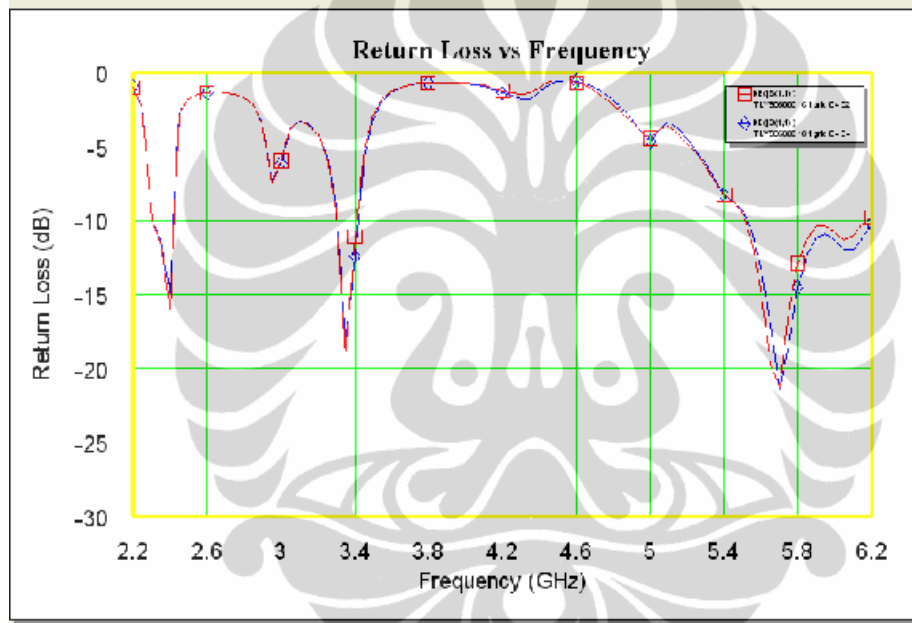
Grafik dari kedua antenna memperoleh hasil *return loss* yang hampir sama. Namun jika dilihat lebih detail, terdapat pergeseran nilai *return loss* di beberapa frekuensi. Pergeseran tersebut dapat dilihat dari Tabel Lampiran 5.1 di bawah ini.

Tabel Lampiran 5.1 Nilai *return loss* antenna *single* elemen di frekuensi utama

Jenis Substrat	<i>Return Loss</i> pada frekuensi [dB]							
	2,3 GHz	2,35 GHz	2,4 GHz	3,3 GHz	3,35 GHz	3,4 GHz	5,725 GHz	5,85 GHz
TLY-5-0600-C1/C1	-10,02	-11,68	-16,02	-9,31	-19,27	-11,09	-21,31	-11,11
TLY-5-0602-C1/C1	-10,69	-11,41	-16,87	-10,04	-20,35	-10,15	-19,45	-10,54

## 5.2 Mengganti Cell Size

Tingkat ketelitian (*unit cell size*) yang dipakai dalam simulator pada antenna acuan menggunakan 0,4 bidang X dan 0,2 bidang Y. Semakin kecil *cell size (grid)* yang dipakai maka keakuratan semakin baik, namun proses untuk mencapai hasil akan semakin lama. Penelitian ini mengganti *cell size* menjadi X = 0,4 dan Y = 0,4 untuk mendapatkan proses hasil simulasi yang lebih cepat. Grafik *return loss* dengan mengganti *cell size* tersebut dapat dilihat pada Gambar Lampiran 5.2 di bawah ini.



Gambar Lampiran 5.2 Grafik *return loss* antenna *single* elemen dengan perbedaan *cell size*

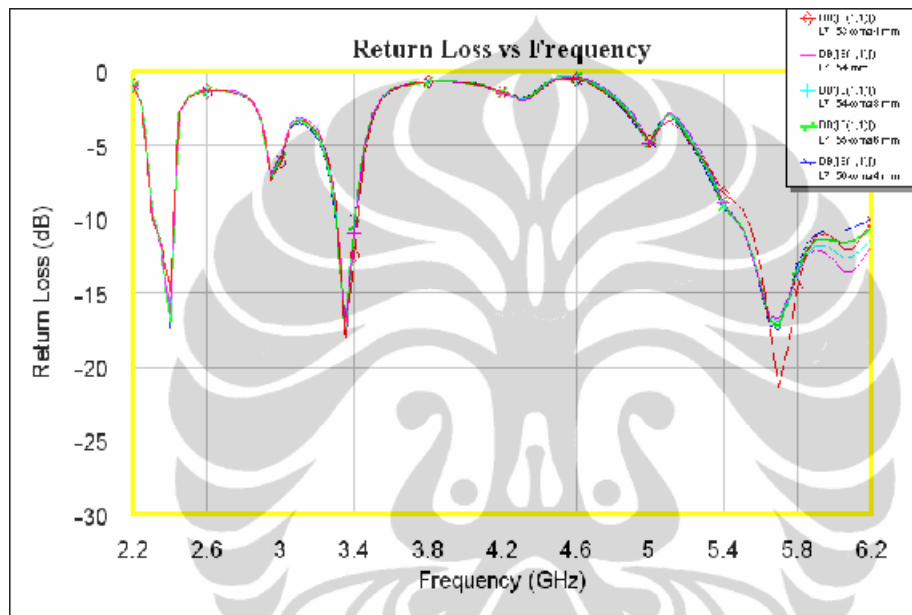
Perubahan *cell size* tidak tampak perbedaan yang signifikan pada grafik *return loss* di atas. Untuk lebih detail, nilai *return loss* untuk setiap frekuensi utama diperlihatkan pada Tabel Lampiran 5.2 di bawah ini.

Tabel Lampiran 5.2 Nilai *return loss* antenna *single* elemen dengan beda *cell size*

Grid TLY-5- 0600-C1/C1	<i>Return Loss</i> pada frekuensi [dB]							
	2,3 GHz	2,35 GHz	2,4 GHz	3,3 GHz	3,35 GHz	3,4 GHz	5,725 GHz	5,85 GHz
0,4 ; 0,2	-10,02	-11,68	-16,02	-9,31	-19,27	-11,09	-21,31	-11,11
0,4 ; 0,4	-10,01	-11,48	-14,95	-8,92	-18,38	-12,43	-21,44	-12,25

### 5.3 Karakteristik Panjang Saluran Catu L7

Dari Tabel Lampiran 5.2 nilai *return loss* pada frekuensi 3,3 GHz berada diatas -10 dB. Untuk itu perlu dilakukan iterasi, salah satunya dengan mengubah panjang saluran catu L7. Grafik *return loss* dengan mengubah panjang saluran catu L7 dapat dilihat pada Gambar Lampiran 5.3 di bawah ini.



Gambar Lampiran 5.3 Grafik *return loss* antenna *single* elemen dengan beda L7

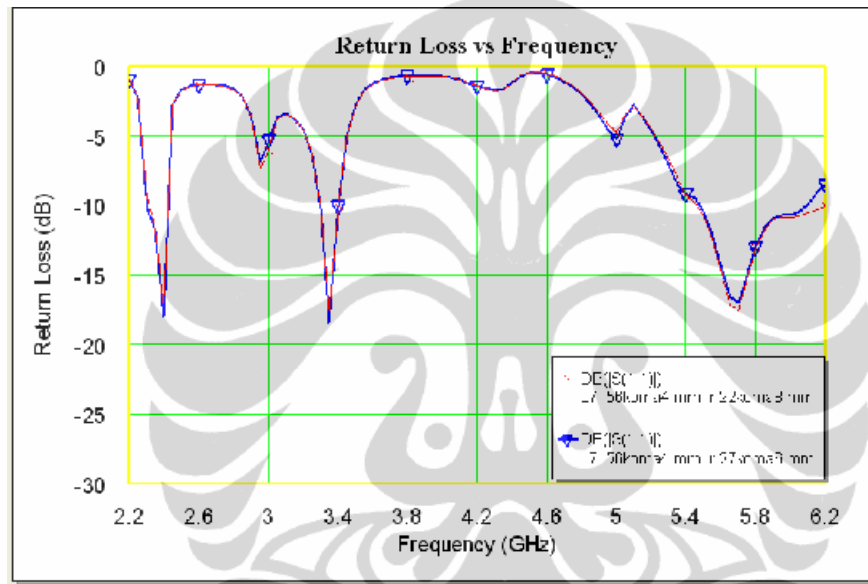
Untuk melihat lebih detail dari perubahan nilai *return loss* di beberapa frekuensi utama dapat dilihat pada Tabel Lampiran 5.3 di bawah ini.

Tabel Lampiran 5.3 Nilai *return loss* antenna *single* elemen dengan beda L7

Frekuensi [GHz]	Return Loss [dB]				
	L7 = 53,4 mm	L7 = 54 mm	L7 = 54,8 mm	L7 = 55,6 mm	L7 = 56,4 mm
2,3	-10,01	-9,55	-9,51	-9,47	-9,43
2,35	-11,48	-12,08	-11,93	-11,79	-11,66
2,4	-14,95	-16,34	-16,62	-19,98	-17,39
3,3	-8,92	-8,91	-9,27	-9,68	-10,17
3,35	-18,38	-17,41	-17,63	-17,83	-17,97
3,4	-12,43	-10,95	-10,68	-10,37	-9,99
5,725	-21,44	-16,76	-16,96	-17,29	-17,53
5,85	-12,25	-12,54	-12,37	-12,08	-11,69

#### 5.4 Karakteristik Posisi *Patch* dan Pencatu *Single* Elemen

Dari Tabel Lampiran 5.3  $L7 = 56,4$  mm terlihat nilai *return loss* pada frekuensi 3,3 GHz telah mencapai -10 dB. Namun nilai *return loss* di frekuensi 2,3 GHz menjadi -9,43 dB. Oleh karena itu perlu dilakukan iterasi lagi dengan cara mengubah posisi *patch* (x,y) dan pencatu (r) antenna. Grafik *return loss* dengan mengubah posisi *patch* dan pencatu dapat dilihat pada Gambar Lampiran 5.4 di bawah ini.



Gambar Lampiran 5.4 Grafik *return loss* antenna *single* elemen beda posisi *patch* dan pencatu

Untuk melihat lebih detail dari perubahan nilai *return loss* di beberapa frekuensi utama dapat dilihat pada Tabel Lampiran 5.4 di bawah ini.

Tabel Lampiran 5.4 Nilai *return loss* antenna *single* elemen beda posisi *patch* dan pencatu

Posisi r	<i>Return Loss</i> pada frekuensi [dB]							
	2,3 GHz	2,35 GHz	2,4 GHz	3,3 GHz	3,35 GHz	3,4 GHz	5,725 GHz	5,85 GHz
r = 22,8 mm	-9,43	-11,66	-17,39	-10,17	-17,97	-9,99	-17,53	-11,69
r = 27,6 mm	-10,21	-11,86	-18,04	-10,25	-18,44	-10,03	-17,06	-11,56

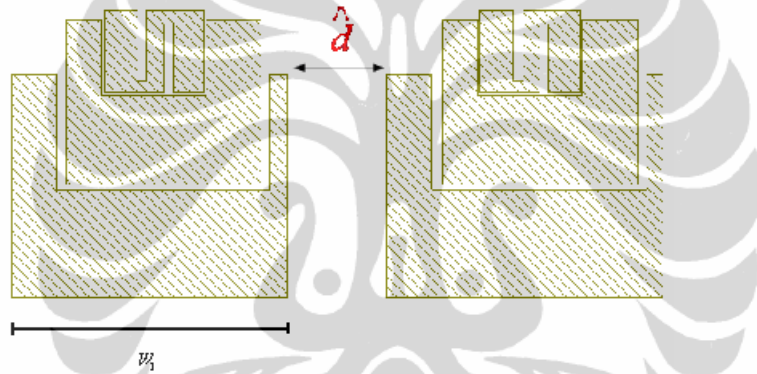
Dari tabel diatas, **antenna *single* elemen baru telah selesai dirancang** dengan  $r = 27,6$  mm.

# LAMPIRAN 6

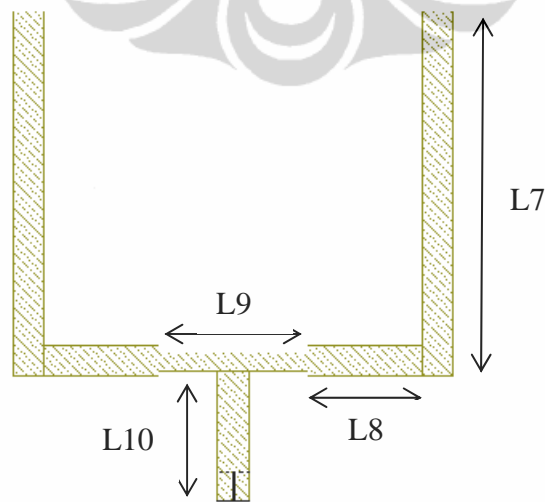
## KARAKTERISTIK ANTENA *ARRAY* 2 ELEMEN

### 6.1 Karakteristik Jarak Antar Elemen

Langkah awal dalam merancang antena *array* pada penelitian ini adalah menentukan jarak antar elemen. Pada Gambar Lampiran 6.1.1 dimana  $\hat{d}$  adalah jarak antar sisi elemen yang berdekatan.



Gambar Lampiran 6.1.1 Jarak antar elemen



Gambar Lampiran 6.1.2 Saluran pencatu antena mikrostrip *array* 2 elemen

Jarak antar elemen (d) menggunakan persamaan :

$$d = m \lambda \quad m = 0,4 ; 0,5 ; 0,6 ; 0,7 ; 0,8 ; 0,9 ; \text{ dan } 1$$

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \text{dimana: } c = \text{cepat rambat gelombang di udara } (3 \times 10^8 \text{ m/s}^2)$$

f = frekuensi kerja antenna (Hz)

Frekuensi yang digunakan adalah 2,4 GHz, karena frekuensi tersebut berada pada antenna dominan yang memiliki dimensi paling besar daripada dimensi *patch* antenna lainnya.

Pada Tabel Lampiran 6.1 memperlihatkan karakteristik jarak antar elemen dari 0,4  $\lambda$  sampai  $\lambda$  di frekuensi utama.

**Tabel Lampiran 6.1 Nilai *return loss* antenna *array* 2 elemen tiap jarak antar elemen**

Frekuensi (GHz)	Jarak Antar Elemen (d)						
	0,4 $\lambda$	0,5 $\lambda$	0,6 $\lambda$	0,7 $\lambda$	0,8 $\lambda$	0,9 $\lambda$	$\lambda$
2,3	-10,877	-14,857	-6,776	-6,781	-7,142	-8,975	-13,246
2,35	-7,514	-10,216	-12,492	-13,9	-8,139	-5,935	-5,388
2,4	-7,856	-10,422	-18,178	-22,25	-12,152	-8,905	-7,852
3,3	-8,367	-11,996	-13,651	-9,124	-7,043	-7,624	-10,907
3,35	-13,202	-21,127	-15,275	-13,103	-11,496	-13,572	-22,232
3,4	-10,036	-10,948	-10,948	-34,563	-15,004	-11,242	-11,548
5,725	-10,786	-32,412	-7,679	-9,116	-26,458	-8,696	-9,895
5,85	-5,198	-12,055	-4,635	-5,602	-11,581	-4,198	-6,385

Dari tabel di atas, nilai *return loss* kecil dari -10 dB di semua frekuensi utama berada pada jarak antar elemen 0,5  $\lambda$ .

$$\hat{d} = d - W_1 \\ = 0,5\lambda - 46,4$$

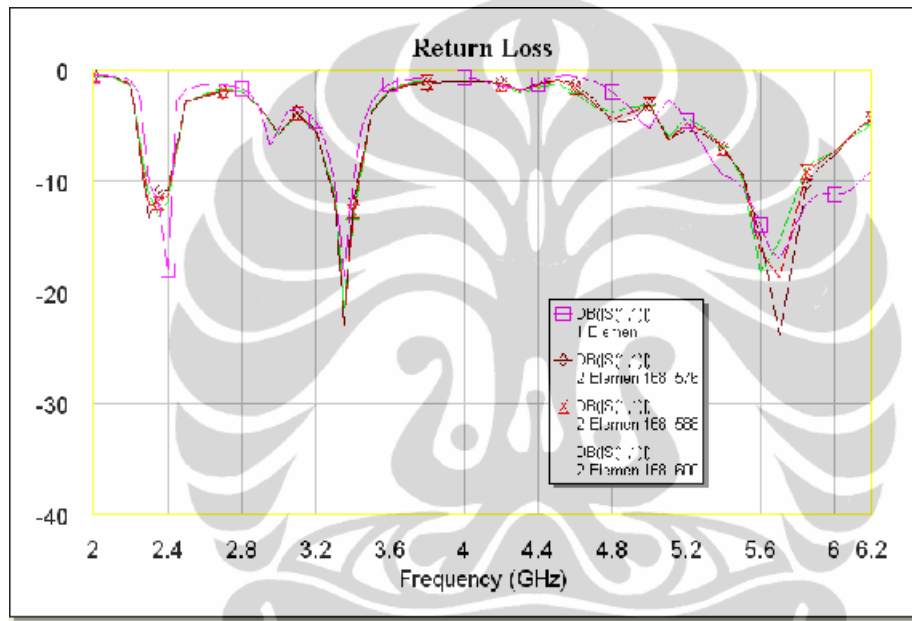
$$\text{Jarak antar sisi elemen yang berdekatan,} \\ = \left( 0,5 \times \frac{300}{2,4} \right) - 46,4 \\ = 62,5 - 46,4 \\ = 16,1 \text{ mm}$$

karena menggunakan *grid* 0,4 dan agar panjang kanan dan kiri L9 simetri dari saluran pencatu L10, maka nilai yang mendekati  $\hat{d} = 16,1$  mm yaitu 16,8 mm (L8 = 17,6 mm) atau  $d = 0,5056 \lambda$ .



## 6.2 Karakteristik Panjang Saluran Catu L7 pada Antena Array 2 Elemen

Setelah menentukan jarak antar elemen yaitu  $d = 0,5056 \lambda$  (dengan dimensi antena  $132 \times 90$  mm,  $L8 = 17,6$  mm, dan  $L9 = 23,2$  mm), langkah selanjutnya adalah mengubah panjang saluran pencatu di L7 dan L10 (perubahan panjang pada L7 akan mempengaruhi panjang L10), grafik *return loss* diperlihatkan pada Gambar Lampiran 6.2 di bawah ini.



Gambar Lampiran 6.2 Grafik *return loss* antena array 2 elemen dengan beda L7 dan L10

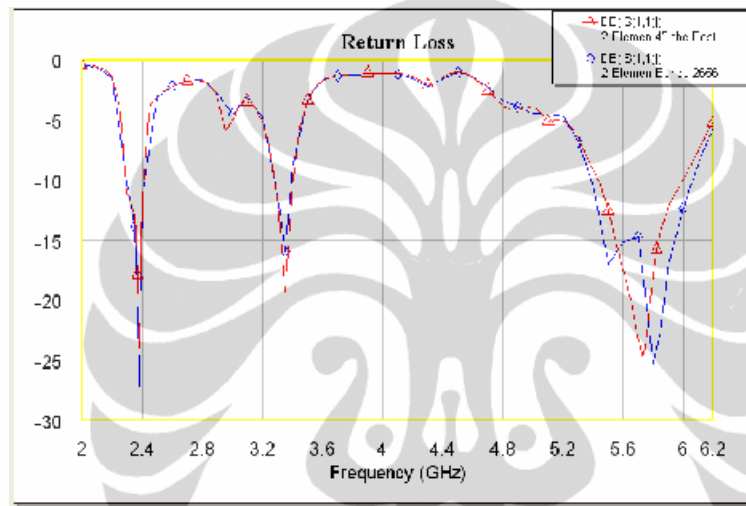
Untuk melihat lebih detail dari perubahan nilai *return loss* di beberapa frekuensi utama dapat dilihat pada Tabel Lampiran 6.2 di bawah ini.

Tabel Lampiran 6.2 Nilai *return loss* antena array 2 elemen dengan beda L7 dan L10

Frekuensi (GHz)	Return loss (dB)			
	L7 = 56,4 mm L10 = 20,8 mm	L7 = 57,6 mm L10 = 19,6 mm	L7 = 58,8 mm L10 = 18,4 mm	L7 = 60 mm L10 = 17,2 mm
2,3	- 14,857	- 13,336	- 12,078	- 11,069
2,35	- 10,216	- 11,016	- 11,992	- 13,188
2,4	- 10,422	- 10,79	- 11,241	- 11,78
3,3	- 11,996	- 12,03	- 11,79	- 11,325
3,35	- 21,127	- 22,846	- 22,987	- 21,351
3,4	- 10,948	- 11,831	- 12,699	- 13,395
5,725	- 32,412	- 23,836	- 18,638	- 15,375
5,85	- 12,055	- 10,175	- 9,138	- 8,539

### 6.3 Karakteristik *Bends* Saluran Catu L7 pada Antena Array 2 Elemen

Setelah menentukan panjang saluran pencatu L7 dan L10, masih perlu dilakukan penyempurnaan agar mendapatkan grafik *return loss* yang baik. Tahapan berikutnya adalah melakukan potongan (*bends*) di L7. Percobaan yang dilakukan mengambil dua buah sudut *bends* pada  $26,56^\circ$  dan  $45^\circ$ , sedangkan grafik *return loss* diperlihatkan pada Gambar Lampiran 6.3



Gambar Lampiran 6.3 Grafik *return loss* antena array 2 elemen dengan *bends* di L7

Untuk melihat lebih detail dari perubahan nilai *return loss* di beberapa frekuensi utama dapat dilihat pada Tabel Lampiran 6.3 di bawah ini.

Tabel Lampiran 6.3 Nilai *return loss* antena array 2 elemen dengan *bends* di L7

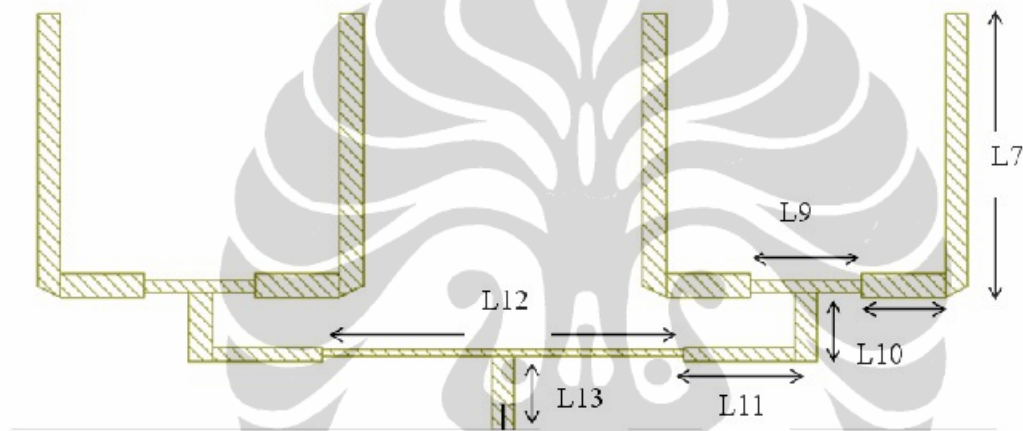
Frekuensi (GHz)	<i>Return Loss</i> (dB)	
	<i>Bends</i> $26,56^\circ$	<i>Bends</i> $45^\circ$
2,3	- 11,028	- 10,283
2,35	- 12,902	- 13,838
2,4	- 11,421	- 11,335
3,3	- 12,066	- 11,585
3,35	- 19,359	- 15,903
3,4	- 10,322	- 8,887
5,725	- 23,402	- 14,665
5,85	- 14,208	- 22,592

Dari hasil Tabel di atas menggunakan *Bends*  $26,56^\circ$  telah memenuhi semua frekuensi utama *triple-band* (*return loss* < -10 dB). **Perancangan array 2 elemen selesai .**

## LAMPIRAN 7

### KARAKTERISTIK ANTENA *ARRAY* 4 ELEMEN

Gambar Lampiran 7.0 di bawah ini adalah desain awal (belum jadi) saluran pencatu antenna mikrostrip *array* 4 elemen yang merupakan dua buah duplikasi saluran pencatu antenna mikrostrip *array* 2 elemen yang sudah selesai dirancang.



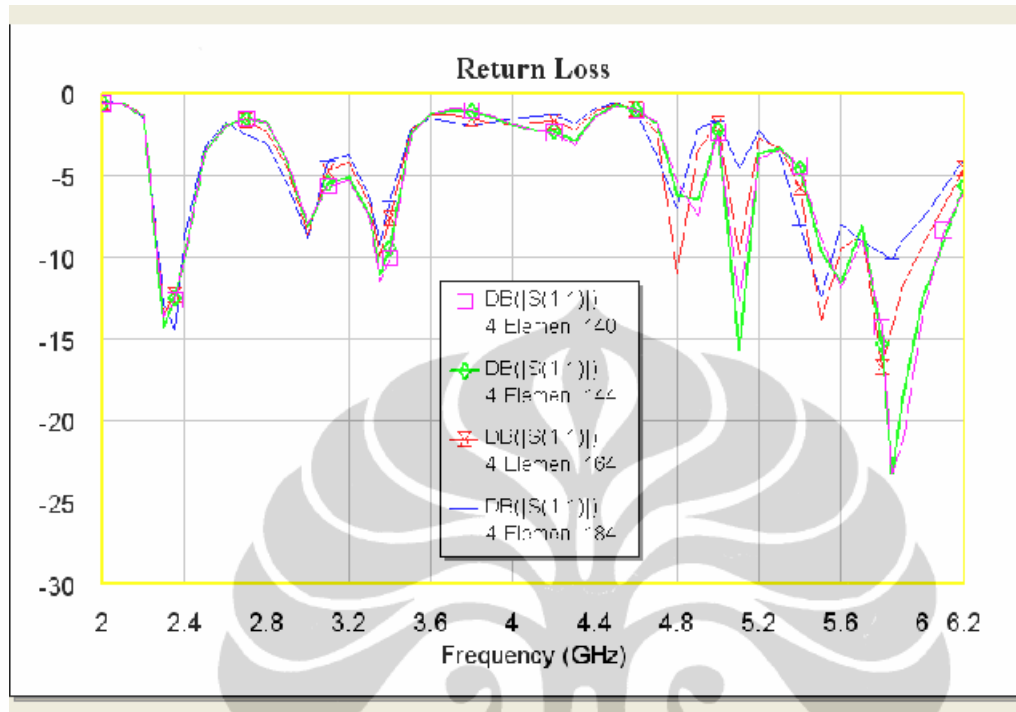
Gambar Lampiran 7.0 Desain awal saluran pencatu *array* 4 elemen

Dimensi substrat antenna ditentukan yaitu  $260 \times 100 \text{ mm}^2$ , sedangkan panjang saluran pencatu  $L7 = 56,6 \text{ mm}$  ;  $L8 = 17,8 \text{ mm}$  ;  $L9 = 23,2 \text{ mm}$  ;  $L11 = 23,2 \text{ mm}$ ; dan  $L12 = 52,2 \text{ mm}$ .

#### 7.1 Karakteristik Panjang Saluran Catu L10 dan L13

Setelah mendapatkan antenna mikrostrip *array* 2 elemen, tahapan selanjutnya adalah merancang antenna mikrostrip *array* 4 elemen. Tahapan awal dalam perancangan antenna mikrostrip *array* 4 elemen dalam penelitian ini adalah melakukan iterasi terhadap panjang saluran catu L10 dimana akan melibatkan perubahan panjang saluran catu L13.

Grafik *return loss* dengan mengubah panjang saluran catu L10 dan L13 dapat dilihat pada Gambar Lampiran 7.1.



Gambar Lampiran 7.1 Grafik *return loss* antenna array 4 elemen dengan beda L10 dan L13

Untuk melihat lebih detail dari perubahan nilai *return loss* di beberapa frekuensi utama dapat dilihat pada Tabel Lampiran 7.1 di bawah ini.

Tabel Lampiran 7.1 Nilai *return loss* antenna array 4 elemen dengan beda L10 dan L13

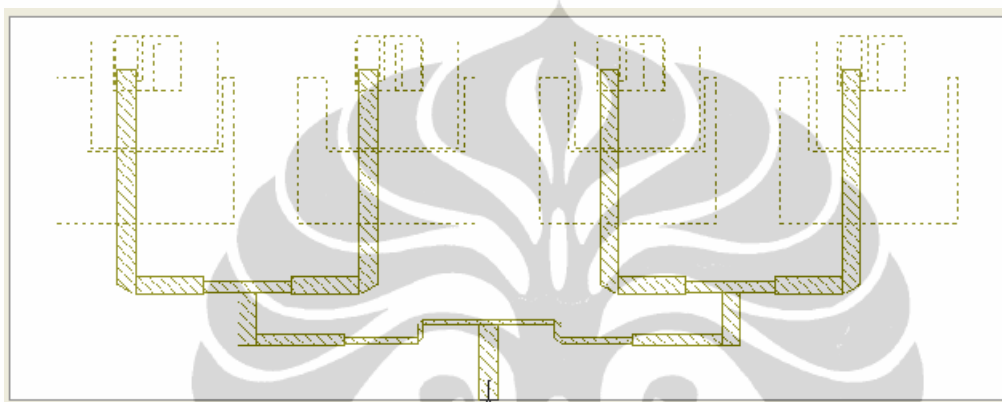
Frekuensi (GHz)	Return loss (dB)			
	L10 = 18,4 mm L13 = 10,8 mm	L10 = 16,4 mm L13 = 12,8 mm	L10 = 14,4 mm L13 = 14,8 mm	L10 = 14 mm L13 = 15,2 mm
2,3	- 12,898	- 13,497	- 14,332	- 13,612
2,35	- 14,49	- 12,34	- 12,511	- 12,653
2,4	- 8,693	- 9,810	- 9,953	- 9,972
3,3	- 6,383	- 6,802	- 7,467	- 7,65
3,35	- 9,247	- 9,891	- 11,146	- 11,529
3,4	- 6,558	- 7,587	- 9,452	- 10,05
5,725	- 9,074	- 8,591	- 8,096	- 8,839
5,85	- 10,164	- 14,33	- 23,251	- 23,298

Hasil iterasi yang diambil adalah L10 = 14 mm (L13 = 15,2 mm), karena memiliki nilai *return loss* < -10 dB terbanyak di frekuensi utamanya. Kemudian dilakukan cara supaya

semua frekuensi utama nilai *return loss* < -10 dB yaitu dengan mengubah panjang saluran pencatu L12 dan memodifikasi L13 dengan *bends* (nilai parameter lainnya tetap).

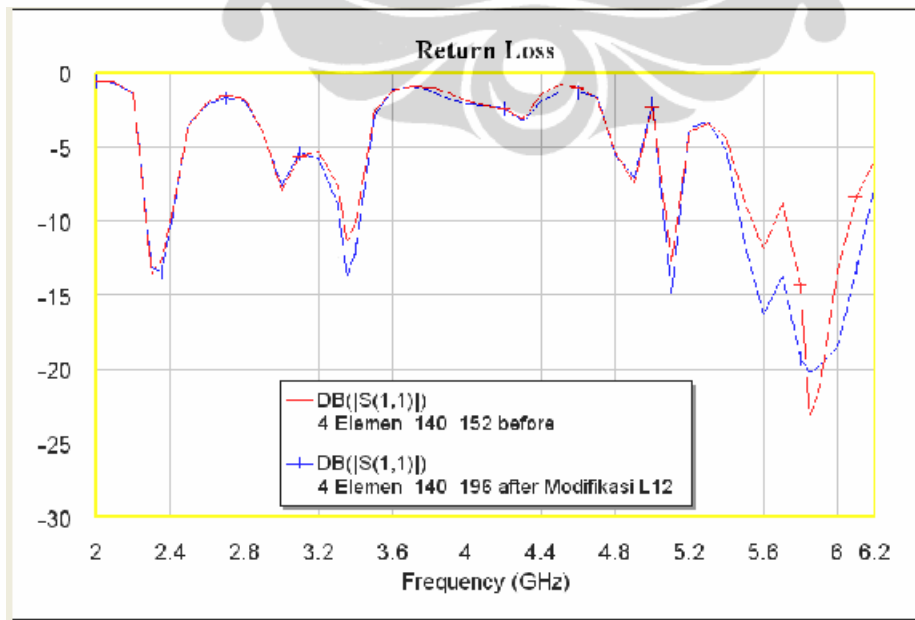
## 7.2 Karakteristik Panjang Saluran Catu L13 dan L12

Tahapan berikutnya adalah mengubah panjang saluran pencatu L13 dan memodifikasi L12 dengan *bends* (nilai parameter lainnya tetap) seperti pada Gambar Lampiran 7.2.1 di bawah ini :



Gambar Lampiran 7.2.1 Model saluran pencatu setelah L12 dimodifikasi

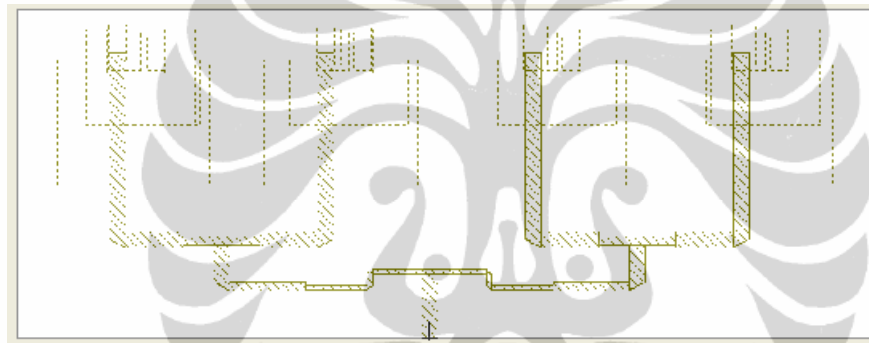
Grafik *return loss* dari sebelum dan sesudah saluran catu L13 dan L12 dimodifikasi ditunjukkan pada Gambar Lampiran 7.22 di bawah ini.



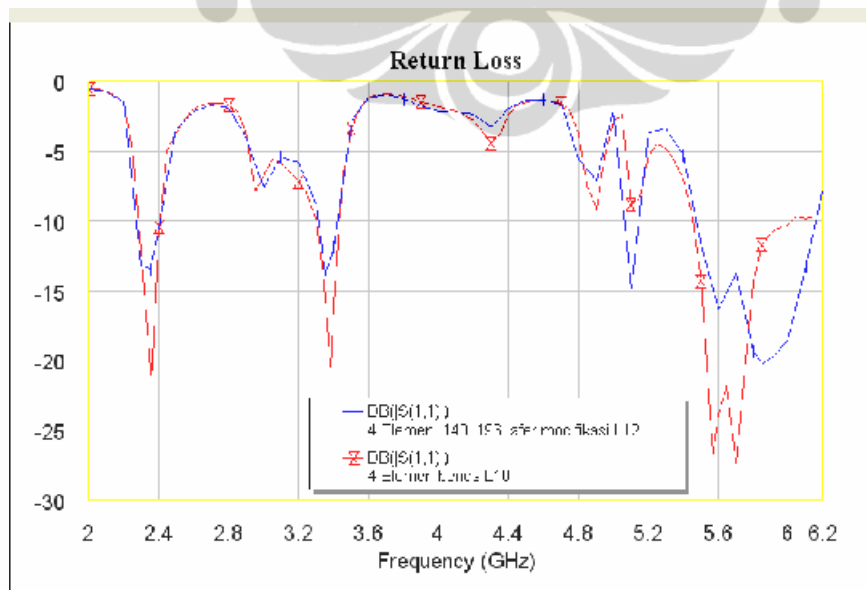
Gambar Lampiran 7.2.2 Grafik *return loss* antenna array 4 elemen dengan modifikasi L12

### 7.3 Karakteristik Bends Saluran Catu L10

Dari Gambar Lampiran 7.2.2 terlihat munculnya *band* frekuensi di 5 GHz. Oleh sebab itu, perlu dilakukan iterasi guna menghilangkan frekuensi 5 GHz tersebut sehingga tujuan penelitian ini tercapai tiga buah frekuensi yang diinginkan yaitu frekuensi 2,3 GHz, 3,3 GHz, dan 5,8 GHz pada antenna mikrostrip *array* 4 elemen. Tahapan berikutnya adalah melakukan *bending* di saluran catu L10 yang merupakan akhir perancangan antenna mikrostrip *array* 4 elemen dimana modelnya diperlihatkan pada Gambar 3.13 / Gambar lampiran 7.2.3. Sedangkan grafik *return loss* diperlihatkan pada Gambar 4.10. Gambar Lampiran 7.2.4 merupakan perbandingan dua buah grafik dimana L10 sebelum dan setelah dilakukan *bending*.



Gambar Lampiran 7.2.3 Model saluran pencatu antenna *array* 4 elemen final



Gambar Lampiran 7.2.4 Grafik *return loss* antenna mikrostrip *array* 4 elemen dengan *bends* L10