

## KATA PENGANTAR

Dengan nama tuhan yang penulis yakini Maha Pengasih dan Maha Penyayang, ucap syukur kepada semesta dan juga yang menciptakannya karena telah melimpahkan segelintir energi kepada penulis skripsi yang berjudul “Perancangan dan Unjuk Kerja Antena Planar *Tear Drop* 3D 2 *Seed* pada Frekuensi Kerja Wi-Fi 2.4 GHz” dengan tuah. Dan juga dapat kesempatan untuk “terlempar” ke Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya sehingga penulis mendapatkan banyak kesempatan berharga untuk memperoleh ilmu, wawasan, dan juga pengalaman yang membuat penulis merasa makin tidak tahu apa-apa dan terus ingin belajar tentang cara semesta memberi tahu penghuninya bahwa “tidak” juga merupakan jawaban, bahwa menjadi manusia adalah memiliki kesadaran utuh, yaitu terus salah dan terus belajar tanpa pamrih.

Penulis dengan sadar mengetahui bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin berterima kasih kepada:

1. Tuhan, yang sampai sekarang penulis masih terus cari cara untuk bisa melihat keindahannya.
2. Irfan Lazuardi Aziz, yang diamnya selalu memendam jutaan rasa yang belum diungkap.
3. Orang tua tercinta, Ayah Guntur Indera Cahyana yang selalu mendoakan dan meyakinkan penulis bahwa semua pasti ada hikmahnya.
4. Wiwik Sri Porwantiningsih, yang telah melahirkan, merawat, dan mendidik penulis hingga penulis cukup besar untuk berdiri dengan kedua kaki sendiri.
5. Putri Nabila Ardhiana, S. I.Kom. atas ragunya terhadap penulis akan mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebelum Januari 2020. Diluar itu, terima kasih telah memberikan dorongan dan hambatan secara bergantian dengan cara yang mendewasakan penulis.
6. Rudy Yuwono, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan waktu untuk membimbing, memberikan saran, nasehat, dan pelajaran.
7. Muhammad Fauzan Edy Purnomo, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan waktu untuk membimbing, memberikan saran, nasehat, dan pelajaran.

8. Empat teman penghuni tetap (Ega, Ghifari, Raihan, dan Reza) serta empat penghuni tambahan “Kontrakin” (Aldo, Anas, Fahri, dan Ridwan) yang telah menemani penulis hingga tidak merasa sendiri.
9. Panitia Seleksi Masuk UB 2015, karena membuat sistem dimana mahasiswa dengan jalur masuk SPMK menjadi satu kelas yang sama, sehingga lahirlah “Republik G” yang memperkecil risiko *culture shock* di awal masa perkuliahan.
10. Gocek FC, karena membuat penulis selalu bugar dengan program olahraga rutinnya.
11. Rekan Asisten Laboratorium Transmisi dan Gelombang Mikro, yang telah memberikan penulis kesempatan untuk memperdalam ilmu sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
12. Semua pihak yang penulis lupa untuk cantumkan di sini, semuanya memiliki peran yang sangat berarti bagi proses tumbuh penulis.
13. Mochammad Maulana Ar Ridha, terima kasih sudah bertahan untuk bersama meniti masalah demi masalah. Yang lain belum tentu bisa lewati apa yang sedang dan sudah kita lewati.

Malang, 22 November 2019

Penulis





**DAFTAR ISI**

**KATA PENGANTAR** ..... i

**DAFTAR ISI** ..... iii

**DAFTAR TABEL** ..... v

**DAFTAR GAMBAR** ..... vii

**BAB I PENDAHULUAN** ..... 1

    1.1 Latar Belakang ..... 1

    1.2 Rumusan masalah ..... 1

    1.3 Batasan masalah ..... 2

    1.4 Tujuan ..... 2

    1.5 Sistematika Penulisan ..... 2

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** ..... 5

    2.1 Umum ..... 5

    2.2 Antena ..... 5

    2.3 Parameter antena ..... 5

        2.3.1 Impedansi masukan ..... 5

        2.3.2 Penyesuaian Impedansi ..... 6

        2.3.3 *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) ..... 7

        2.3.4 *Return Loss* ..... 8

        2.3.5 *Bandwidth* ..... 8

        2.3.6 Polarisasi ..... 9

        2.3.7 *Gain* ..... 10

        2.3.8 Pola Radiasi ..... 10

        2.3.9 Direktivitas ..... 12

    2.4 Antena Planar ..... 12

        2.4.1 *Tear Drop Antena* ..... 12

    2.5 *Wireless Local Area Network* (WLAN) ..... 13

**BAB III METODE PENELITIAN** ..... 15

    3.1 Studi literatur ..... 15

    3.2 Perancangan Mikrostrip ..... 15

    3.3 Perancangan Antena 3D ..... 16

    3.4 Simulasi Antena 3D ..... 17

    3.5 Analisis Perbandingan Unjuk Kerja Antena 3D ..... 18

    3.6 Pengambilan Kesimpulan dan Saran ..... 18

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** ..... 19



4.1 Tinjauan Umum.....	19
4.2 Perencanaan Dimensi <i>Patch</i> dan <i>Groundplane</i> .....	19
4.3 Perancangan Dimensi <i>Patch</i> Antena <i>Tear Drop</i> .....	20
4.4 Perancangan Dimensi <i>Groundplane</i> .....	20
4.5 Perancangan dan Performansi Antena.....	21
4.6 Penambahan <i>Patch</i> .....	22
4.8 Penambahan Antena Planar 3D 2 <i>Seed Tear Drop Patch</i> dengan Sudut 15°.....	23
4.9 Penambahan Antena Planar 3D 2 <i>Seed Tear Drop Patch</i> dengan Sudut 30°.....	26
4.10 Penambahan Antena Planar 3D 2 <i>Seed Tear Drop Patch</i> dengan Sudut 45°.....	30
4.11 Penambahan Antena Planar 3D 2 <i>Seed Tear Drop Patch</i> dengan Sudut 60°.....	33
4.12 Penambahan Antena Planar 3D 2 <i>Seed Tear Drop Patch</i> dengan Sudut 75°.....	36
4.13 Penambahan Antena Planar 3D 2 <i>Seed Tear Drop Patch</i> dengan Sudut 90°.....	39
4.14 Analisis Hasil Perbandingan Perancangan Antena.....	42
4.14.1 Perbandingan Unjuk Kerja Antena.....	42
4.15 Analisis Perhitungan Parameter Antena.....	42
4.15.1 Perhitungan Analisis Antena Planar 3D 2 <i>Seed Tear Drop Patch</i> Sudut 15°..	43
4.15.2 Perhitungan Analisis Antena Planar 3D 2 <i>Seed Tear Drop Patch</i> Sudut 30°..	45
4.15.3 Perhitungan Analisis Antena Planar 3D 2 <i>Seed Tear Drop Patch</i> Sudut 45°..	47
4.15.4 Perhitungan Analisis Antena Planar 3D 2 <i>Seed Tear Drop Patch</i> Sudut 60°..	50
4.15.5 Perhitungan Analisis Antena Planar 3D 2 <i>Seed Tear Drop Patch</i> Sudut 75°..	52
4.15.6 Perhitungan Analisis Antena Planar 3D 2 <i>Seed Tear Drop Patch</i> Sudut 90°..	54
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>57</b>
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>59</b>



**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Tabel analisis perbandingan unjuk kerja antara standar IEEE 802.11a/b/g/n..... 11

Tabel 3.1 Rencana Kegiatan.....16

Tabel 4.1 Tabel Perbandingan Unjuk Kerja Antena 3D Planar 2 Seed Tear Drop..... 42

Tabel 5.1 Tabel Dimensi Perancangan Antena 3D..... 57







## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Macam-macam polarisasi .....	9
Gambar 2.2 Pola radiasi antena dalam koordinat .....	11
Gambar 2.3 Bentuk Tear Drop Antena.....	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi .....	14
Gambar 3.2 Prototipe antena Tear drop 3D.....	15
Gambar 4.1 Bentuk Antena Planar <i>Tear Drop</i> .....	18
Gambar 4.2 Grafik Nilai VSWR terhadap Frekuensi.....	19
Gambar 4.3 Grafik Nilai VSWR terhadap Frekuensi.....	19
Gambar 4.4 Bentuk Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 15°.....	20
Gambar 4.5 Grafik <i>Return Loss</i> Antena 3D 2 <i>Seed Tear Drop</i> dengan Sudut 15° .....	20
Gambar 4.6 Grafik VSWR Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 15°.....	21
Gambar 4.7 Grafik Polarisasi 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 15° .....	21
Gambar 4.8 Grafik <i>Gain</i> Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 15°.....	21
Gambar 4.9 Grafik Polar Direktivitas Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 15° .....	22
Gambar 4.10 Bentuk Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 30° .....	22
Gambar 4.11 Grafik <i>Return Loss</i> Antena 3D 2 <i>Seed Tear Drop</i> dengan Sudut 30° .....	23
Gambar 4.12 Grafik VSWR Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 30° .....	23
Gambar 4.13 Grafik Polarisasi 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 30° .....	24
Gambar 4.14 Grafik <i>Gain</i> Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 30° .....	24
Gambar 4.15 Grafik Polar Direktivitas Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 30° .....	24
Gambar 4.16 Bentuk Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 45° .....	25
Gambar 4.17 Grafik <i>Return Loss</i> Antena 3D 2 <i>Seed Tear Drop</i> dengan Sudut 45° .....	25
Gambar 4.18 Grafik VSWR Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 45° .....	26
Gambar 4.19 Grafik Polarisasi 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 45° .....	26
Gambar 4.20 Grafik <i>Gain</i> Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 45° .....	26
Gambar 4.21 Grafik Polar Direktivitas Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 45° .....	27
Gambar 4.22 Bentuk Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 60° .....	27
Gambar 4.23 Grafik <i>Return Loss</i> Antena 3D 2 <i>Seed Tear Drop</i> dengan Sudut 60° .....	28
Gambar 4.24 Grafik VSWR Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 60° .....	28
Gambar 4.25 Grafik Polarisasi 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 60° .....	29
Gambar 4.26 Grafik <i>Gain</i> Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 60° .....	29
Gambar 4.27 Grafik Polar Direktivitas Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 60° .....	29

Gambar 4.22 Bentuk Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut  $75^\circ$  ..... 30

Gambar 4.23 Grafik *Return Loss* Antena 3D 2 *Seed Tear Drop* dengan Sudut  $75^\circ$  ..... 30

Gambar 4.24 Grafik VSWR Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut  $75^\circ$  ..... 31

Gambar 4.25 Grafik Polarisasi 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut  $75^\circ$  ..... 31

Gambar 4.26 Grafik *Gain* Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut  $75^\circ$  ..... 31

Gambar 4.27 Grafik Polar Direktivitas Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut  $75^\circ$  .. 32

Gambar 4.22 Bentuk Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut  $90^\circ$  ..... 32

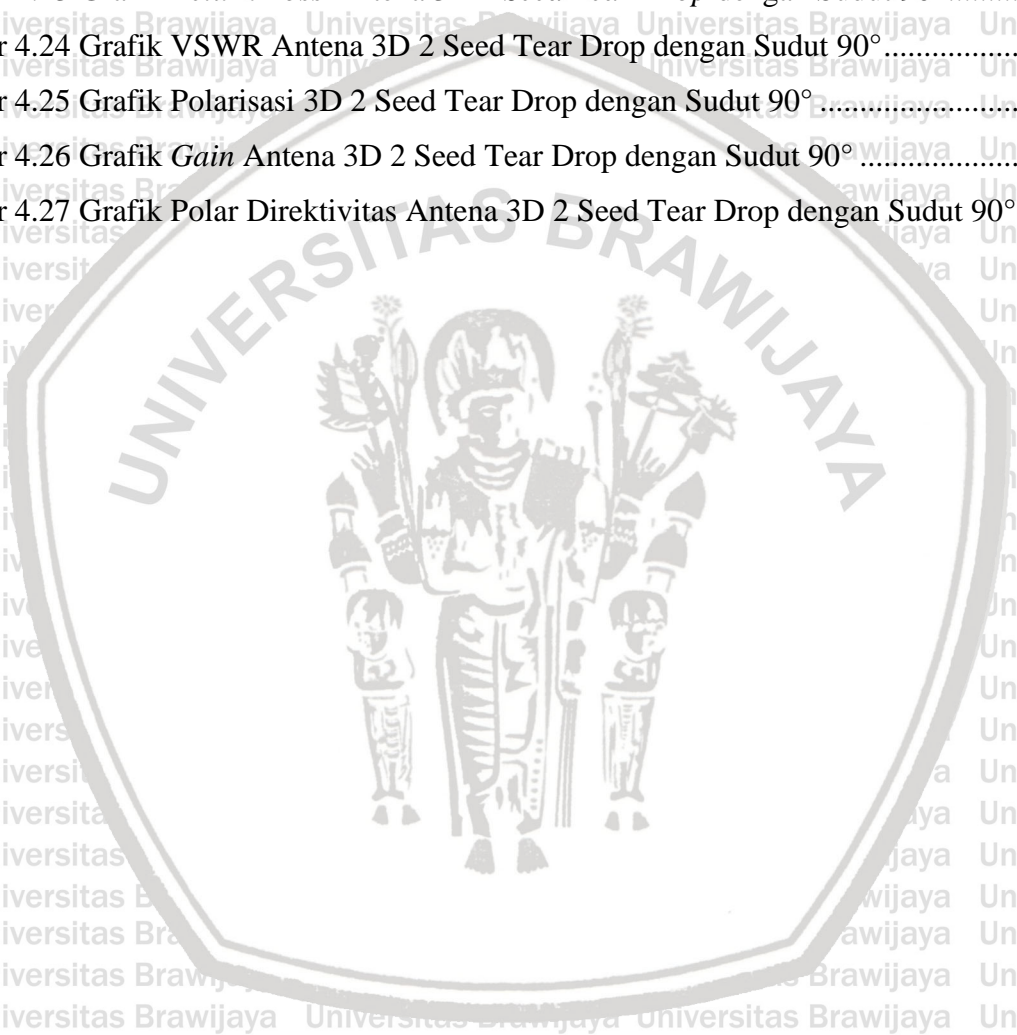
Gambar 4.23 Grafik *Return Loss* Antena 3D 2 *Seed Tear Drop* dengan Sudut  $90^\circ$  ..... 33

Gambar 4.24 Grafik VSWR Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut  $90^\circ$  ..... 33

Gambar 4.25 Grafik Polarisasi 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut  $90^\circ$  ..... 33

Gambar 4.26 Grafik *Gain* Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut  $90^\circ$  ..... 34

Gambar 4.27 Grafik Polar Direktivitas Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut  $90^\circ$  .. 34





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dengan adanya tren inovasi teknologi nirkabel untuk membuat rancangan antenna yang semakin sederhana, dapat mencakup *bandwidth* yang lebar, memiliki ukuran yang ringkas dan juga ringan semakin menarik di banyak penggunaan. Antena planar sudah diselidiki dapat memenuhi target-target tersebut. Antena ini memiliki banyak kelebihan seperti *bandwidth* yang lebar, omnidireksional, bentuk yang sederhana, dan mampu memancarkan dan menerima sinyal wideband tanpa ada distorsi.

Antena planar merupakan pengembangan dari antena mikrostrip yang pada dasarnya memiliki karakter fisik yang lebih sederhana dibandingkan dengan antena lainnya. Secara umum, antena planar hanya terdiri dari 2 bagian saja yaitu elemen peradiasi (*patch*) dan *groundplane*. Pada antena planar hanya terdapat 1 *patch* dengan bentuk 2 dimensi yang artinya terdiri dari 2 koordinat saja yaitu sumbu  $x$  dan  $y$ . dengan penambahan *patch* pada sumbu  $z$  maka antena planar akan menjadi antena 3 dimensi (3D).

Penambahan *patch* ini sesuai dengan teori bahwa semakin besar *patch* maka parameter antena yaitu gain akan semakin meningkat. *Patch* akan meradiasikan gelombang elektromagnetik, dan apabila luas bidang *patch* bertambah maka gain dari antena tersebut akan bertambah sedangkan nilai *VSWR* dan *return loss* akan menurun dan membuat pola radiasi antena cenderung menjadi isotropis (Rio Juli Hendra, 2015). Pola radiasi isotropis lebih umum digunakan pada aplikasi Wi-Fi. Frekuensi pada aplikasi Wi-Fi adalah 2.4 GHz dan 5.8 GHz.

Secara umum antena planar hanya memiliki satu *patch* saja dan masih sedikit sekali penggunaannya untuk aplikasi Wi-Fi. Dengan melihat kesederhanaan dari bentuk antena planar dan masih sedikitnya perancangan antena planar 3D, maka penulis ingin merancang antena planar 3D dari bentuk planar yang umum yaitu *Tear Drop* untuk aplikasi Wi-Fi.

### 1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan permasalahan yang ada maka rumusan masalah pada penulisan skripsi ini adalah:

1. Bagaimana desain Antena Planar *Tear Drop* 3D pada perangkat lunak CST *studio suite* 2014?
2. Bagaimana unjuk kerja dan Antena Planar *Tear Drop* 3D pada perangkat lunak CST *studio suite* 2014?
3. Bagaimana perbandingan unjuk kerja Antena Planar *Tear Drop* 3D tiap beda sudut antar planar pada perangkat lunak CST *studio suite* 2014?

### 1.3 Batasan masalah

1. Antena bekerja di frekuensi 2.4 GHz
2. Material yang digunakan adalah alumunium
3. Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat desain dan menyimulasi adalah CST *studio suite* 2014
4. Parameter antena adalah *gain*, *VSWR*, *return loss*, *bandwidth*, pola radiasi dan direktivitas

### 1.4 Tujuan

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk menganalisis perbandingan unjuk kerja dari *Tear Drop* 3D tiap beda sudut antar *patch* dengan parameter *gain*, *VSWR*, *return loss*, *bandwidth*, pola radiasi dan direktivitas.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang akan digunakan pada penyusunan laporan skripsi ini adalah:

#### BAB I PENDAHULUAN

Memabahas latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan.

#### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas tentang dasar teori yang berhubungan dengan antena beserta parameternya, antena mikrostrip, Wi-Fi, dan antena planar yang menunjang skripsi ini.

#### BAB III METODE PENELITIAN

Membahas metode yang digunakan untuk menyelesaikan skripsi ini, seperti metode perancangan antena planar 3D, diagram alir dan perbandingan unjuk kerjanya yang disusun untuk menjawab rumusan masalah.



### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Menampilkan hasil dari metode penelitian serta pembahasan berupa analisis perbandingan dari desain antenna yang satu dengan desain antenna lainnya.







## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Antena merupakan suatu komponen yang penting pada sistem komunikasi yang berfungsi sebagai sarana untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik. Dengan kata lain antena digunakan sebagai media peralihan antar ruang bebas (free space) dengan saluran transmisi, yakni gelombang elektromagnetik menjadi energi listrik atau sebaliknya (Constantine A. Balanis, 1982:1).

Antena yang baik adalah antena yang mempunyai rugi-rugi daya sekecil-kecilnya dan mampu menerima ataupun meneruskan gelombang elektromagnetik secara optimum. Kualitas sebuah antena sangat mempengaruhi kualitas informasi yang diterima. Maka antena sebagai salah satu perangkat telekomunikasi harus dibuat fleksibel, praktis, dan berkualitas. Salah satu jenis antena yang sedang berkembang saat ini adalah antena planar.

#### 2.2 Antena

Antena merupakan alat yang penting dalam suatu sistem komunikasi radio. Antena adalah suatu media peralihan antara ruang bebas dengan saluran transmisi yang digunakan untuk menggerakkan energi elektromagnetik dari sumber pemancar ke antena atau dari antena ke penerima. Berdasarkan hal ini maka antena akan dibedakan menjadi antena pemancar dan antena penerima (Constantine A. Balanis, 1982).

#### 2.3 Parameter antena

Parameter-parameter antena adalah suatu hal yang sangat penting untuk menjelaskan unjuk kerja suatu antena. Berkaitan dengan penulisan skripsi ini, diperlukan beberapa parameter-parameter antena yang akan memberi informasi unjuk kerja suatu antena.

##### 2.3.1 Impedansi masukan

Pada frekuensi resonansi, nilai besar impedansi masukan elemen peradiasi adalah (Herrera. M, 1999:3).

$$Z_{in} = 90 \frac{\epsilon_r}{\epsilon_r - 1} \left( \frac{L}{W} \right)^2 \dots \dots \dots (2-1)$$

Sumber: Herrera, M (1999:3)

Dimana:

$Z_{in}$  = impedansi masukan elemen peradiasi ( $\Omega$ )

$L$  = panjang elemen peradiasi (mm)

$W$  = lebar elemen peradiasi (mm)

Dengan memperbesar lebar *patch* antena maka besarnya impedansi masukan dapat berkurang.

### 2.3.2 Penyesuaian Impedansi

Impedansi masukan elemen perasian harus ada kesesuaian nilai antara impedansi karakteristik saluran transmisi, elemen peradiasi dan impedansi di ruang bebas. Hal ini dimaksudkan agar sinyal yang diterima antena maksimum. Berikut merupakan persamaan penyesuaian impedansi:

$$Z_r = \sqrt{Z_{in} \cdot Z_o} \dots\dots\dots (2-2)$$

Sumber: Herrera, M, (1999:3)

Dimana:

$Z_r$  = impedansi transformer ( $\Omega$ )

$R_o$  = impedansi karakteristik saluran transmisi ( $\Omega$ )

$Z_{in}$  = impedansi masukan ( $\Omega$ )

Secara umum impedansi terminal antena didefinisikan sebagai impedansi yang ditimbulkan antena pada terminalnya, berikut merupakan persamaannya (Balanis, 1982):

$$Z_A = R_A + X_A \dots\dots\dots (2-3)$$

Sumber: Balanis, (1982)

Dimana:

$Z_A$  = impedansi terminal antena ( $\Omega$ )

$R_A$  = resistansi karakteristik saluran transmisi ( $\Omega$ )

$X_A$  = reaktansi terminal antena ( $\Omega$ )

Daya total yang disalurkan ke antena adalah (Constantine A. Balanis, 1982):

$$P_{in} = I^2 \cdot R_A \dots\dots\dots (2-4)$$

Sumber: Balanis, (1982)

Dimana:

$P_{in}$  = daya masukan antena (watt)

$I$  = arus pada terminal antena (ampere)





Dengan daya yang dipancarkan antena:

$$P_{rad} = I^2 \cdot R_{rad} \dots \dots \dots (2-5)$$

Sumber: Constantine A. Balanis, (1982)

Dimana:

$P_{rad}$  = daya yang diradiasikan antena (watt)

$R_{rad}$  = resistansi radiasi ( $\Omega$ )

Impedansi antena juga dapat diperoleh dari koefisien pantul dengan persamaan sebagai berikut (Edgar Hund, 1989:44):

$$|\Gamma| = \left| \frac{Z_{ant} - Z_c}{Z_{ant} + Z_c} \right| (2-6)$$

Sumber: Edgar Hund, (1989:44)

Dimana:

$\Gamma$  = koefisien pantul

$Z_{ant}$  = impedansi antena ( $\Omega$ )

$Z_c$  = impedansi karakteristik ( $\Omega$ )

Sehingga diperoleh:

$$Z_{ant} = Z_c \left( \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \right) \dots \dots \dots (2-7)$$

### 2.3.3 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) adalah perbandingan antara tegangan maksimum dan tegangan minimum pada suatu gelombang berdiri (*standing wave*) yang berakibat adanya pantulan gelombang yang disebabkan oleh impedansi input antena yang kurang sesuai dengan saluran pencatu. Koefisien pantul sangat menentukan besarnya VSWR antena, seperti persamaan (Krauss, 1998):

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \dots \dots \dots (2-8)$$

Sumber: Krauss, (1998)

Dengan koefisien pantul ( $\Gamma$ ) diperoleh dari persamaan:

$$\Gamma = \frac{V_0^-}{V_0^+} = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1} \dots \dots \dots (2-9)$$

Sumber: Krauss, (1998)

Dimana:

$\Gamma$  = Koefisien Pantul

VSWR = Voltage Standing Wave Ratio

$V_0^-$  = Gelombang yang terpantul (W)



$V_0^+$  = Gelombang yang datang (W)

Ketika ada arus balik yang timbul dari antenna ke pemancar maka menyebabkan interferensi dengan arus yang mengalir ke antenna yang akan membuat superposisi arus membesar dan mengecil sesuai dengan arus balik yang berarti besar VSWR berbanding lurus dengan arus balik. Maka dari itu, antenna juga dapat dikatakan akan bekerja dengan baik apabila memiliki nilai VSWR dari 1 sampai 2 (Krauss, 1998).

**2.3.4 Return Loss**

*Return loss* adalah parameter yang menentukan sesuai atau tidaknya antenna dengan pemancarnya melalui besarnya daya yang hilang pada beban dan tidak kembali sebagai pantulan. Antena yang baik memiliki nilai *return loss* dibawah -10 dB. Nilai *return loss* dapat dicari dengan menggunakan koefisien pantul melalui persamaan (Punit, 2004:19) :

$$\Gamma = \frac{V_r}{V_i} \dots\dots\dots (2-10)$$

Sumber: Punit, (2004:19)

Lalu dapat diperoleh:

$$RL = -20 \log \Gamma \dots\dots\dots (2-11)$$

Sumber: Punit, (2004:19)

Dimana:

$V_r$  = tegangan gelombang pantul (Volt)

$V_i$  = tegangan gelombang maju (Volt)

$RL$  = Return Loss (dB)

Antena dan pemancar akan dikatakan berada dalam kondisi yang ideal apabila nilai  $\Gamma = 0$  dan  $RL = \sim$  dB yang berarti tidak ada daya yang dipantulkan (Punit, 2004:19).

**2.3.5 Bandwidth**

Pemakaian antenna dibatasi oleh daerah frekuensi yang disebut oleh bandwidth antenna. Bandwidth antenna dapat dinyatakan dalam persen maupun rasio. Bandwidth dalam persen selisih batas atas dan bawah dibandingkan dengan frekuensi tengah menyatakan bandwidth antenna yang memiliki band sempit (narrow band). Sedangkan bandwidth antenna yang memiliki band lebar (broad band) dihitung menggunakan rasio batas frekuensi atas dengan frekuensi bawah. Dinyatakan band lebar apabila nilai rasio lebih besar dari 2 (Stutzman, 1999:11).

$$BW_{narrowband} = \frac{f_H - f_L}{f_c} \cdot 100\% \dots\dots\dots (2-12)$$





$$f_c = \frac{f_H + f_L}{2} \dots\dots\dots (2-13)$$

$$BW_{broadband} = \frac{f_H}{f_L} \dots\dots\dots (2-14)$$

Sumber: Stutzman, (1999:11)

Dimana:

$BW_{narrowband}$  = bandwidth dalam persen (%)

$BW_{narrowband}$  = bandwidth dalam rasio

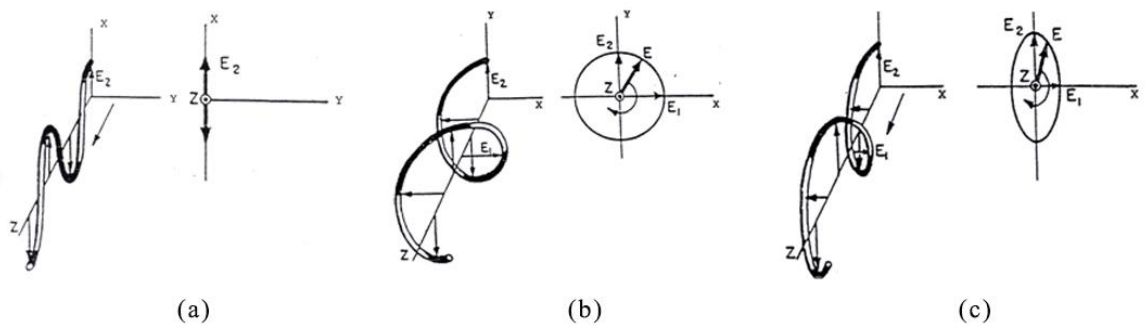
$f_c$  = frekuensi tengah (Hz)

$f_H$  = jangkauan frekuensi atas (Hz)

$f_L$  = jangkauan frekuensi bawah (Hz)

### 2.3.6 Polarisasi

Polarisasi antenna adalah arah vektor medan listrik yang diradiasikan oleh antenna pada arah prpagasi dan bervariasi menurut waktu. Polarisasi dibagi menjadi polarisasi linear (linier), circular (lingkaran), dan *elliptical* (elips) terdapat pada gambar 2.1.



Gambar 2.0.1 Macam-macam polarisasi (a) polarisasi linier (b) polarisasi lingkaran dan (c) polarisasi elips  
 Sumber: J, Herman, (1986:1.43-1.44)

Polarisasi linier terjadi jika vektor medan listrik pada suatu titik Selalu berorientasi sepanjang garis lurus yang sama sebagai fungsi waktu dan ditentukan oleh arah medan elektrik terhadap *ground* sebagai acuan. Polarisasi lingkarang terjadi jika vektor medan listrik pada suatu titik membentuk lingkaran sebagai fugsji waktu. Sedangkan polariassi elips terjadi jika vektor medan elektrik pada suatu titik membentuk kedudukan elips sebagai fungsi waktu.

Polarisasi antenna dapat ditentukan melalui *Axial Ratio* (AR), yang merupakan perbandingan antara *Mayor Axis* dan *Minor Axis*.

$$AR = \frac{E_{mayor}}{E_{minor}} \dots\dots\dots (2-15)$$

Sumber: Balanis, (1982:71)



Dikatakan linear jika  $AR = \infty$ , lalu untuk polarisasi lingkaran jika  $AR = 1$ , dan dikatakan elips apabila  $AR$  berada pada rentang  $1 < AR < \infty$ .

**2.3.7 Gain**

*Gain* merupakan pengukuran yang memperhitungkan efisiensi antena maupun keterarahannya. *Gain* antena dibedakan atas *absolute gain* dan *relative gain*. *Absolute gain* didefinisikan sebagai perbandingan intensitas radiasi antena pada arah tertentu terhadap intensitas radiasi yang diperoleh jika daya yang diterima antena diradiasikan secara isotropis. Dan sebanding dengan daya terminal input antena di bagi  $4\pi$  (Stutzman, 1999:11).

$$G = 4\pi \frac{\text{intensitas radiasi}}{\text{daya input total}} = 4\pi \frac{I(\theta, \varphi)}{P_{in}} \dots \dots \dots (2-16)$$

*Relative gain* didefinisikan sebagai perbandingan penguatan daya pada arah tertentu terhadap penguatan daya antena referensi dalam arah acuannya.

$$G = \frac{4\pi I(\theta, \varphi)}{P_{in}(\text{losses isotropic source})} \dots \dots \dots (2-17)$$

Sumber: Stutzman, (1999:11)

Pada praktiknya pengukuran gain menggunakan metode perbandingan (*gain comparison method*). Menggunakan antena referensi yang sudah diketahui nilai gainnya (Stutzman, 1981:39).

$$G = G_{ref} \times \frac{P_u}{P_r} \dots \dots \dots (2-18)$$

Sumber: Stutzman, (1999:11)

Dimana:

- $G$  = gain antena uji (dB)
- $G_{ref}$  = gain antena referensi (dB)
- $P_u$  = daya yang diterima antena uji (dBm)
- $P_r$  = daya yang diterima antena referensi (dBm)

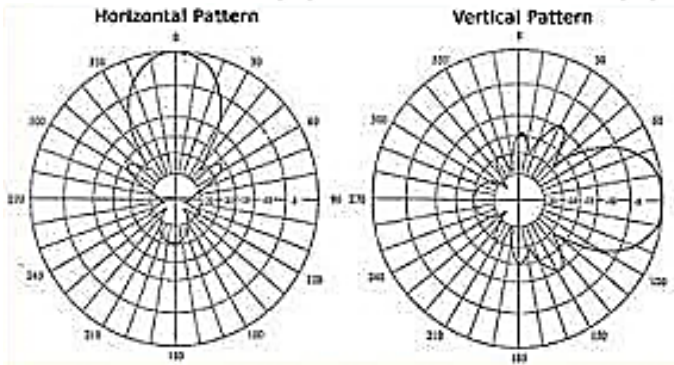
**2.3.8 Pola Radiasi**

Pola radiasi pada antena adalah pernyataan fungsi matematis dari ciri penransimian antena menggunakan fungsi koordinat ruang (Balanis, 2005:27). Berdasarkan pola radiasinya antena terbagi atas isotropis, direksional dan omnidireksional. Radiator isotropis didefinisikan sebagai hipotesis antena tanpa rugi yang mempunya radiasi sebanding pada semua arah yang menjadi acuan sifat keterarahan suatu antena. Antena direksional adalah antena yang mempunyai radiasi atau penerima elektromagnetik yang lebih efektif pada suatu





arah tertentu dibandingkan dengan arah lainnya. Sedangkan omni direksional adalah antenna yang mempunyai pola direksional pada bidang tertentu (Balanis, 2005:31). Pola radiasi dalam koordinat dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 0.2.2 Pola radiasi antenna dalam koordinat  
 Sumber: Balanis, (1982:30)

*Half Power Beamwidth* (HPBW), atau *beamwidth* suatu antenna, adalah sudut dari suatu selisih titik-titik pada setengah pola daya dalam *main lobe* atau lebar sudut pada 3 dB dibawah maksimum. *First Null Beamwidth* (FNBW), yaitu sudut yang dilindungi *main/major lobe* sebuah antenna. *Main lobe* adalah *lobe* radiasi yang mempunyai arah radiasi maksimum *Minor Lobe* (*Side Lobe*) adalah radiasi pada arah lain yang tidak diinginkan.

Nilai F/B suatu antenna merupakan perbandingan daya pada arah pancar terbesar yang dikehendaki (*main lobe*) dengan daya yang berlawanan dengan *main lobe* (*back lobe*):

$$\frac{F}{B} = \frac{P_m}{P_l} \dots\dots\dots (2-19)$$

Dimana:

- F/B = *Front to Back Ratio*
- $P_m$  = daya puncak *main lobe*
- $P_l$  = daya puncak *back lobe*

Daerah radiasi antenna dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. *Reactive Near – Field Zone*

$$r_1 = 0.62 \sqrt{\frac{D^2}{\lambda}} \quad r_2 = \frac{2D^2}{\lambda} \dots\dots\dots (2-20)$$

Sumber: Stutzman, (1981:29)

Batas daerahnya adalah:  $r < 0.62 \sqrt{\frac{2D^2}{\lambda}}$

Dimana:

- $r$  = jarak medan radiasi (m)
- $\lambda$  = Panjang gelombang (m)



$D$  = dimensi antena (m)

## 2. Radiating Near-Field (Fresnel) Zone

Adalah daerah medan diantara *reactive near field zone* dan *far field zone*.

Batas daerah ini:  $0.62 \sqrt{\frac{D^2}{\lambda}} \leq \text{Daerah Fresnel} \leq \frac{2D^2}{\lambda}$

## 3. Far – Field (Franhouffer) Zone

Batas daerah ini:  $\frac{2D^2}{\lambda} \leq r < \infty$

### 2.3.9 Direktivitas

Merupakan perbandingan antara intensitas radiasi antena pada suatu arah tertentu dengan radiasi rata-rata dari segala arah yang sebanding dengan total daya yang diradiasikan oleh antena dibagi dengan  $4\pi$  (Balanis, 2005:31):

$$D = \frac{U}{U_0} = \frac{4\pi}{P_{rad}} \quad \dots \dots \dots (2-21)$$

Dimana:

$D$  = direktivitas

$U$  = intensitas radiasi pada arah tertentu (W/satuan sudut)

$U_0$  = intensitas radiasi sumber isotropis (W/satuan sudut)

$P_{rad}$  = daya radiasi total (W)

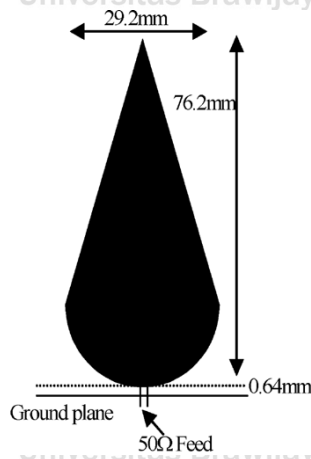
### 2.4 Antena Planar

Antena planar merupakan pengembangan dari antena mikrostrip, dengan pola radiasi omnidirectional. Antena planar memiliki dimensi yang lebih besar daripada antena mikrostrip dan memiliki karakteristik high-pass impedance.

#### 2.4.1 Tear Drop Antena

Bentuk dari *patch* antena planar bermacam-macam seperti *square*, *rectangular*, lingkaran, *triangular*, bahkan *hexagonal*. Bentuk yang beraneka macam tersebut memiliki keuntungan dan kekurangan masing-masing. Digunakan *patch* bentuk *tear drop* digunakan karena desain ini memiliki kemampuan untuk memperkecil pantulan balik daripada bentuk-bentuk lainnya. Sehingga nilai VSWR dan *return loss* akan lebih baik dibandingkan dengan bentuk lainnya. Bentuk *tear drop patch* dapat dilihat pada Gambar 2.3.





Gambar 2.0.3 Bentuk Tear Drop Antena  
 Sumber: Akram Alomainy, (2005:32)

### 2.5 Wireless Local Area Network (WLAN)

Wireless Local Area Network (WLAN) merupakan teknologi komunikasi yang dapat memudahkan pengguna telekomunikasi mentransfer atau memindahkan data seperti *file* antara satu peranti ke peranti lainnya. WLAN merupakan system telekomunikasi nirkabel yang dimana udara sebagai saluran transmisinya.

WLAN umumnya menggunakan standar IEEE 802.11 (a/b/g/n). Perbandingan tiap standar dapat dilihat pada Tabel 2.1.

<i>Product</i>	<i>Spectrum</i>	<i>Max Physical Rate</i>	<i>Tx</i>	<i>Compatible with</i>	<i>Major Disadvantages</i>	<i>Major Advantages</i>
802.11a	5.0 GHz	54 Mbps	OFDM	None	<i>Smallest range of all 802.11 standard</i>	<i>High bit rate in less-Crowded spectrum</i>
802.11b	2.4 GHz	11 Mbps	DSSS	802.11	<i>Bit rate too low for many emerging applicati ons</i>	<i>Widel deploy-ed, higher range</i>
802.11g	2.4 GHz	54 Mbps	OFDM	802.11/ 802.11b	<i>Limited number of collocated WLANs</i>	<i>High bit rate in 2.4 GHz spectrum</i>

802.11n	5.0 GHz	600 Mbps	OFDM/ MIMO	802.11a/b/g	<i>Difficult to Implement</i>	<i>Highest bit rate</i>
---------	---------	----------	---------------	-------------	-------------------------------	-------------------------

Tabel 2.1 Tabel analisis perbandingan unjuk kerja antara standar IEEE 802.11a/b/g/n

Sumber: Upkar Vashney, (2005:75)

Dari standar WLAN di atas, 802.11b relatif lebih unggul karena sudah banyak dan mudah digunakan jika dibandingkan dengan standar 802.11a, 802.11g, maupun 802.11n.

Indonesia sendiri menggunakan frekuensi 2.4 GHz sesuai dengan Permenhub No. 2 Tahun 2005 tentang penggunaan pita frekuensi 2400–2483.5 MHz.





## BAB III

### METODE PENELITIAN

Kajian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian yang bersifat simulasi dan analisis yang mengacu pada studi literatur. Tujuan yang ingin dicapai pada penulisan penelitian ini adalah untuk mengetahui simulasi dari antenna 3D *Tear Drop 2 seeds* serta analisis perbandingannya menggunakan desain yang berbeda. Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah:

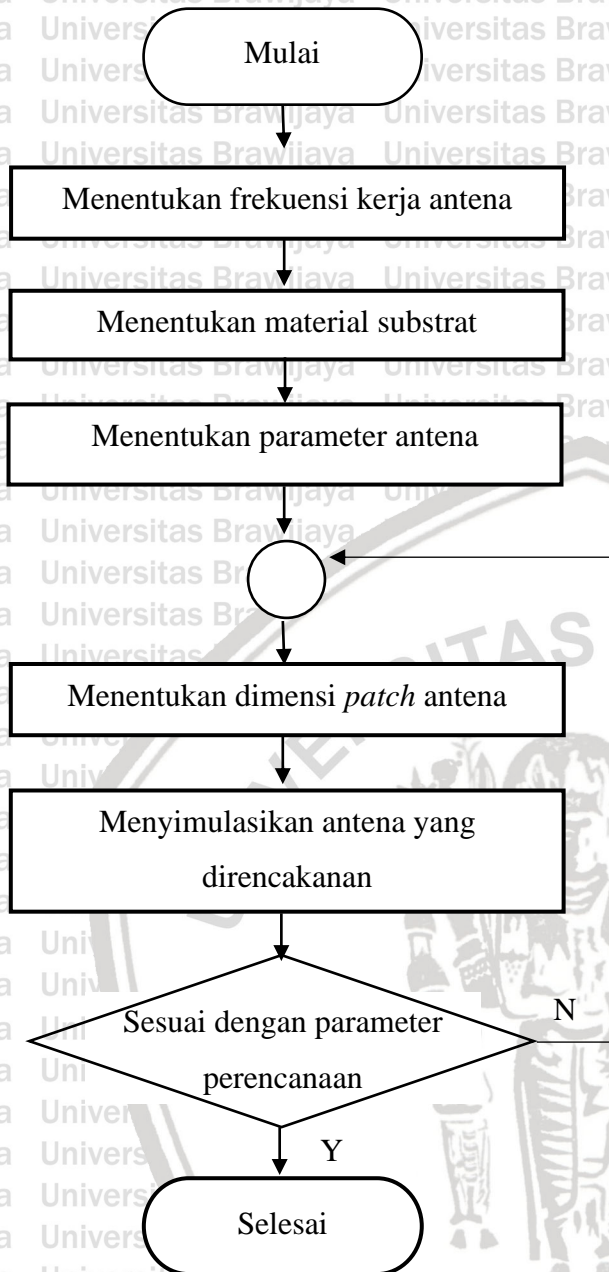
1. Studi literatur
2. Perancangan mikrostrip
3. Perancangan antenna 3D
4. Simulasi antenna 3D
5. Analisis perbandingan unjuk kerja antenna 3D tiap beda sudut
6. Pengambilan kesimpulan dan saran

#### 3.1 Studi literatur

Studi literatur bertujuan untuk mempelajari dan memahami konsep yang terkait dengan antenna mikrostrip serta antenna planar serta perancangannya. Studi literatur yang dilakukan adalah mengenai konsep, parameter, dan teori yang mendukung penulisan penelitian ini.

#### 3.2 Perancangan Mikrostrip

Perancangan mikrostrip ini menggunakan perangkat lunak CST studio. Perancangan ini berguna untuk menentukan desain awal serta melihat parameter antenna sebelum diubah ke bentuk antenna planar. Adapun ukuran untuk mendesain antenna menggunakan perhitungan yang telah dipaparkan pada BAB II untuk mendapatkan variabel-variabel tertentu. Setelah kita mendapatkan bentuk antenna, kita dapat menyimulasikannya untuk mengetahui parameter antenna tersebut. Tahap ini berfungsi untuk mengetahui apakah antenna telah memenuhi kriteria yang diinginkan.

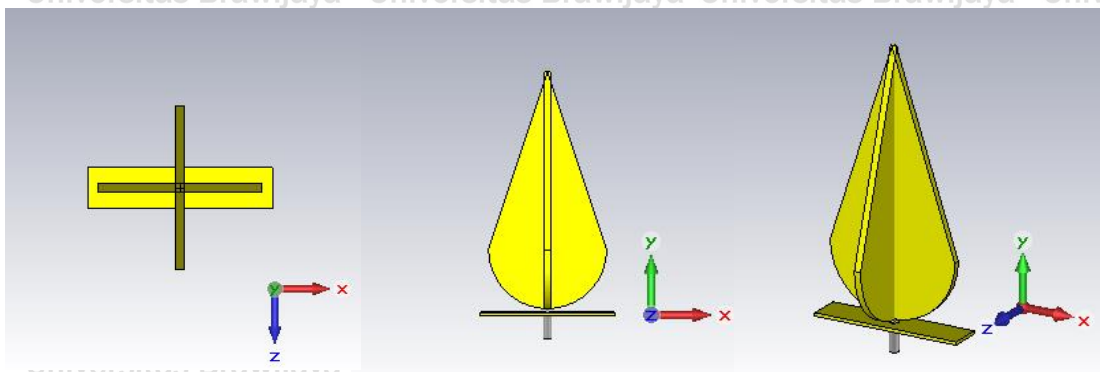


Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi  
Sumber: Penulis (2019)

### 3.3 Perancangan Antena 3D

Setelah antenna mikrostrip didesain dan disimulasikan, maka tahap selanjutnya yaitu perancangan antenna 3D. Perancangan ini dilakukan dengan cara menambahkan *seed* pada antenna di sumbu z sehingga memiliki bentuk 3D. Frekuensi kerja yang dipakai adalah frekuensi 2.4 GHz. Kemudian bahan substrat yang dipakai adalah Alumunium. Prototipe antenna 3D dapat dilihat pada Gambar 3.3





Gambar 3.3 Prototipe antenna *Tear drop* 3D (a) Tampak atas (b) Tampak depan (c) Tampak perspektif  
Sumber: Penulis (2019)

Frekuensi kerja yang dipakai pada skripsi ini adalah frekuensi Wi-Fi yaitu frekuensi 2.4 GHz. Kemudian bahan substrat yang digunakan beserta spesifikasinya adalah:

1. Bahan = Aluminium
2. Konstanta dielektrik = 2
3. Konduktivitas aluminium =  $3.77E+007$  S/m
4. Tinggi *Patch* = 160 mm
5. Lebar *Patch* = 80 mm

Parameter-parameter antenna yang ditentukan pada skripsi ini mengikuti nilai yang dikatakan memiliki performa atau dapat bekerja dengan baik. Nilai-nilai parameter antenna dapat dikatakan baik apabila memenuhi syarat sebagai berikut (Chen, Zhi Ning 2006: 182):

1. VSWR =  $1 \leq \text{VSWR} \leq 2$
2. *Return Loss* =  $\text{RL} \leq -10$  dB
3. *Gain* =  $\text{Gain} \geq 3$  dB

### 3.4 Simulasi Antena 3D

Seperti halnya simulasi pada antenna mikrostrip, simulasi pada antenna 3D ini berguna untuk memastikan bahwa parameter pada antenna yang telah didesain sudah sesuai dengan teori desain antenna. Simulasi terhadap perancangan antenna 3D ini dimulai dengan perancangan antenna pada frekuensi kerja 2.4 GHz pada *software* CST studio suite 2014.

Langkah-langkahnya meliputi:

1. Mensimulasikan antenna *Tear Drop* yang kemudian diubahnya dimensinya menjadi 3D.
2. Mensimulasikan antenna 3D yang telah didesain.
3. Mengubah beda sudut antar *seeds* dan mensimulasikannya.

### 3.5 Analisis Perbandingan Unjuk Kerja Antena 3D

Dalam skripsi ini penulis menyimulasikan 4 buah antena sehingga dapat dibandingkan. Adapun desain yang berbeda yaitu 3D *tear drop* dengan besar sudut kecil antar *seed* sebesar 15, 30, 45, dan 90 derajat. Teknik pengolahan data dilakukan dengan cara membandingkan hasil simulasi yang dilakukan dari desain yang berbeda pada frekuensi kerja yang sama (2.4 GHz) dalam bentuk tabel dan grafik yang datanya berasal dari hasil simulasi.

### 3.6 Pengambilan Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan ini akan dilakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan dari analisis bab hasil dan pembahasan. Lalu tahap selanjutnya penulis akan memberikan saran bagi pembaca yang akan melakukan studi pengembangan dari penelitian ini ataupun bahan pendukung penelitian selanjutnya.





## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Tinjauan Umum

Pada bab ini akan dilakukan perancangan antenna planar 3D 6 model antenna 3D planar 2 seed dengan bentuk *tear drop patch*. Perancangan antenna ini dilakukan agar antenna dapat bekerja pada frekuensi 2.4 GHz, mengetahui fenomena unjuk kerja jika terjadi perubahan beda sudut antar seed, dan membandingkan unjuk enam model antenna planar 3D 2 seed dengan bentuk *tear drop patch*. Variabel yang dirubah adalah beda sudut antar seed.

Pengukuran parameter antenna dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite 2014. Pengukuran parameter antenna terdiri dari pengukuran , VSWR, *return loss*, *bandwidth*, polarisasi, pola radiasi, dan gain.

### 4.2 Perencanaan Dimensi Patch dan Groundplane

Bentuk elemen peradiasi yang ditentukan pada skripsi ini adalah *tear drop patch* sebagai dasar ukuran dari *patch* antenna dalam skripsi ini, selanjutnya akan diukur sehingga sesuai dengan parameter-parameter antenna pada frekuensi kerja 2.4 GHz. Nilai kecepatan perambatan di ruang bebas adalah (c) dengan nilai sebesar:

$$\lambda = \frac{c_0}{f_r} = \frac{3 \times 10^8}{2.4 \times 10^9} = 0.125 \text{ m} = 125 \text{ mm} \dots\dots\dots (4-1)$$

Dimana:

$c_0$  = Kecepatan propagasi di ruang bebas (m/s)

$f_r$  = Frekuensi kerja antenna (Hz)

Kebutuhan antenna yang harus dipenuhi agar dapat bekerja dengan baik sesuai dengan kondisi yang diinginkan .

Elemen peradiasi pada antenna terdiri dari substrat dan *ground plane*. Material yang digunakan adalah aluminum. Aluminum yang digunakan memiliki konduktivitas elektrik sebesar 2, konduktivitas alumunium sebesar 3.56e+007 S/m dengan ketebalan elemen peradiasi yang ditentukan oleh persamaan (Afridi, 2015):

$$W = \frac{c_0}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 2.4 \times 10^9} \sqrt{\frac{2}{2+1}} = 4 \text{ mm} \dots\dots\dots (4-2)$$

Dimana:

$W$  = Ketebalan elemen peradiasi (mm)

$\epsilon_r$  = Permittivitas (F/m)



### 4.3 Perancangan Dimensi *Patch Antena Tear Drop*

Bentuk geometri sederhana dari *teardrop* pada Gambar 4.1 berawal dari piringan lingkaran antena. Pada puncaknya diratakan menjadi bentuk corong terbalik. Tinggi dari antena pada Gambar 4 adalah panjang gelombang dimana antena itu beroperasi; dimana  $L_3 = \lambda L$  dimana  $\lambda L$  adalah panjang gelombang pada frekuensi pusat antena dan rasio antara  $L_1$ ,  $L_2$ , dan  $L_3$  mendekati *golden ratio* (Stuzman, 2004). Dalam matematika, dua nilai dianggap berada dalam hubungan rasio emas ( $\phi$ ) jika rasio antara jumlah kedua nilai itu terhadap nilai yang besar sama dengan rasio antara nilai besar terhadap nilai kecil. Nilai yang lebih besar dilambangkan dengan huruf  $a$ , sedangkan nilai yang lebih kecil dilambangkan dengan huruf  $b$  seperti yang digambarkan pada pernyataan matematis (Meisner, 2018):

$$\frac{a+b}{a} = \frac{a}{b} \equiv \phi \dots\dots\dots (4-3)$$

Dimana  $\phi$  mewakili rasio emas. Nilainya adalah:

$$\phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1.618 \dots\dots\dots (4-4)$$

Dengan rasio ini, maka dapat ditentukan besar tinggi segitiga antena dengan memasukkan nilai  $L_3$  (tinggi total antena) sebagai nilai terbesar ( $a$ ) sebagai berikut:

$$L_2 = \frac{L_3}{\phi} = 77.2 \text{ mm} \dots\dots\dots (4-5)$$

Begitu pula dengan besar diameter lingkaran pada antena ( $L_1$ ) dapat ditentukan dengan memasukkan tinggi antena ( $L_2$ ) sebagai nilai terbesar ( $a$ ) sebagai berikut:

$$L_1 = \frac{L_2}{\phi} = 47.7 \text{ mm} \dots\dots\dots (4-6)$$

Semua *patch* pada Gambar 4.1 dikonstruksi dengan dimensi  $L_1 = 47.7 \text{ mm}$ ,  $L_2 = 77.2 \text{ mm}$  dan  $L_3 = 124.9 \text{ mm}$ . Rasio panjang  $L_2$  dengan  $L_1$  sebesar 1.618:1, dimana mendekati nilai *golden/sacred ratio* yang bernilai 1.618 (Meisner, 2018). Tinggi antena berdasarkan panjang gelombang pada frekuensi pusat antena beroperasi (2.4 GHz). *Patch* terbuat dari aluminium dengan ketebalan 4 mm dan saling melintang dengan perbedaan sudut antar *patch* tiap modelnya.

### 4.4 Perancangan Dimensi *Groundplane*

Untuk menghitung lebar dan Panjang minimum yang dibutuhkan untuk membuat *groundplane*, masing-masing menggunakan persamaan:

$$L_g = \frac{3\lambda}{4} = 93.75 \text{ mm} \dots\dots\dots (4-7)$$

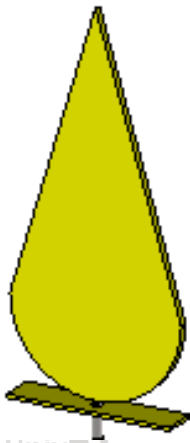


$$Wg = \frac{\lambda}{6} = 20.8 \text{ mm} \quad (4-8)$$

dimana  $\lambda L$  adalah panjang gelombang pada frekuensi pusat antena yang menjadikan *groundplane* berukuran 20.8 x 93.75 mm.

#### 4.5 Perancangan dan Performansi Antena

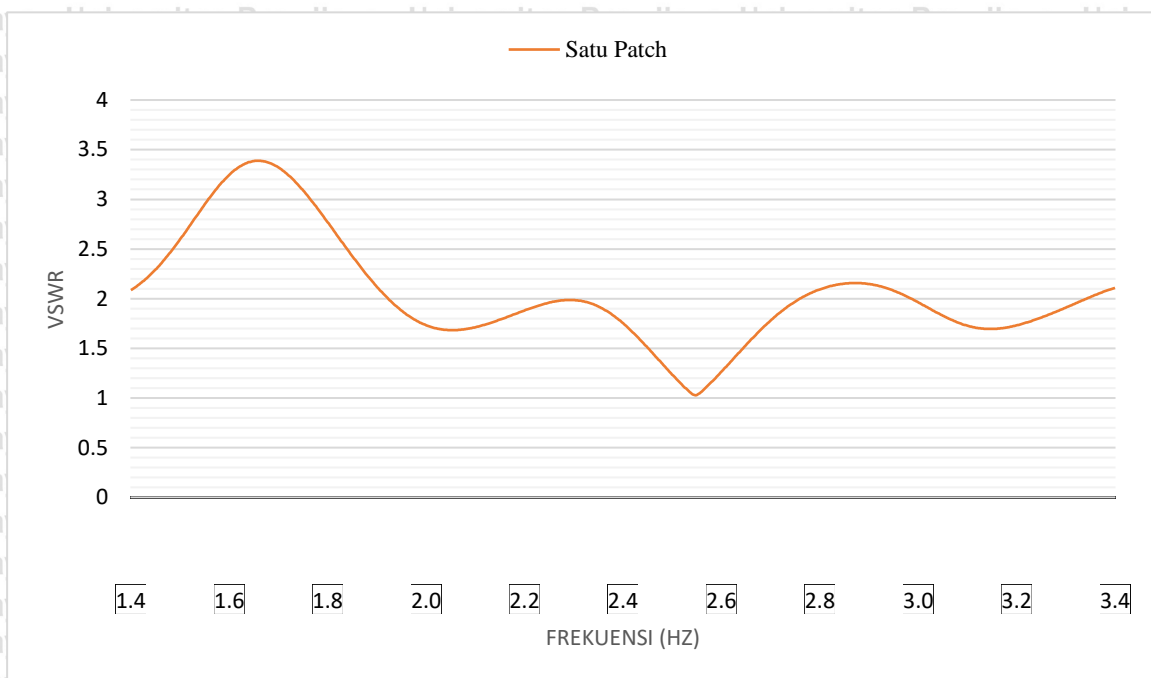
Perancangan antena yang dimaksud adalah penentuan dimensi antena yang nantinya akan digunakan sebagai dimensi dari antena 3D. Dimensi *patch* atau elemen peradiasi antena menggunakan dimensi *tear drop* dan untuk dimensi *groundplane* menggunakan nilai Panjang gelombang dari antena ini karena merupakan *infinite ground plane*. Perancangan antena ini menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite 2014.



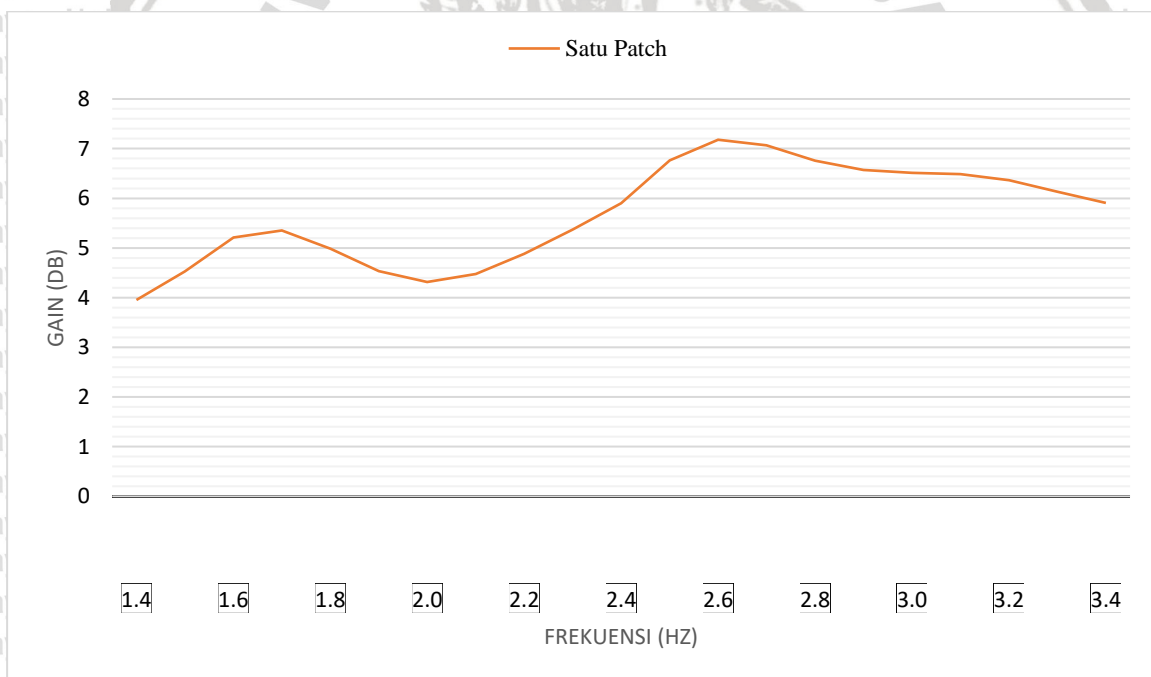
Gambar 4. 1 Bentuk Antena Planar Tear Drop

Pada penelitian ini, CST Studio Suite 2014 adalah perangkat lunak yang digunakan untuk mengeksekusi kalkulasi hasil simulasi. Pertama, parameter yang telah dikalkulasi dimasukkan sebagai basis dari dimensi antena. Kemudian antena disimulasikan dengan hasil sebagai keluarannya. Hasil dikomparasi dengan spesifikasi yang diinginkan. Setelah itu dilakukan simulasi menggunakan software CST Studio Suite 2014. Setelah itu

maka didapatkan parameter-parameter antenna, berikut hasil VSWR dan gain antenna:



Gambar 4. 2 Grafik Nilai VSWR terhadap Frekuensi



Gambar 4. 3 Grafik Nilai Gain terhadap Frekuensi

#### 4.6 Penambahan Patch

Setelah dilakukan perancangan dan didapatkan dimensi antenna dasar 2D yang memiliki unjuk kerja baik, selanjutnya akan dilakukan penambahan *patch* agar menjadi antenna 3D. Penambahan *patch* ini akan dilakukan dengan desain *patch* yang identik namun memiliki beda sudut antara *patch* yang berbeda-beda. Hal ini dilakukan untuk melihat

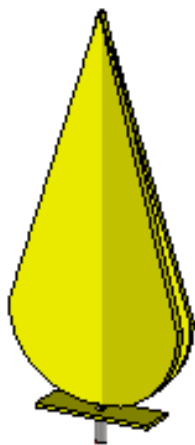




fenomena dalam penyatuan *patch* 3D yang berbeda-beda. Pada Penambahan *patch* ini nantinya akan diukur unjuk kerjanya sesuai parameter yang telah ditetapkan pada frekuensi 2.4 GHz.

#### 4.8 Penambahan Antena Planar 3D 2 *Seed Tear Drop Patch* dengan Sudut 15°

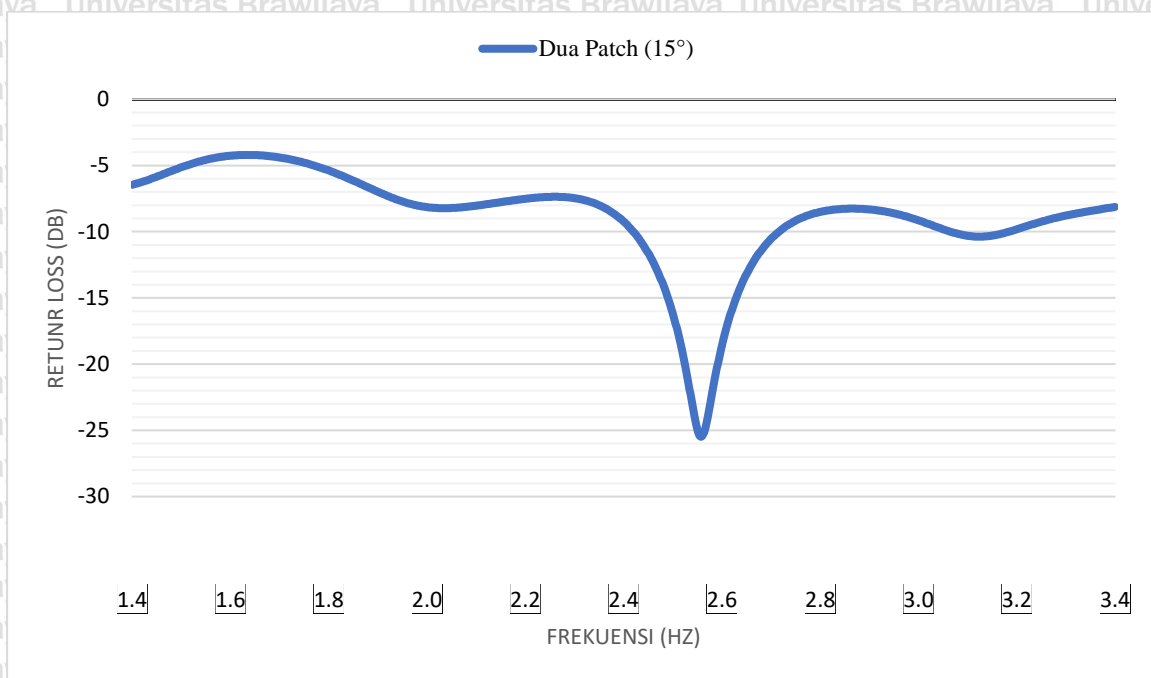
*Patch* yang akan ditambahkan di sini identik dengan antena dasar. *Patch* akan ditambahkan ke antena planar dengan sudut 15° sehingga menjadi antena 3D. Kemudian antena 3D tadi akan disimulasikan sehingga dapat diketahui unjuk kerjanya pada frekuensi 2.4 GHz. Hasil simulasi antena planar 3D 2 *Seed Tear Drop Patch* dengan sudut 15° dapat dilihat pada gambar 4.4.



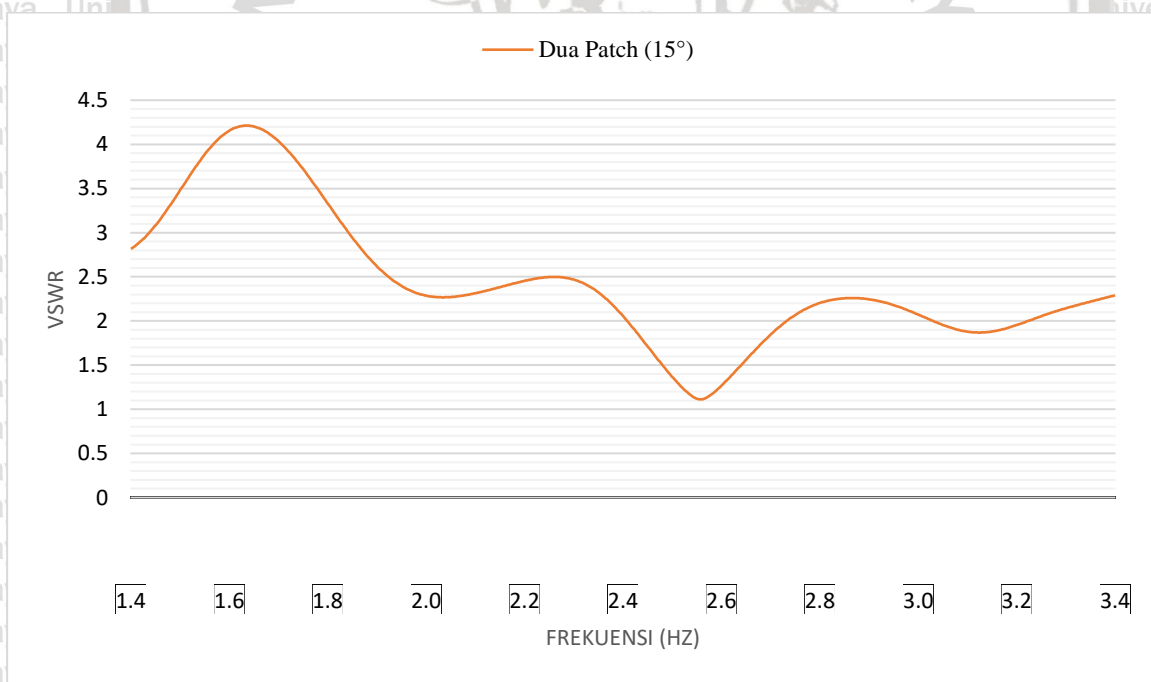
Gambar 4. 4 Bentuk Antena Planar 3D 2 *Seed Tear Drop Patch* dengan Sudut 15°

Antena ini memiliki besar return loss  $\geq -10$  dB, yaitu -9.23 dB pada frekuensi 2.4 GHz dengan nilai VSWR yang terlihat pada grafik adalah 2.055 pada frekuensi yang sama

juga. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa model antenna ini belum dapat bekerja dengan baik dikarenakan nilai VSWR yang lebih dari 2 dan *return loss* yang lebih besar dari -10 dB.



Gambar 4. 5 Grafik Return Loss Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 15

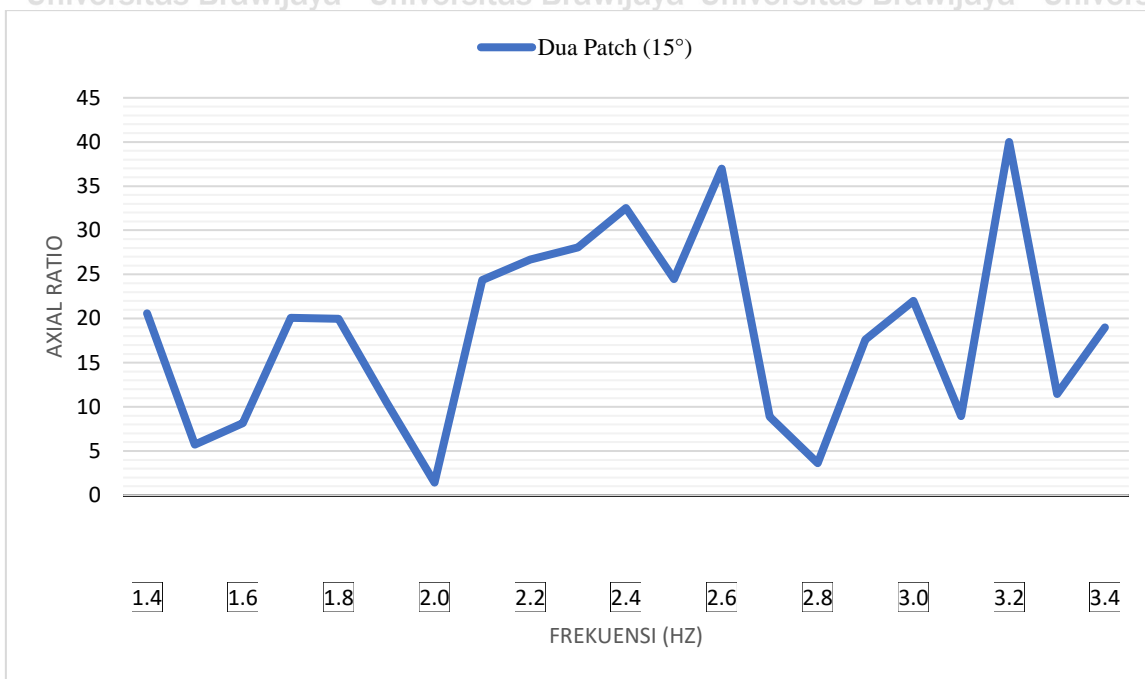


Gambar 4. 6 Grafik VSWR Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 15

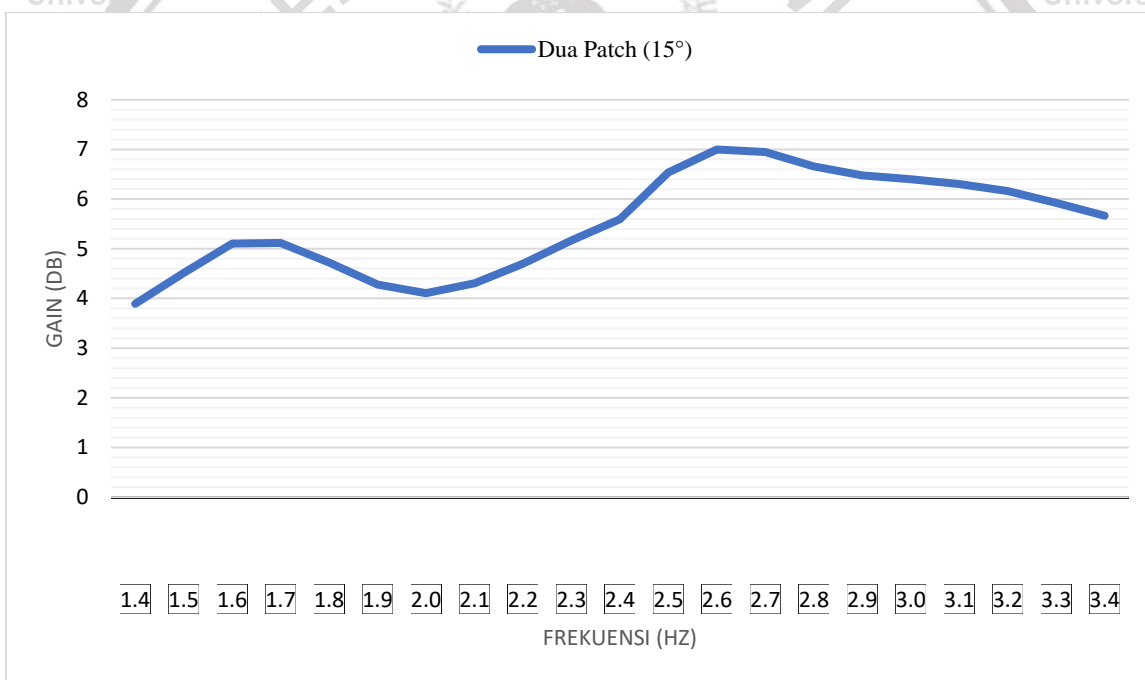
Sedangkan axial ratio bernilai 32.516 dB pada frekuensi 2.4 GHz sesuai dengan hal ini menandakan bahwa antenna ini memiliki polarisasi linear karena nilai axial ratio di atas 10 dB.



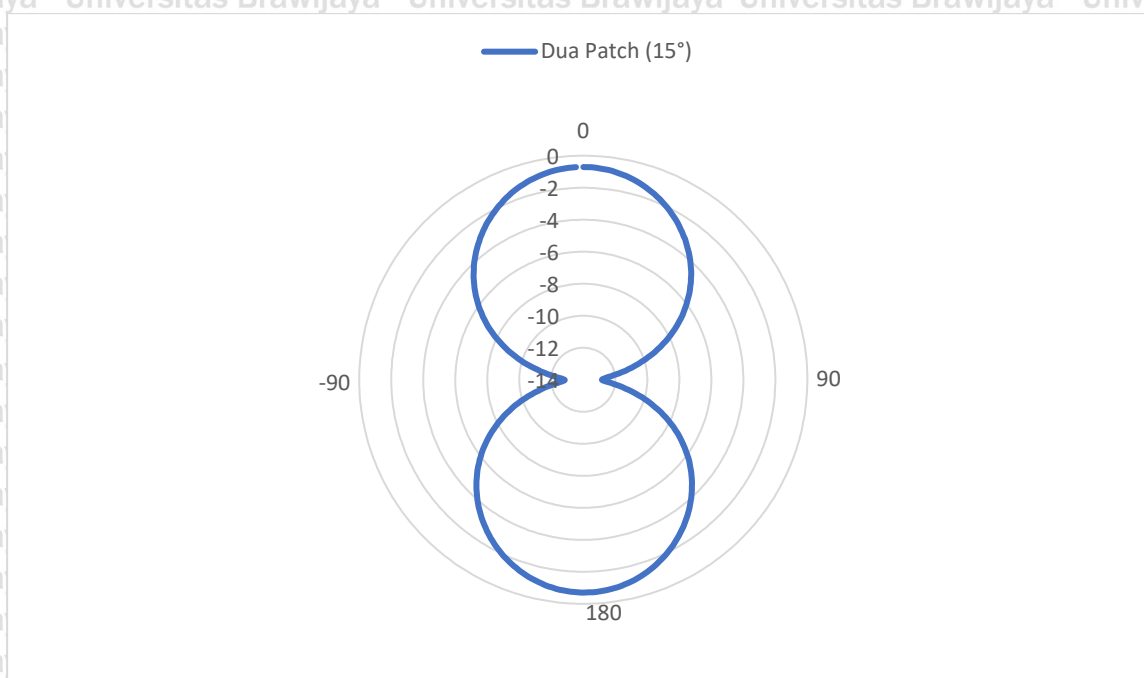




Gambar 4. 7 Grafik Polarisasi Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 15



Gambar 4. 8 Grafik Gain Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 15 terhadap Frekuensi



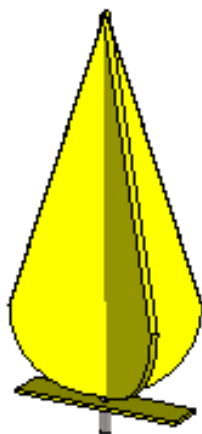
Gambar 4. 9 Grafik Polar Direktivitas Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 15

Pada antena jenis ini, antena memiliki pola radiasi omnidireksional karena pola pancarannya dapat dilihat memiliki *main lobe* dan *back lobe* yang berlawanan arah dengan besaran yang hampir sama. Main lobe memiliki keterarahan ke sudut  $0^\circ$  dengan lebar angular sebesar  $80^\circ$  dimulai dari  $-40^\circ$  sampai  $40^\circ$  dengan nilai gain 5.594 dB.

#### 4.9 Penambahan Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch dengan Sudut $30^\circ$

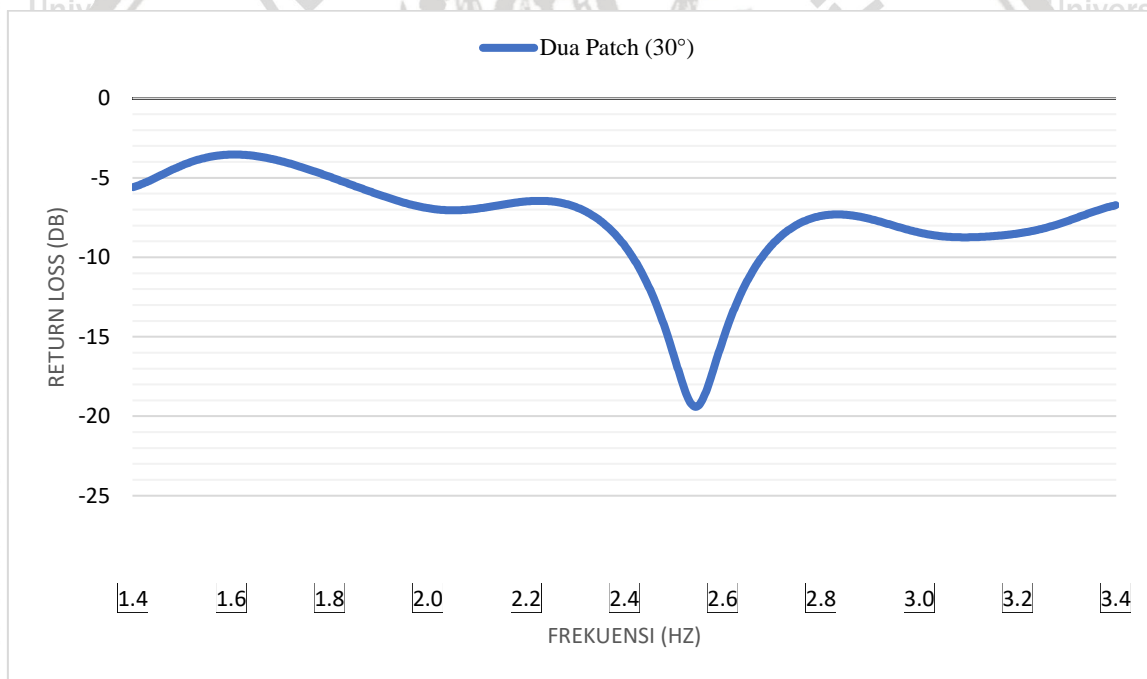
*Patch* yang akan ditambahkan di sini identik dengan antena dasar. *Patch* akan ditambahkan ke antena planar dengan sudut  $30^\circ$  sehingga menjadi antena 3D. Kemudian antena 3D tadi akan disimulasikan sehingga dapat diketahui unjuk kerjanya pada frekuensi 2.4 GHz. Hasil simulasi antena planar 3D 2 Seed Tear Drop *Patch* dengan sudut  $30^\circ$  dapat dilihat pada gambar 4.10.



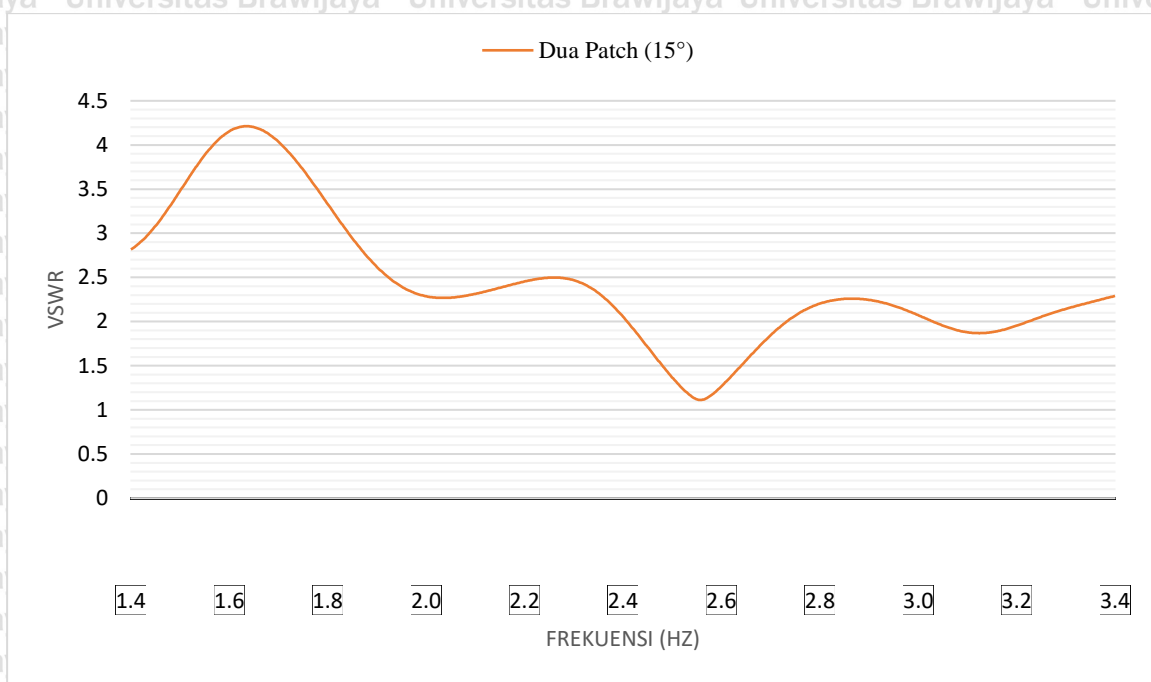


Gambar 4. 10 Bentuk Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 30

Antena ini memiliki besar return loss  $\geq -10$  dB, yaitu  $-9.244$ dB dengan nilai VSWR yang terlihat pada grafik adalah 2.053. Dari data tersebut dapat dikatakan bahwa model antena ini belum dapat bekerja dengan baik dikarenakan nilai VSWR yang lebih dari 2 dan return loss yang lebih besar dari  $-10$  dB.

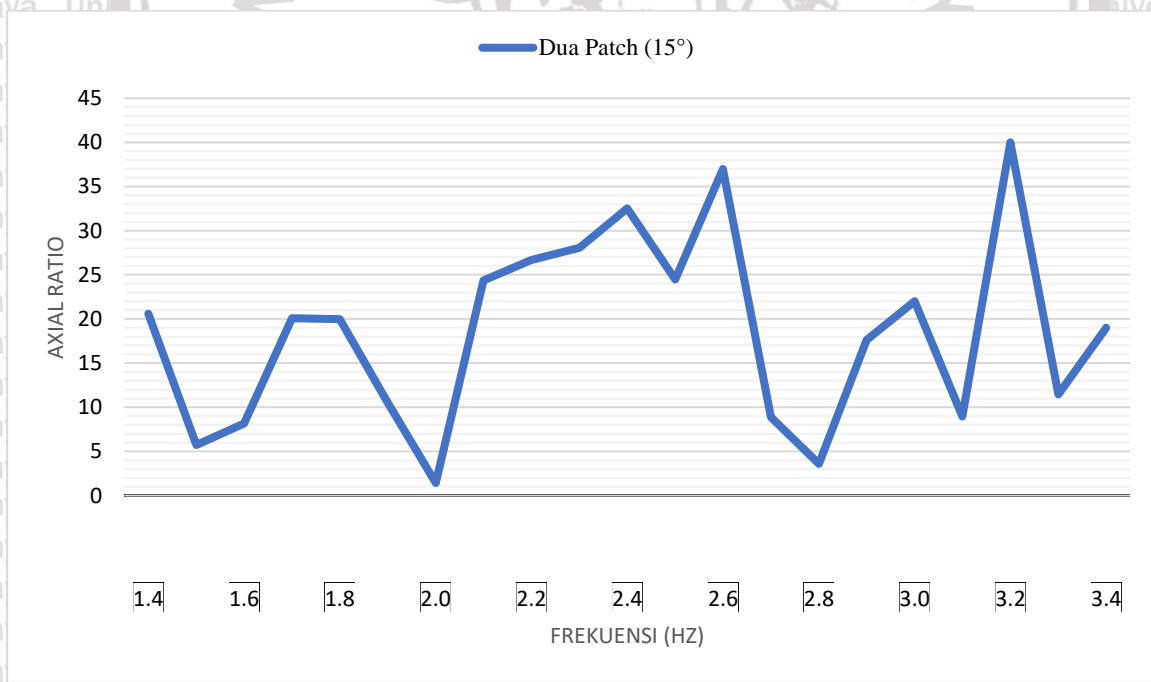


Gambar 4. 11 Grafik Return Loss Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 30



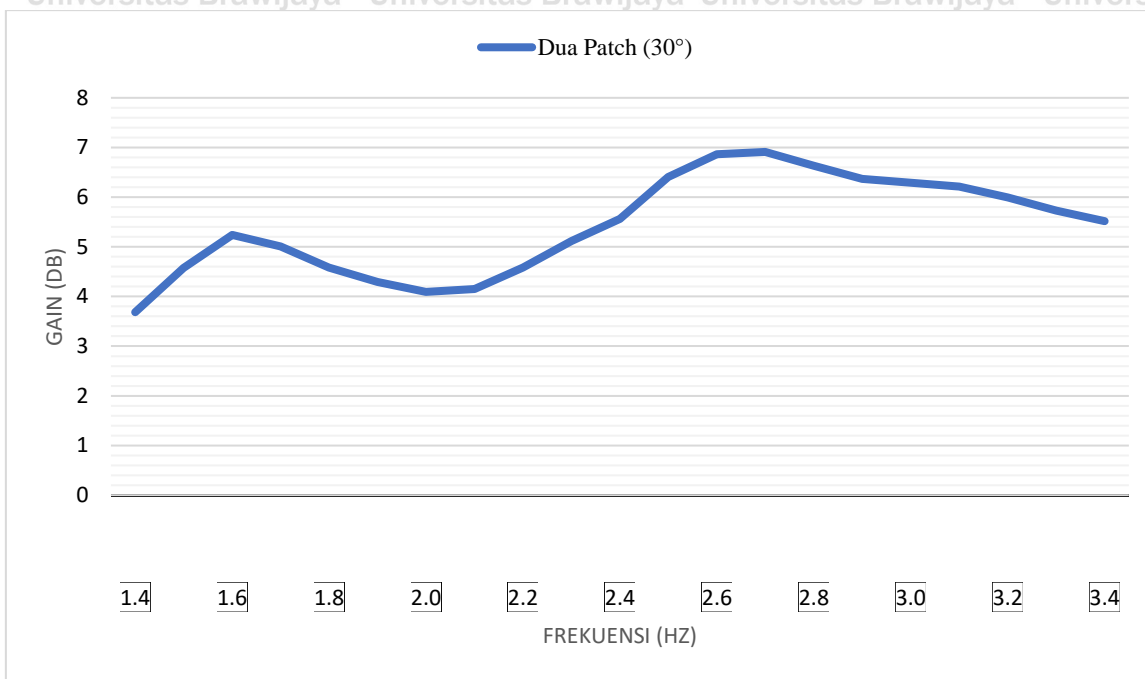
Gambar 4.12 Grafik VSWR Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 30

Sedangkan axial ratio bernilai 8.136 dB sesuai dengan hal ini menandakan bahwa antena memiliki polarisasi elips karena nilai axial ratio di antara 3 dB dan 10 dB.

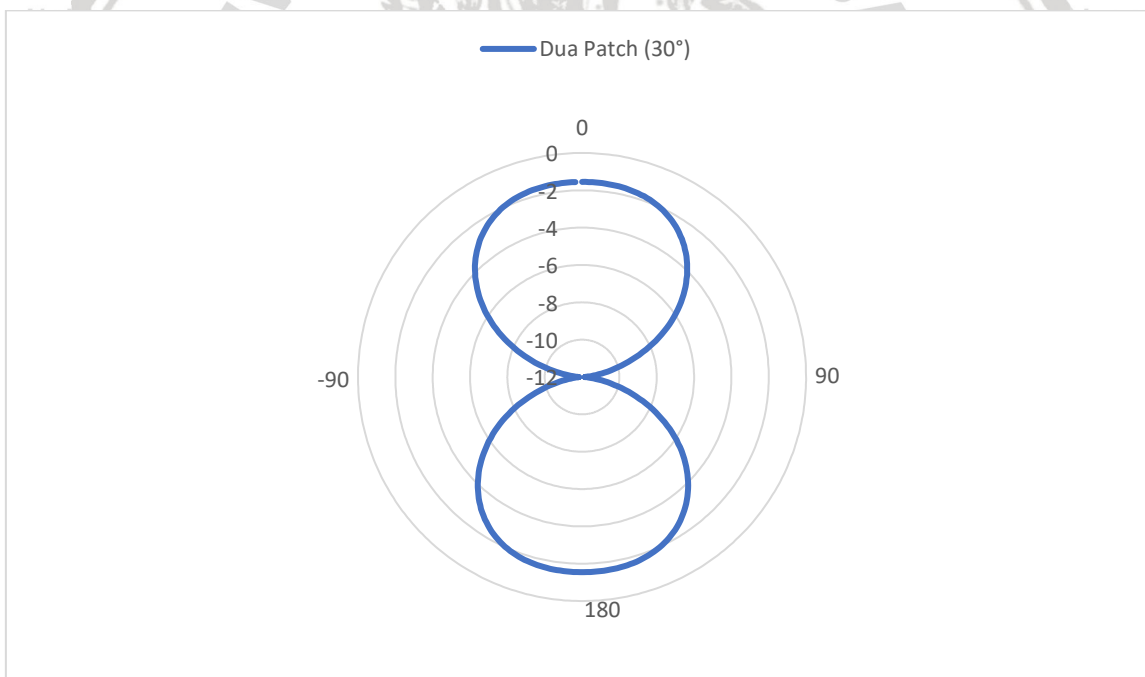


Gambar 4.13 Grafik Polarisasi Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 30





Gambar 4. 14 Grafik Gain Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 30 terhadap Frekuensi

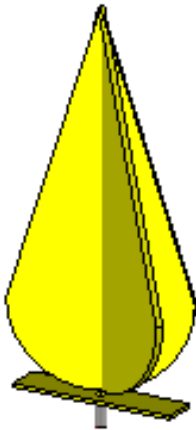


Gambar 4. 15 Grafik Polar Direktivitas Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 30

Pada antena jenis ini, antena memiliki pola radiasi omnidireksional karena pola pancarannya dapat dilihat memiliki *main lobe* dan *back lobe* yang berlawanan arah dengan besaran yang hampir sama. Main lobe memiliki keterarahan ke sudut 180° dengan lebar angular sebesar 96.8° dimulai dari -131.6° sampai 131.6° dengan nilai gain 5.559 dB.

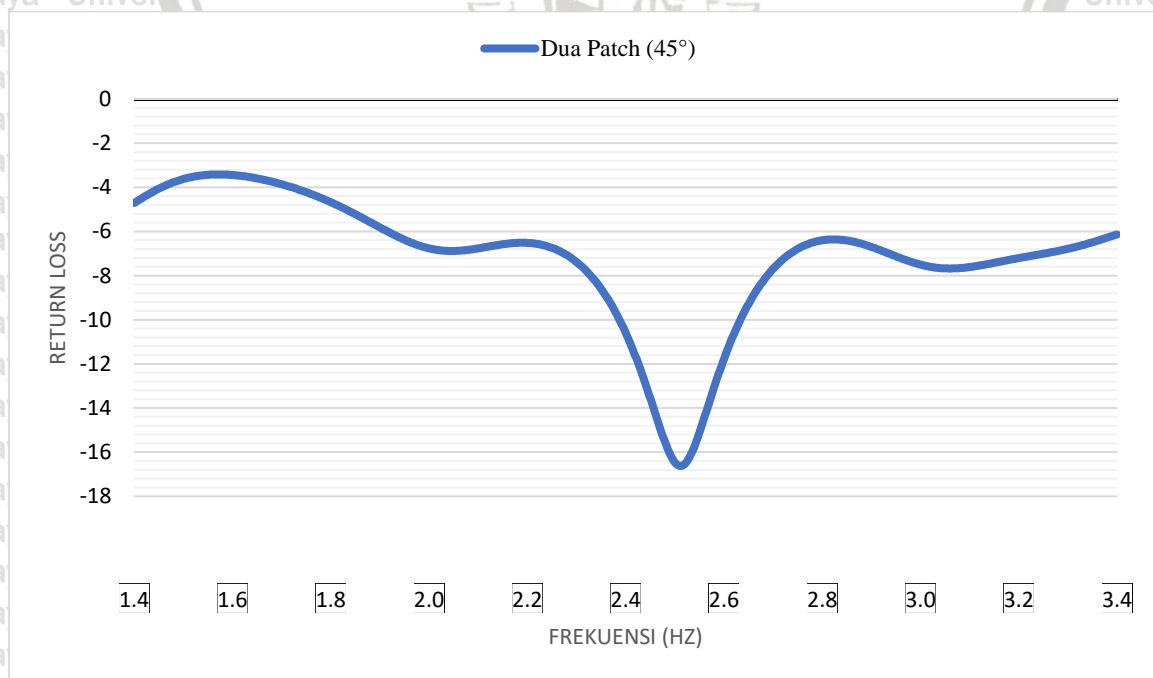
#### 4.10 Penambahan Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch dengan Sudut 45°

*Patch* yang akan ditambahkan di sini identik dengan antena dasar. *Patch* akan ditambahkan ke antena planar dengan sudut 45° sehingga menjadi antena 3D. Kemudian antena 3D tadi akan disimulasikan sehingga dapat diketahui unjuk kerjanya pada frekuensi 2.4 GHz. Hasil simulasi antena planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch dengan sudut 45° dapat dilihat pada gambar 4.16.



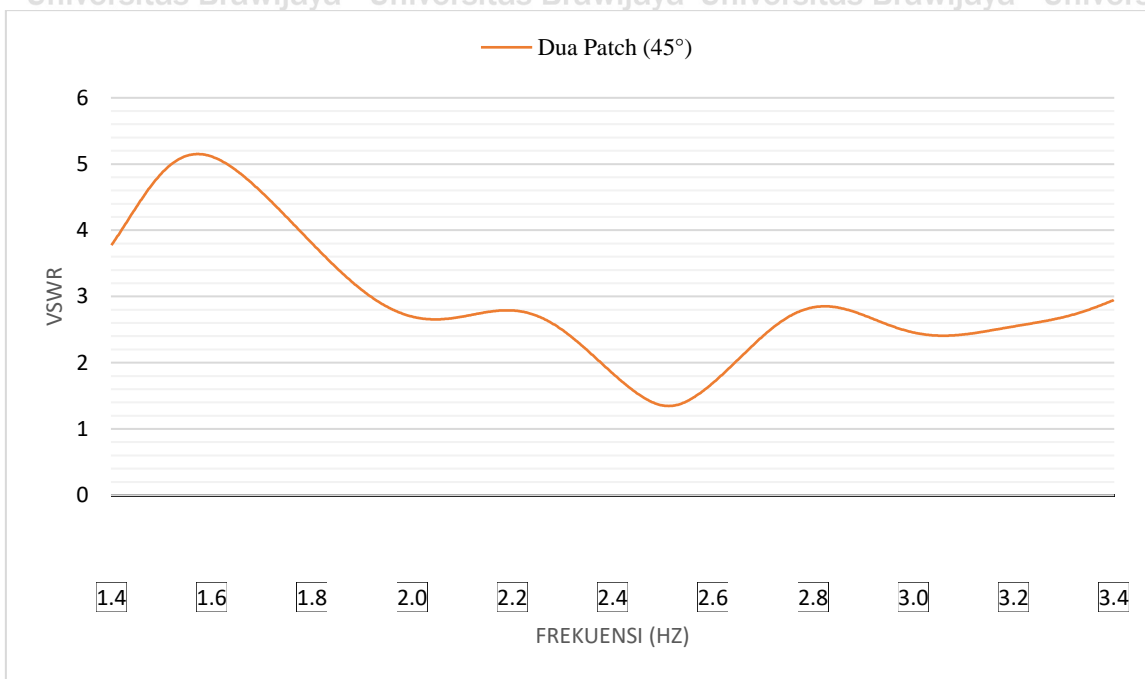
Gambar 4. 16 Bentuk Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 45

Antena ini memiliki besar return loss lebih kecil dari -10 dB, yaitu -10.583 dB dengan nilai VSWR yang terlihat pada grafik adalah 1.839. Berdasarkan parameter ini, maka model antena dengan sudut ini sudah bisa diaplikasikan dan berkerja dengan baik dikarenakan nilai VSWR dan *return loss* yang sudah memenuhi parameter yang ditentukan sebelumnya.



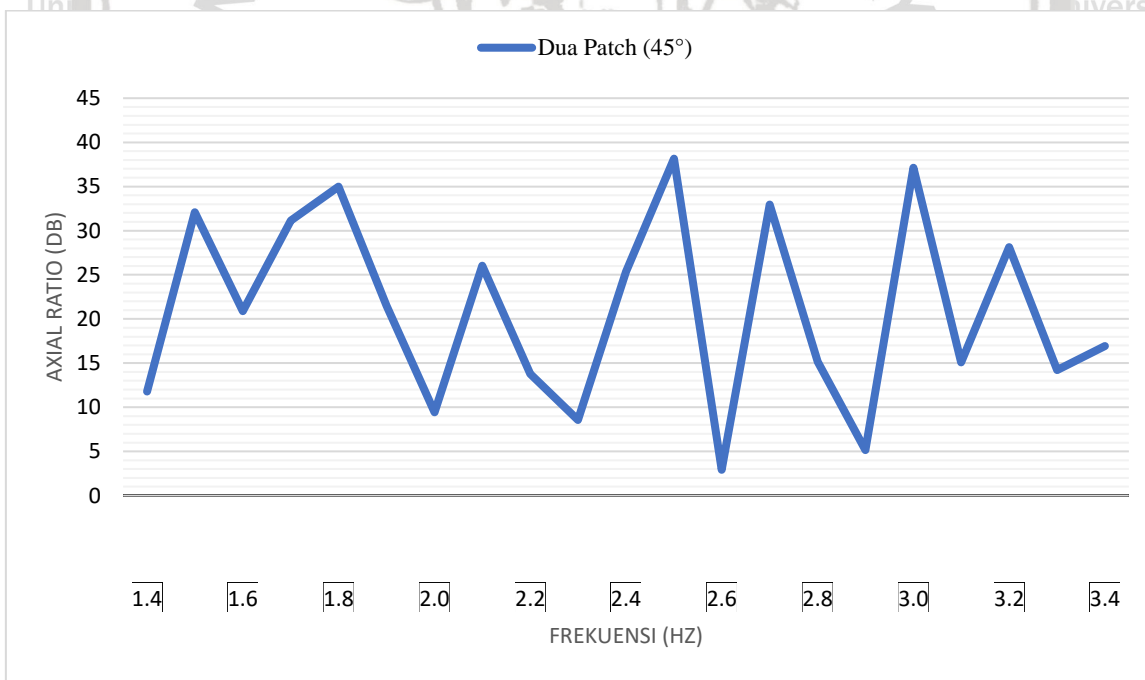
Gambar 4. 17 Grafik Return Loss Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 45



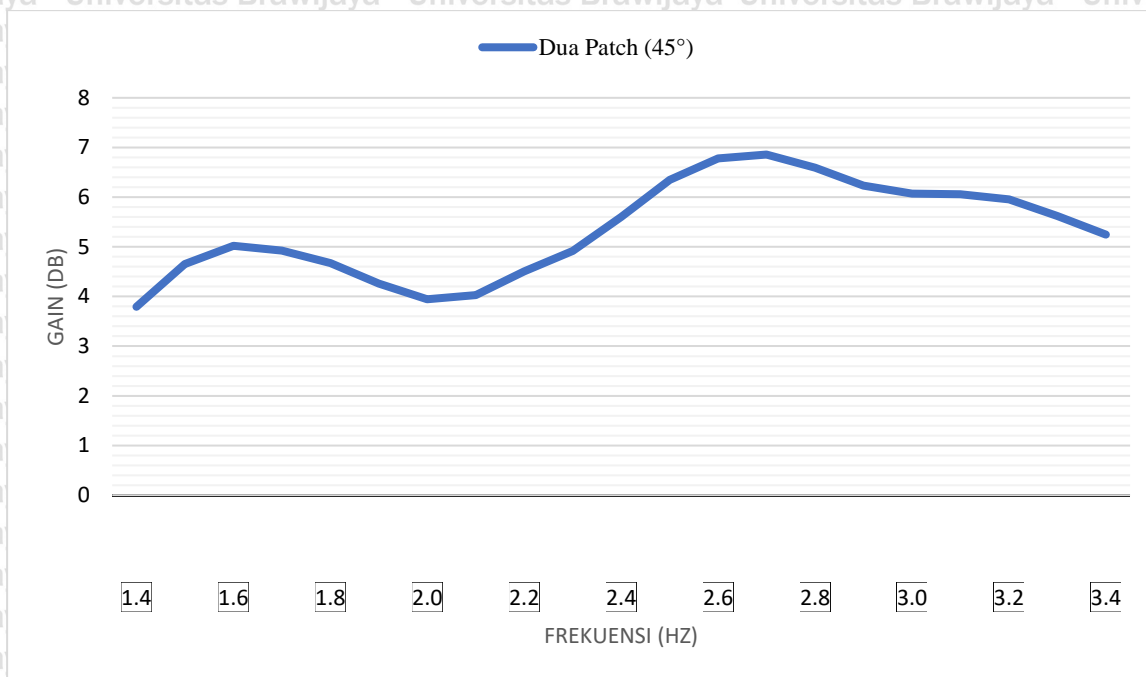


Gambar 4. 18 Grafik VSWR Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 45

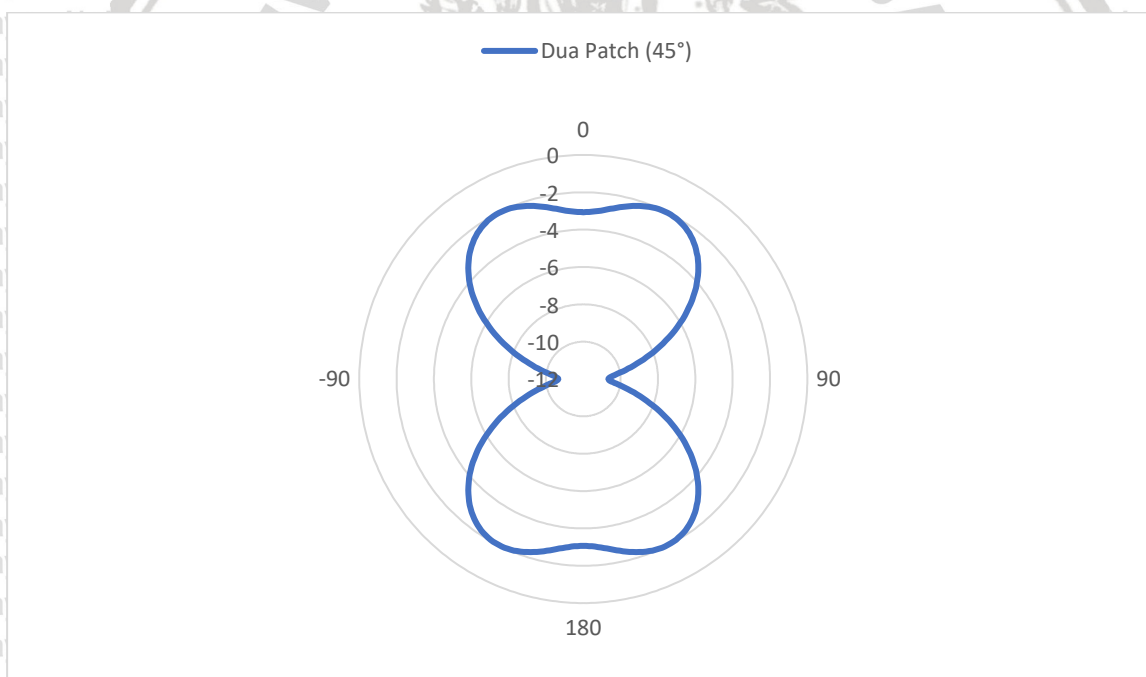
Sedangkan axial ratio bernilai 25.346 dB sesuai dengan hal ini menandakan bahwa antena ini memiliki polarisasi linier karena nilai axial ratio di atas 10 dB.



Gambar 4. 19 Grafik Polarisasi Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 45



Gambar 4. 20 Grafik Gain Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 45 terhadap Frekuensi



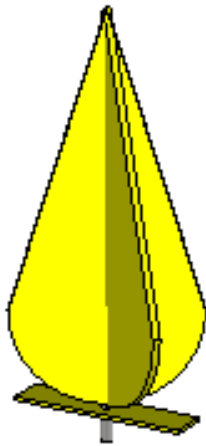
Gambar 4. 21 Grafik Polar Direktivitas Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 45

Pada antenna jenis ini, antenna memiliki pola radiasi omnidireksional karena pola pancarannya dapat dilihat memiliki *main lobe* dan *back lobe* yang berlawanan arah dengan besaran yang hampir sama. Main lobe memiliki keterarahan ke sudut  $27^\circ$  dengan lebar angular sebesar  $110.4^\circ$  dimulai dari  $-55.2^\circ$  sampai  $55.2^\circ$  dengan nilai gain 5.6 dB.



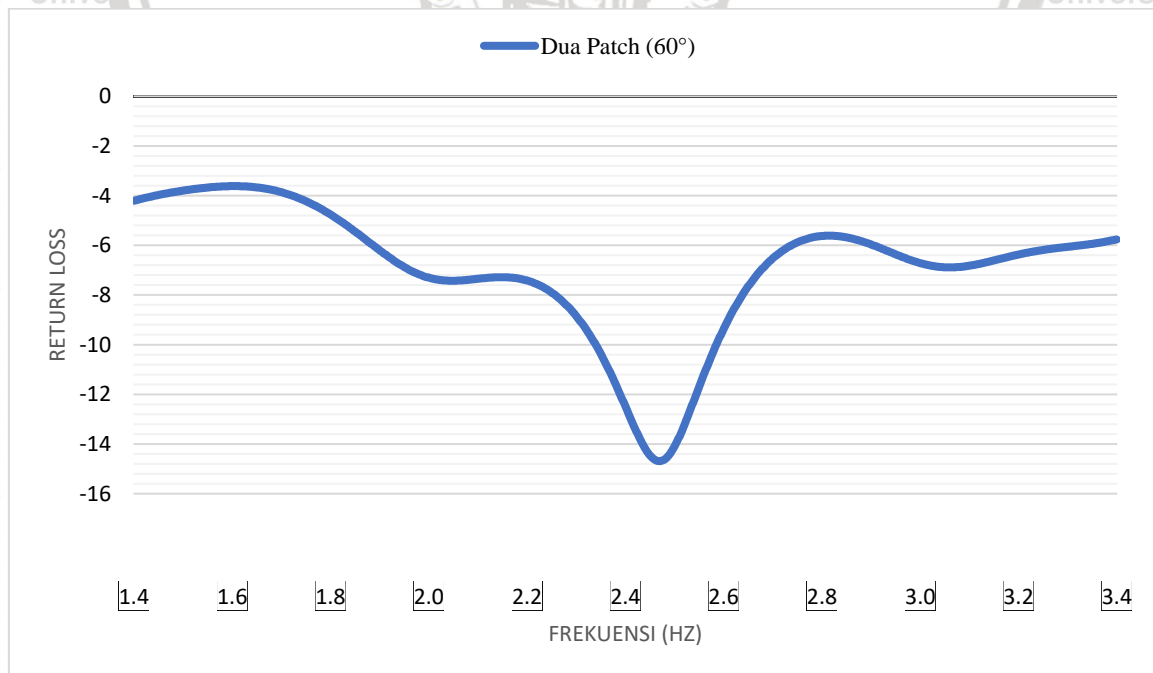
**4.11 Penambahan Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch dengan Sudut 60°**

*Patch* yang akan ditambahkan di sini identik dengan antena dasar. *Patch* akan ditambahkan ke antena planar dengan sudut 60° sehingga menjadi antena 3D. Kemudian antena 3D tadi akan disimulasikan sehingga dapat diketahui unjuk kerjanya pada frekuensi 2.4 GHz. Hasil simulasi antena planar 3D 2 *Seed Tear Drop Patch* dengan sudut 60° dapat dilihat pada gambar 4.22.

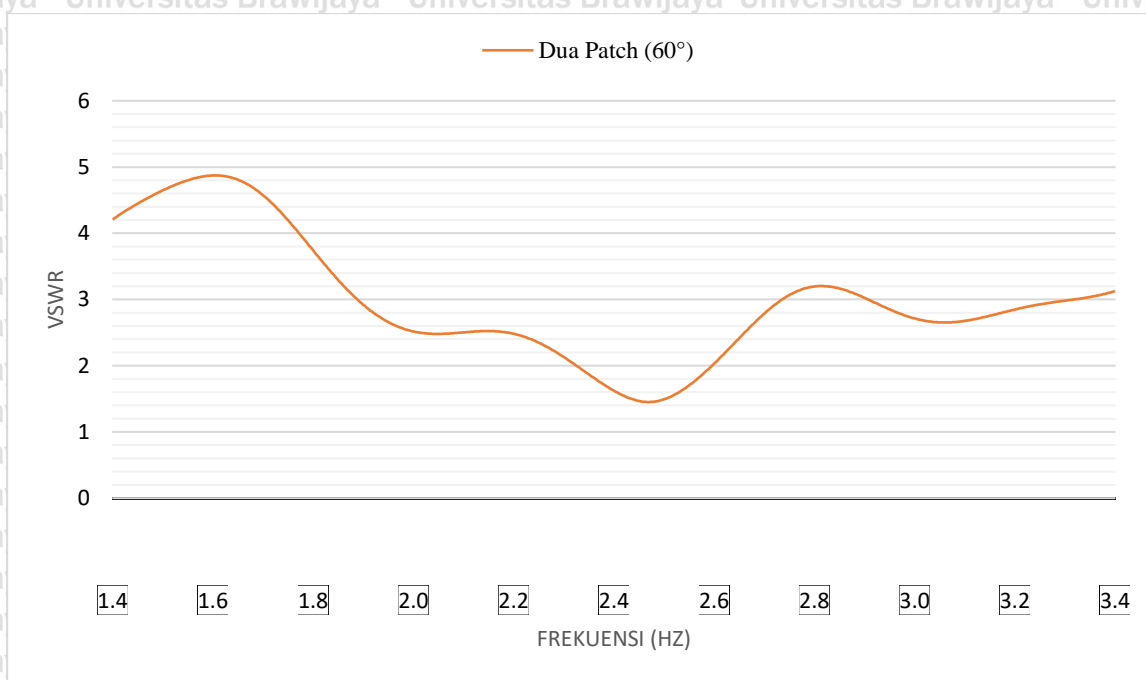


Gambar 4. 22 Bentuk Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 60

Antena ini memiliki besar return loss lebih kecil dari -10 dB, yaitu -12.483 dB dengan nilai VSWR yang terlihat pada grafik adalah 1.623. Berdasarkan parameter ini, maka model antena dengan sudut ini sudah bisa diaplikasikan dan berkerja dengan baik dikarenakan nilai VSWR dan *return loss* yang sudah memenuhi parameter yang ditentukan sebelumnya.

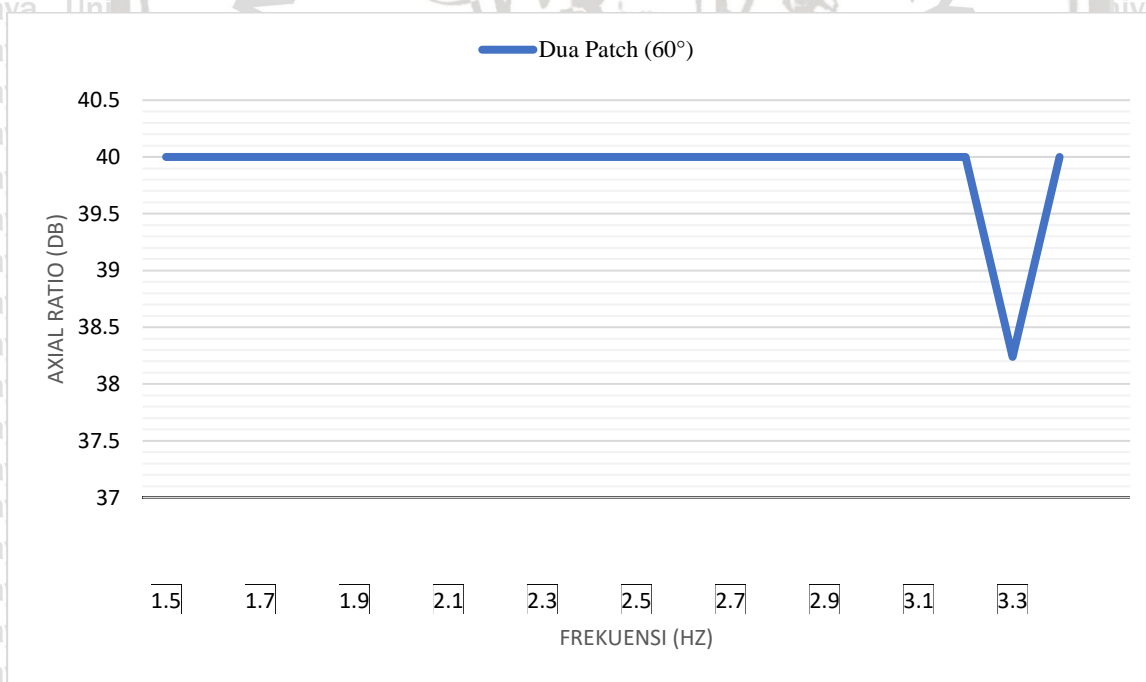


Gambar 4. 23 Grafik Return Loss Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 60



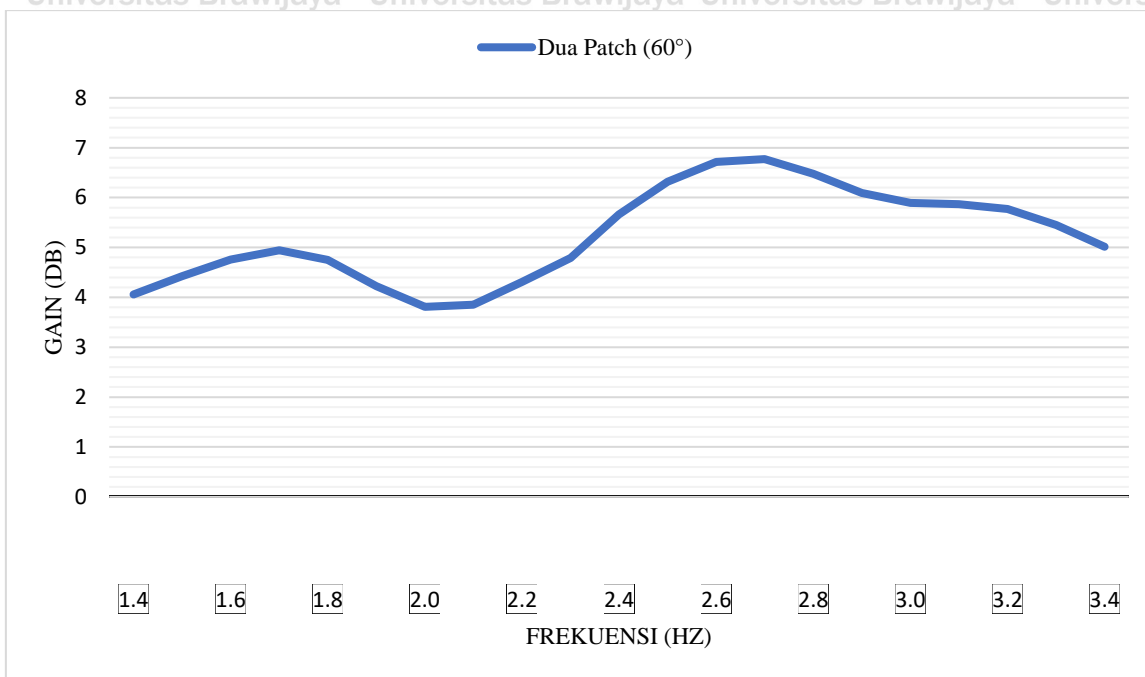
Gambar 4. 24 Grafik VSWR Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 60

Sedangkan axial ratio bernilai 40 dB sesuai dengan hal ini menandakan bahwa antena ini memiliki polarisasi linier karena nilai axial ratio di atas 10 dB.

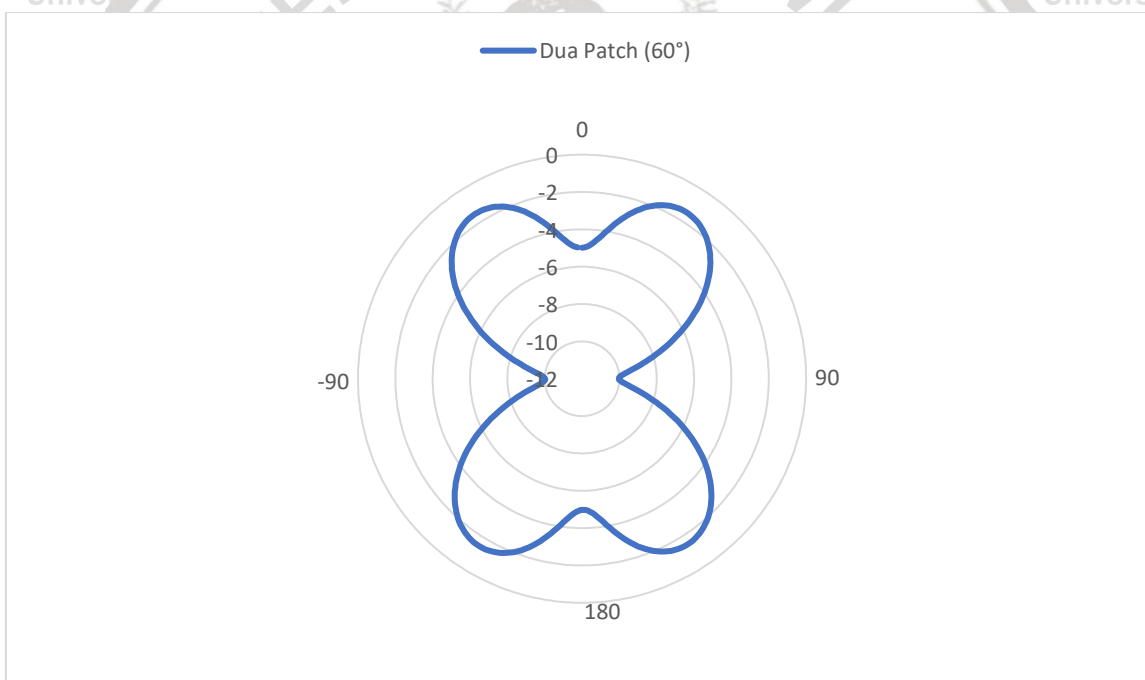


Gambar 4. 25 Grafik Polarisasi Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 60





Gambar 4. 26 Grafik Gain Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 60 terhadap Frekuensi

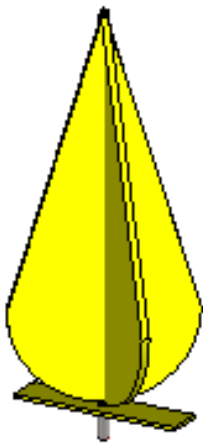


Gambar 4. 27 Grafik Polar Direktivitas Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 60

Pada antena jenis ini, antena memiliki pola radiasi omnidireksional karena pola pancarannya dapat dilihat memiliki *main lobe* dan *back lobe* yang berlawanan arah dengan besaran yang hampir sama. *Main lobe* memiliki keterarahan ke sudut  $148^\circ$  dengan lebar angular sebesar  $51^\circ$  dimulai dari  $124.5^\circ$  sampai  $175.5^\circ$  dengan nilai gain 5.66 dB. Antena dapat bekerja dalam rentang sebesar 259 MHz (2331-2590 MHz).

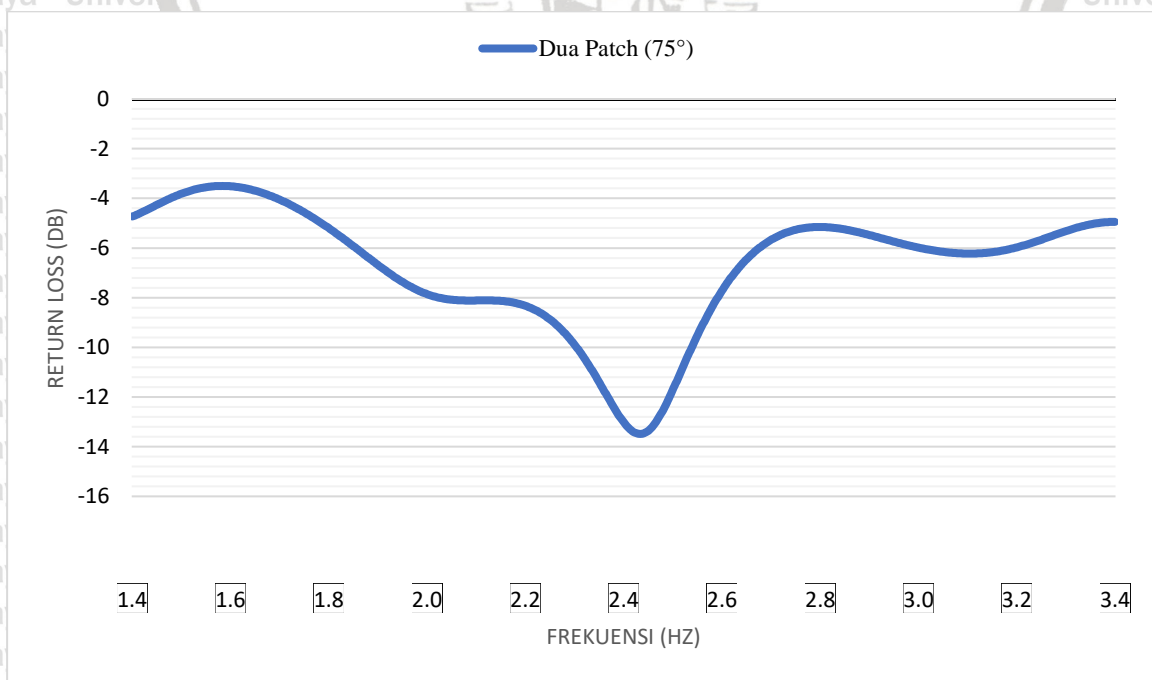
**4.12 Penambahan Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch dengan Sudut 75°**

*Patch* yang akan ditambahkan di sini identik dengan antena dasar. *Patch* akan ditambahkan ke antena planar dengan sudut 75° sehingga menjadi antena 3D. Kemudian antena 3D tadi akan disimulasikan sehingga dapat diketahui unjuk kerjanya pada frekuensi 2.4 GHz. Hasil simulasi antena planar 3D 2 *Seed Tear Drop Patch* dengan sudut 75° dapat dilihat pada gambar 4.28.



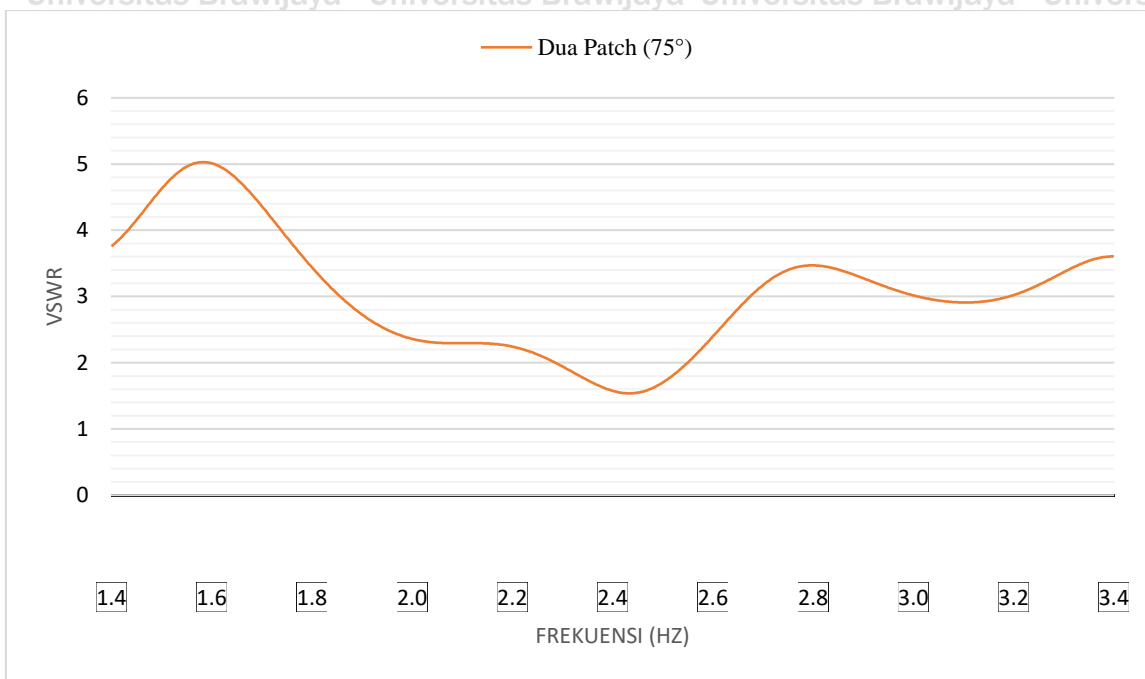
Gambar 4. 28 Bentuk Antena Planar 3D 2 *Seed Tear Drop* dengan Sudut 75°

Model antena ini memiliki besar *return loss* yang lebih kecil dari -10 dB, yaitu -13.01 dB dengan nilai VSWR grafik adalah 1.576. Berdasarkan parameter ini, maka model antena dengan sudut ini sudah bisa diaplikasikan dan berkerja dengan baik dikarenakan nilai VSWR dan *return loss* yang sudah memenuhi parameter yang ditentukan sebelumnya.



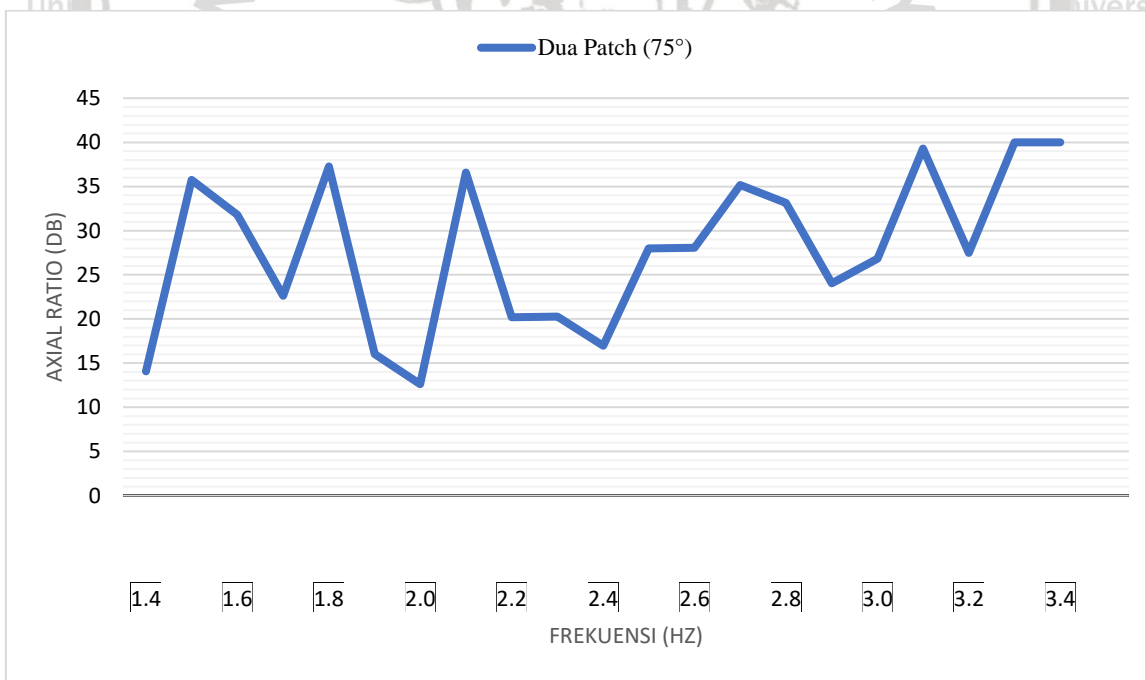
Gambar 4. 29 Grafik Return Loss Antena 3D 2 *Seed Tear Drop* dengan Sudut 75°



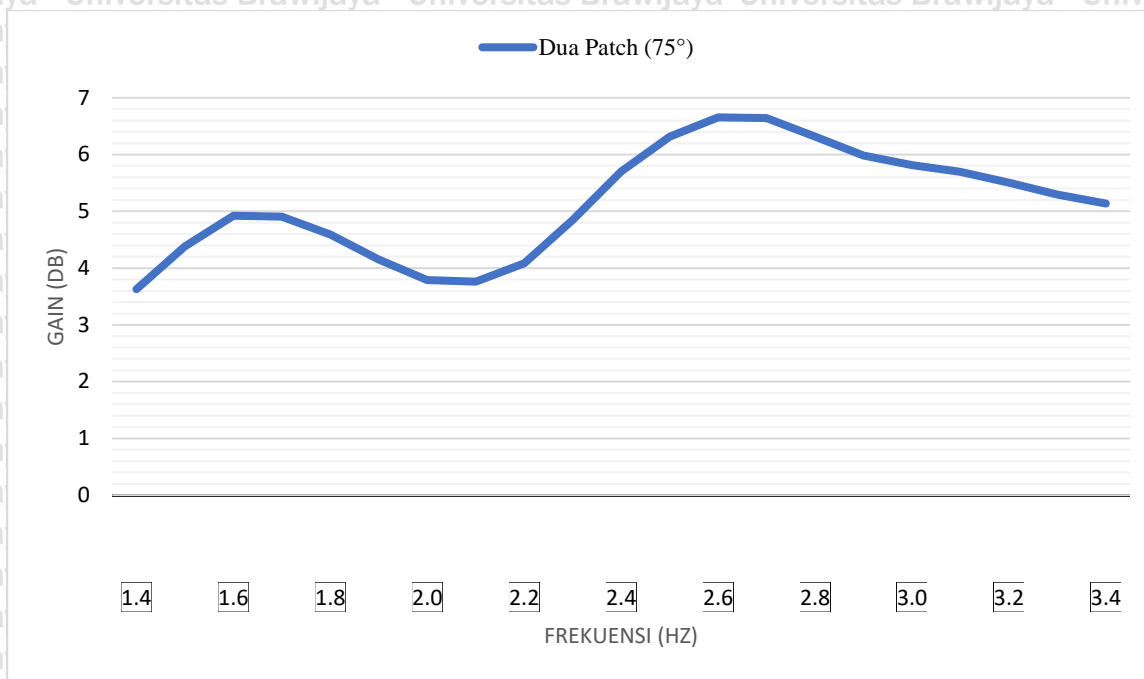


Gambar 4. 30 Grafik VSWR Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 75

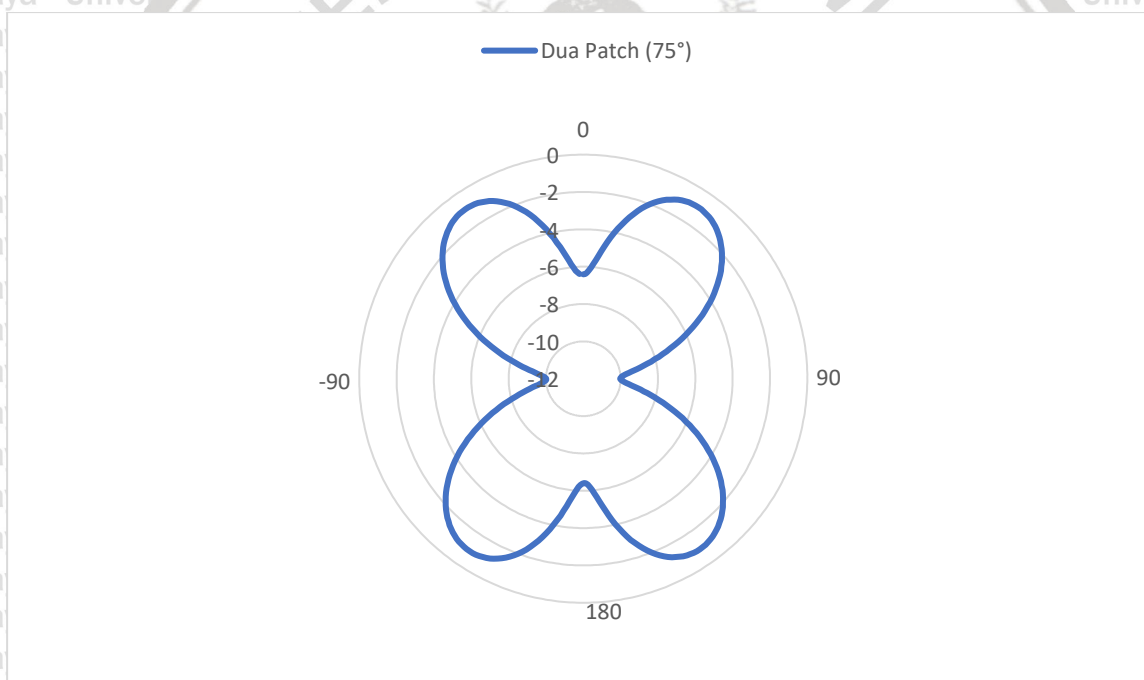
Sedangkan axial ratio bernilai 16.974 dB sesuai dengan hal ini menandakan bahwa antena ini memiliki polarisasi linier karena nilai axial ratio di atas 10 dB.



Gambar 4. 31 Grafik Polarisasi Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 75



Gambar 4. 32 Grafik Gain Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 75 terhadap Frekuensi



Gambar 4. 33 Grafik Polar Direktivitas Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 75

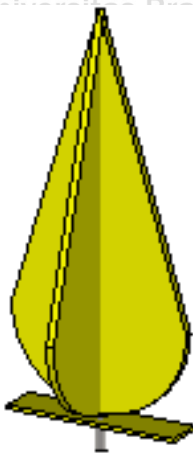
Pada antenna jenis ini, antenna memiliki pola radiasi omnidireksional karena pola pancarannya dapat dilihat memiliki *main lobe* dan *back lobe* yang berlawanan arah dengan besaran yang hampir sama. Main lobe memiliki keterarahan ke sudut  $-146^{\circ}$  dengan lebar angular sebesar  $46.1^{\circ}$  dimulai dari  $-123.2^{\circ}$  sampai  $-169.3^{\circ}$  dengan nilai gain  $5.701$  dB. Besar bandwidth antenna ini sebesar  $259$  MHz ( $2331$ - $2590$  MHz).





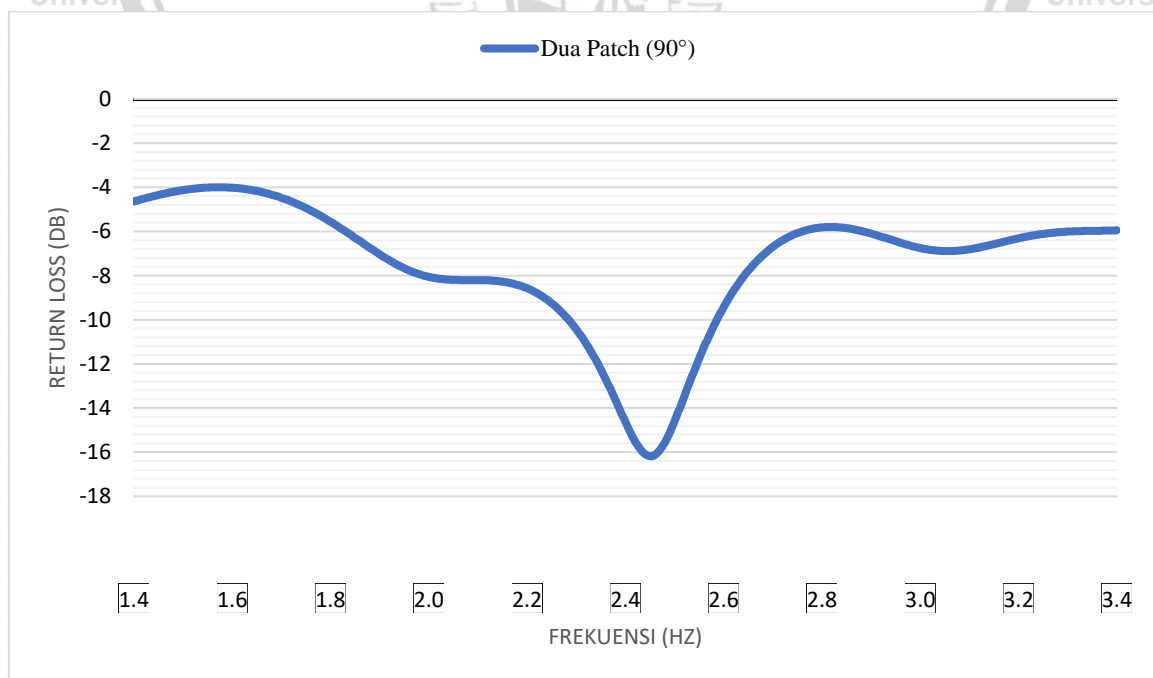
**4.13 Penambahan Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch dengan Sudut 90°**

*Patch* yang akan ditambahkan di sini identik dengan antena dasar. *Patch* akan ditambahkan ke antena planar dengan sudut 90° sehingga menjadi antena 3D. Kemudian antena 3D tadi akan disimulasikan sehingga dapat diketahui unjuk kerjanya pada frekuensi 2.4 GHz. Bentuk antena planar 3D 2 *Seed Tear Drop Patch* dengan sudut 15° dapat dilihat pada gambar 4.34.

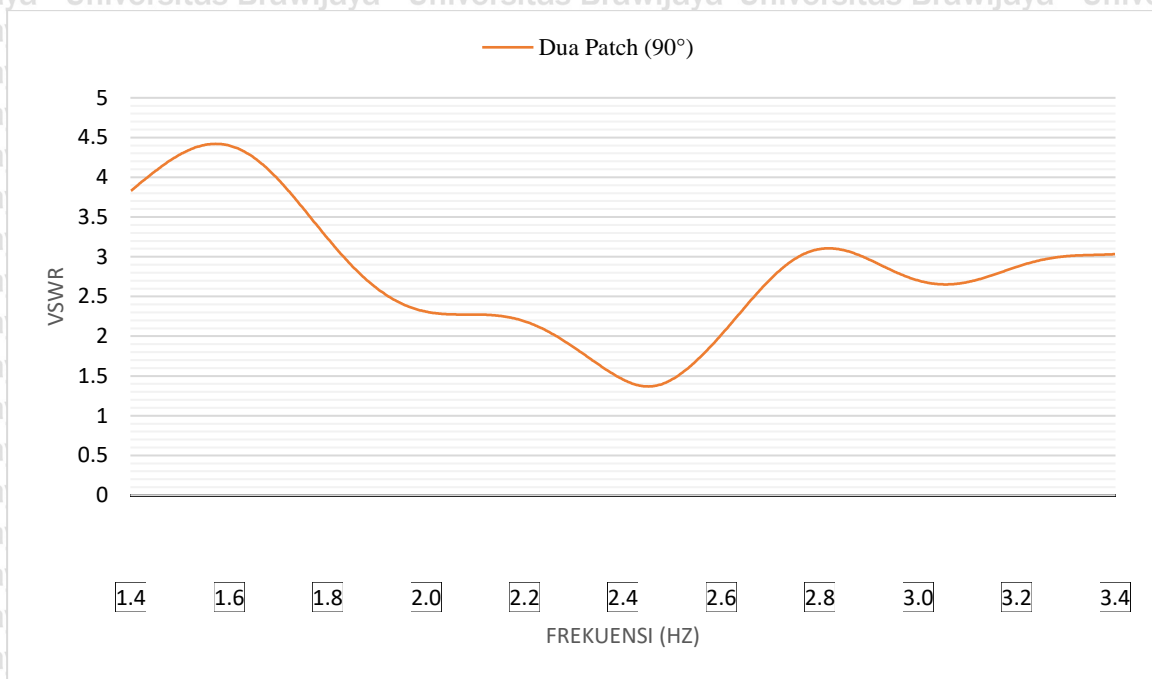


Gambar 4. 34 Bentuk Antena Planar 3D 2 *Seed Tear Drop* dengan Sudut 90°

Antena ini memiliki besar return loss lebih kecil dari -10 dB, yaitu -14.624 dB dengan nilai VSWR yang terlihat pada grafik adalah 1.456. Berdasarkan parameter ini, maka model antena dengan sudut ini sudah bisa diaplikasikan dan berkerja dengan baik dikarenakan nilai VSWR dan *return loss* yang sudah memenuhi parameter yang ditentukan sebelumnya.

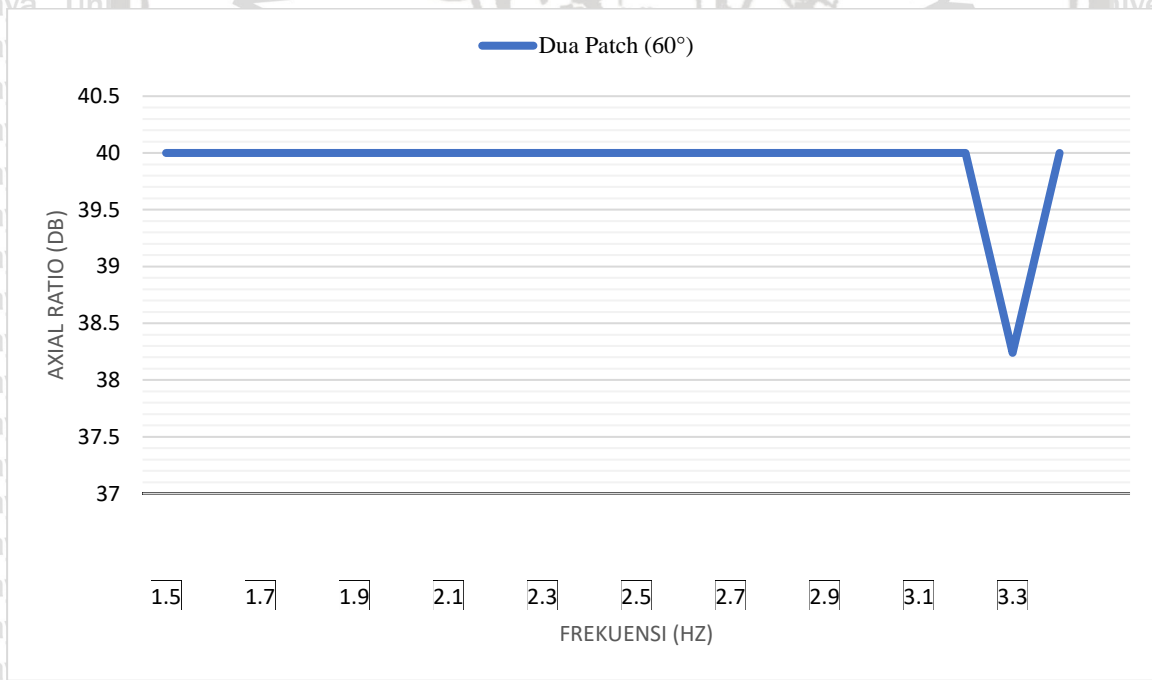


Gambar 4. 35 Grafik *Return Loss* Antena 3D 2 *Seed Tear Drop* dengan Sudut 90



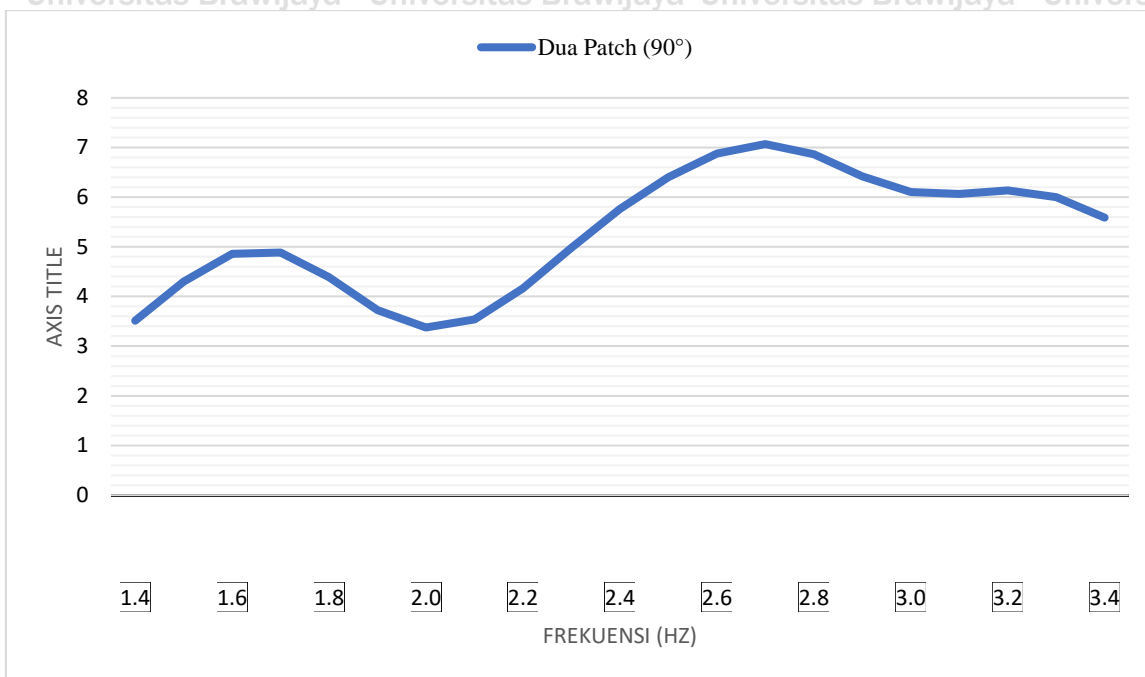
Gambar 4. 36 Grafik VSWR Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 90

Sedangkan *axial ratio* bernilai 4.410 dB sesuai dengan hal ini menandakan bahwa antena ini memiliki polarisasi linier karena nilai *axial ratio* di atas 10 dB.

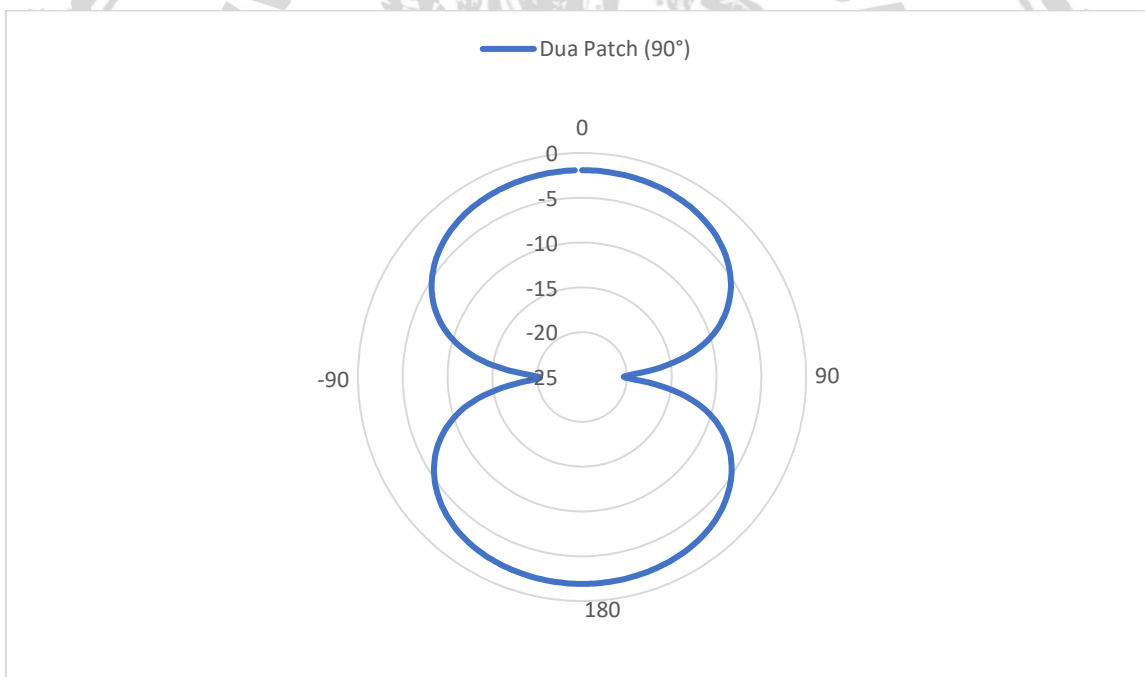


Gambar 4. 37 Grafik Polarisasi Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 90





Gambar 4. 38 Grafik Gain Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 90 terhadap Frekuensi



Gambar 4. 39 Grafik Polar Direktivitas Antena 3D 2 Seed Tear Drop dengan Sudut 90

Pada antena jenis ini, ditunjukkan pada grafik bahwa persebaran radiasi antena memiliki pola radiasi omnidireksional karena pola pancarannya dapat dilihat memiliki *main lobe* dan *back lobe* yang berlawanan arah dengan besaran yang hampir sama. *Main lobe* memiliki keterarahan ke sudut  $180^\circ$  dengan lebar angular sebesar  $111.2^\circ$  dimulai dari  $-55.6^\circ$  sampai  $55.6^\circ$  dengan nilai gain 5.759 dB. Besar *bandwidth* antena ini sebesar 259 MHz (2331-2590 MHz).

#### 4.14 Analisis Hasil Perbandingan Perancangan Antena

Berikut ini akan dibandingkan unjuk kerja keenam model antena planar 3D yang dapat bekerja pada frekuensi kerja 2,4 GHz yang dilihat dari terpenuhinya parameter-parameter melalui simulasi pada perangkat lunak CST Studio Suite 2014.

##### 4.14.1 Perbandingan Unjuk Kerja Antena

Hasil simulasi yang pertama yaitu pada antena planar 3D *2 seed tear drop patch* dengan sudut  $15^\circ$  dapat dikatakan tidak semuanya memenuhi kriteria antena yang baik. Meskipun gain sudah melebihi 3 dB, antena ini tidak dapat menghasilkan nilai yang baik pada VSWR dan *return loss*, dan juga polarisasi. Hal tersebut terjadi juga pada antena dengan sudut  $30^\circ$  dan  $45^\circ$ . Hasil simulasi baru menunjukkan nilai yang dapat memenuhi semua kriteria dimulai saat antena memiliki sudut antara  $60^\circ$ . VSWR pada antena ini bernilai 1.856, yang membuatnya berada di *threshold* nilai VSWR yang berada di angka 2. Perbaikan terjadi seiring lebarnya sudut antar antena.

Sudut Antar Antena( $^\circ$ )	VSWR	RL (dB)	Gain (dB)	Polarisasi	Pola Radiasi
15	2.055	-9.230	5.594	Elips	Omnidireksional
30	2.053	-9.244	5.559	Linear	Omnidireksional
45	1.839	-10.583	5.6	Linear	Omnidireksional
60	1.623	-12.483	5.660	Linear	Omnidireksional
75	1.576	-13.010	5.701	Linear	Omnidireksional
90	1.456	-14.624	5.759	Elips	Omnidireksional

Tabel 4. 1 Tabel Perbandingan Unjuk Kerja Antena 3D Planar 2 Seed Tear Drop

##### 4.15 Analisis Perhitungan Parameter Antena

Setelah mendapatkan hasil melalui simulasi, dan mendapatkan nilai parameter-parameternya, untuk mengetahui apakah sesuai dengan simulasi atau tidak. Beberapa parameter yang akan dihitung yaitu koefisien pantul ( $\Gamma$ ) dan *return loss*.

Pada perhitungan ini kita menggunakan  $Z_c$  (impedansi kabel) sebesar  $50\Omega$ , sesuai dengan impedansi yang digunakan pada kabel koaksial, untuk menghasilkan *power handling* tinggi namun memiliki faktor rendaman yang cukup rendah.



$$Z_c = 50 \Omega$$

Dengan nilai VSWR yang digunakan adalah sesuai simulasi.

$$VSWR1 = 2.055 \text{ (Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch dengan Sudut } 15^\circ)$$

$$VSWR2 = 2.053 \text{ (Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch dengan Sudut } 30^\circ)$$

$$VSWR3 = 1.839 \text{ (Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch dengan Sudut } 45^\circ)$$

$$VSWR4 = 1.623 \text{ (Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch dengan Sudut } 60^\circ)$$

$$VSWR5 = 1.576 \text{ (Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch dengan Sudut } 75^\circ)$$

$$VSWR6 = 1.456 \text{ (Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch dengan Sudut } 90^\circ)$$

#### 4.15.1 Perhitungan Analisis Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch Sudut $15^\circ$

##### A. Koefisien Pantul

Nilai koefisien pantul dapat diketahui dengan mengetahui nilai VSWR yang didapat dari simulasi antena, diikuti dengan perhitungan dari koefisien pantul ( $\Gamma$ ) dari tiap antena:

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

$$\Gamma = 0.590248$$

##### B. Hubungan *Coupling* Impedansi Ganjil dan Genap

*Coupling* pada antena nilainya dapat diketahui dengan melakukan perhitungan seperti di bawah ini:

$$Z_{\text{even}} = 50 \sqrt{\frac{1+C}{1-C}} \quad Z_{\text{odd}} = 50 \sqrt{\frac{1-C}{1+C}}$$

$$C = 10$$

$$C = 10^{(10/RL)}$$

$$C = 10^{-(10/11.255)}$$

$$C = 0.1293$$



$$Z_{\text{even}} = 50 \sqrt{\frac{1+C}{1-C}}$$

$$Z_{\text{even}} = 50 \sqrt{\frac{1+0.1293}{1-0.1293}}$$

$$Z_{\text{even}} = 56.943 \Omega$$

$$Z_{\text{odd}} = 50 \sqrt{\frac{1-C}{1+C}}$$

$$Z_{\text{odd}} = 50 \sqrt{\frac{1-0.1293}{1+0.1293}}$$

$$Z_{\text{odd}} = 43.903 \Omega$$

$$Z = \frac{56.943+43.903}{2} = 50.423 \Omega$$

### C. Return Loss

Nilai *return loss* dalam dB dapat diketahui dengan menggunakan nilai dari koefisien pantulnya sendiri:

$$RL = -20 \log \Gamma$$

$$RL = -20 \log 0.590248$$

$$RL = -4.579 \text{ dB}$$

Atau:

$$RL = -10 \log \Gamma^2$$

$$RL = -10 \log 0.590248^2$$

$$RL = -4.579 \text{ dB}$$

### D. Koefisien Non Pantul

$$\tau^2 = 1 - \Gamma^2$$

$$\tau^2 = 1 - 0.590248^2$$

$$\tau = 0.651607$$

### E. Daya Teraborsbi

$$P_{\text{abs}} = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c} \{1 - |\Gamma|^2\}$$





$$P_{abs} = \frac{|3.055|^2}{100} \{1 - |0.590248|^2\}$$

$$P_{abs} = 82.2 \text{ mW}$$

Atau:

$$P_{abs} = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c} - \frac{|V_0^-|^2}{2Z_c}$$

$$P_{abs} = \frac{|3.055|^2}{100} - \frac{|1.055|^2}{100}$$

$$P_{abs} = 82.2 \text{ mW}$$

F.  $P_{inc}$  (Daya Insiden)

$$P_{inc} = P_+ = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c}$$

$$P_{inc} = P_+ = \frac{|3.055|^2}{100}$$

$$P_{inc} = P_+ = 93.33 \text{ mW}$$

G.  $P_{ref}$  (Daya Terefleksi)

$$P_{ref} = P_- = \frac{|V_0^-|^2}{2Z_c}$$

$$P_{ref} = P_- = \frac{|1.055|^2}{100}$$

$$P_{ref} = P_- = 11.13 \text{ mW}$$

#### 4.15.2 Perhitungan Analisis Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch Sudut 30°

A. Koefisien Pantul

Nilai koefisien pantul dapat diketahui dengan mengetahui nilai VSWR yang didapat dari simulasi antena, diikuti dengan perhitungan dari koefisien pantul ( $\Gamma$ ) dari tiap antena:

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

$$\Gamma = 0.590248$$



## B. Hubungan *Coupling* Impedansi Ganjil dan Genap

*Coupling* pada antena nilainya dapat diketahui dengan melakukan perhitungan seperti di bawah ini:

$$Z_{\text{even}} = 50 \sqrt{\frac{1+C}{1-C}} \quad Z_{\text{odd}} = 50 \sqrt{\frac{1-C}{1+C}}$$

$$C = 10$$

$$C = 10^{(10/RL)}$$

$$C = 10^{-(10/11.255)}$$

$$C = 0.1293$$

$$Z_{\text{even}} = 50 \sqrt{\frac{1+C}{1-C}}$$

$$Z_{\text{even}} = 50 \sqrt{\frac{1+0.1293}{1-0.1293}}$$

$$Z_{\text{even}} = 56.943 \Omega$$

$$Z_{\text{odd}} = 50 \sqrt{\frac{1-C}{1+C}}$$

$$Z_{\text{odd}} = 50 \sqrt{\frac{1-0.1293}{1+0.1293}}$$

$$Z_{\text{odd}} = 43.903 \Omega$$

$$Z = \frac{56.943 + 43.903}{2} = 50.423 \Omega$$

## C. Return Loss

Nilai *return loss* dalam dB dapat diketahui dengan menggunakan nilai dari koefisien pantulnya sendiri:

$$RL = -20 \log \Gamma$$

$$RL = -20 \log 0.590248$$

$$RL = -4.579 \text{ dB}$$

Atau:

$$RL = -10 \log \Gamma^2$$

$$RL = -10 \log 0.590248^2$$

$$RL = -4.579 \text{ dB}$$





D. Koefisien Non Pantul

$$\tau^2 = 1 - \Gamma^2$$

$$\tau^2 = 1 - 0.590248^2$$

$$\tau = 0.651607$$

E. Daya Teraborsbsi

$$P_{abs} = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c} \{1 - |\Gamma|^2\}$$

$$P_{abs} = \frac{|3.055|^2}{100} \{1 - |0.590248|^2\}$$

$$P_{abs} = 82.2 \text{ mW}$$

Atau:

$$P_{abs} = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c} - \frac{|V_0^-|^2}{2Z_c}$$

$$P_{abs} = \frac{|3.055|^2}{100} - \frac{|1.055|^2}{100}$$

$$P_{abs} = 82.2 \text{ mW}$$

F. P<sub>inc</sub> (Daya Insiden)

$$P_{inc} = P_+ = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c}$$

$$P_{inc} = P_+ = \frac{|3.055|^2}{100}$$

$$P_{inc} = P_+ = 93.33 \text{ mW}$$

G. P<sub>ref</sub> (Daya Terefleksi)

$$P_{ref} = P_- = \frac{|V_0^-|^2}{2Z_c}$$

$$P_{ref} = P_- = \frac{|1.055|^2}{100}$$

$$P_{ref} = P_- = 11.13 \text{ mW}$$

**4.15.3 Perhitungan Analisis Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch Sudut 45°**

A. Koefisien Pantul



Nilai koefisien pantul dapat diketahui dengan mengetahui nilai VSWR yang didapat dari simulasi antena, diikuti dengan perhitungan dari koefisien pantul ( $\Gamma$ ) dari tiap antena:

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

$$\Gamma = 0.590248$$

### B. Hubungan *Coupling* Impedansi Ganjil dan Genap

*Coupling* pada antena nilainya dapat diketahui dengan melakukan perhitungan seperti di bawah ini:

$$Z_{even} = 50 \sqrt{\frac{1 + C}{1 - C}} \quad Z_{odd} = 50 \sqrt{\frac{1 - C}{1 + C}}$$

$$C = 10$$

$$C = 10^{(10/RL)}$$

$$C = 10^{-(10/11.255)}$$

$$C = 0.1293$$

$$Z_{even} = 50 \sqrt{\frac{1 + C}{1 - C}}$$

$$Z_{even} = 50 \sqrt{\frac{1 + 0.1293}{1 - 0.1293}}$$

$$Z_{even} = 56.943 \Omega$$

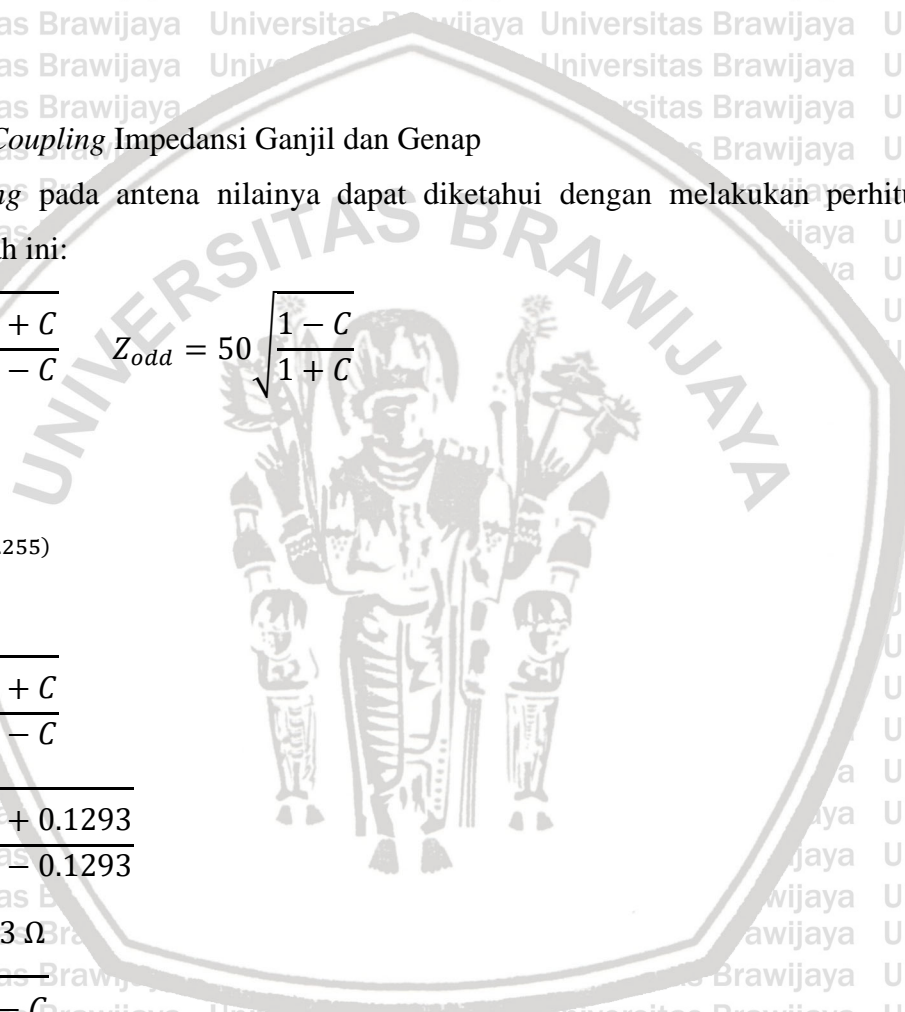
$$Z_{odd} = 50 \sqrt{\frac{1 - C}{1 + C}}$$

$$Z_{odd} = 50 \sqrt{\frac{1 - 0.1293}{1 + 0.1293}}$$

$$Z_{odd} = 43.903 \Omega$$

$$Z = \frac{56.943 + 43.903}{2} = 50.423 \Omega$$

### C. Return Loss





Nilai *return loss* dalam dB dapat diketahui dengan menggunakan nilai dari koefisien

pantulnya sendiri:

$$RL = -20 \log \Gamma$$

$$RL = -20 \log 0.590248$$

$$RL = -4.579 \text{ dB}$$

Atau:

$$RL = -10 \log \Gamma^2$$

$$RL = -10 \log 0.590248^2$$

$$RL = -4.579 \text{ dB}$$

D. Koefisien Non Pantul

$$\tau^2 = 1 - \Gamma^2$$

$$\tau^2 = 1 - 0.590248^2$$

$$\tau = 0.651607$$

E. Daya Teraborsbi

$$P_{abs} = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c} \{1 - |\Gamma|^2\}$$

$$P_{abs} = \frac{|3.055|^2}{100} \{1 - |0.590248|^2\}$$

$$P_{abs} = 82.2 \text{ mW}$$

Atau:

$$P_{abs} = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c} - \frac{|V_0^-|^2}{2Z_c}$$

$$P_{abs} = \frac{|3.055|^2}{100} - \frac{|1.055|^2}{100}$$

$$P_{abs} = 82.2 \text{ mW}$$

F.  $P_{inc}$  (Daya Insiden)

$$P_{inc} = P_+ = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c}$$

$$P_{inc} = P_+ = \frac{|3.055|^2}{100}$$

$$P_{inc} = P_+ = 93.33 \text{ mW}$$



G.  $P_{ref}$  (Daya Terefleksi)

$$P_{ref} = P_- = \frac{|V_0^-|^2}{2Z_c}$$

$$P_{ref} = P_- = \frac{|1.055|^2}{100}$$

$$P_{ref} = P_- = 11.13 \text{ mW}$$

#### 4.15.4 Perhitungan Analisis Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch Sudut 60°

A. Koefisien Pantul

Nilai koefisien pantul dapat diketahui dengan mengetahui nilai VSWR yang didapat dari simulasi antena, diikuti dengan perhitungan dari koefisien pantul ( $\Gamma$ ) dari tiap antena:

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

$$\Gamma = 0.590248$$

B. Hubungan *Coupling* Impedansi Ganjil dan Genap

*Coupling* pada antena nilainya dapat diketahui dengan melakukan perhitungan seperti di bawah ini:

$$Z_{even} = 50 \sqrt{\frac{1+C}{1-C}} \quad Z_{odd} = 50 \sqrt{\frac{1-C}{1+C}}$$

$$C = 10$$

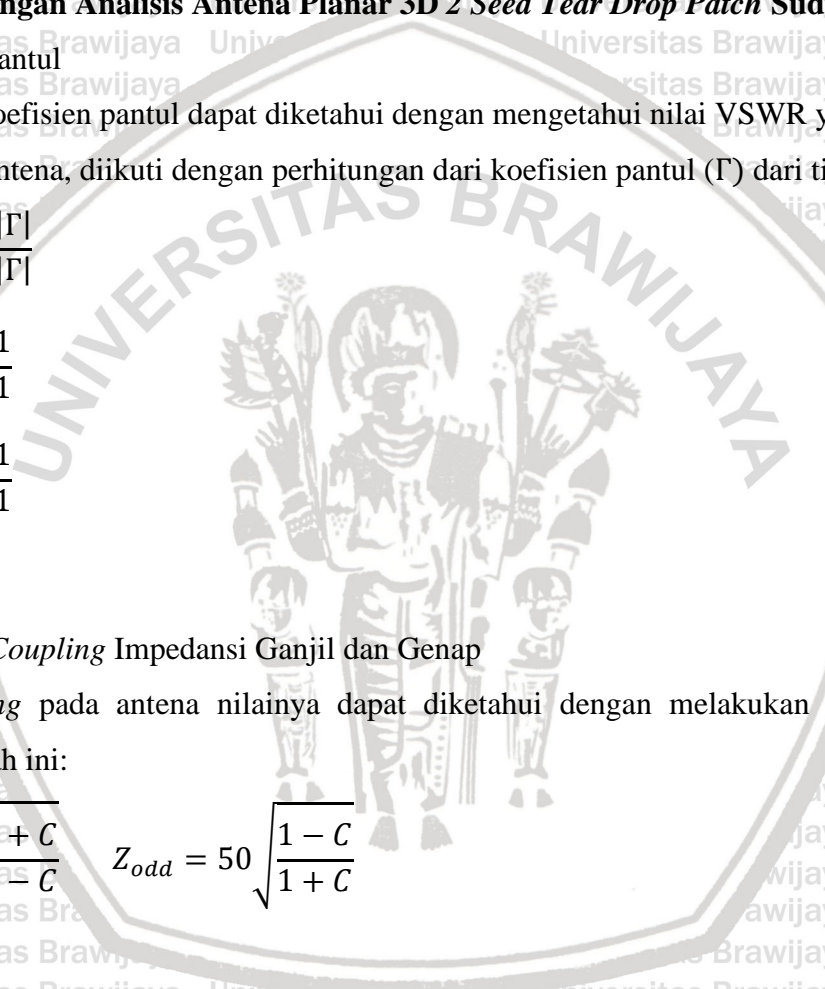
$$C = 10^{(10/RL)}$$

$$C = 10^{-(10/11.255)}$$

$$C = 0.1293$$

$$Z_{even} = 50 \sqrt{\frac{1+C}{1-C}}$$

$$Z_{even} = 50 \sqrt{\frac{1+0.1293}{1-0.1293}}$$





$$Z_{\text{even}} = 56.943 \Omega$$

$$Z_{\text{odd}} = 50 \sqrt{\frac{1 - \Gamma}{1 + \Gamma}}$$

$$Z_{\text{odd}} = 50 \sqrt{\frac{1 - 0.1293}{1 + 0.1293}}$$

$$Z_{\text{odd}} = 43.903 \Omega$$

$$Z = \frac{56.943 + 43.903}{2} = 50.423 \Omega$$

### C. Return Loss

Nilai *return loss* dalam dB dapat diketahui dengan menggunakan nilai dari koefisien pantulnya sendiri:

$$RL = -20 \log \Gamma$$

$$RL = -20 \log 0.590248$$

$$RL = -4.579 \text{ dB}$$

Atau:

$$RL = -10 \log \Gamma^2$$

$$RL = -10 \log 0.590248^2$$

$$RL = -4.579 \text{ dB}$$

### D. Koefisien Non Pantul

$$\tau^2 = 1 - \Gamma^2$$

$$\tau^2 = 1 - 0.590248^2$$

$$\tau = 0.651607$$

### E. Daya Teraborsbi

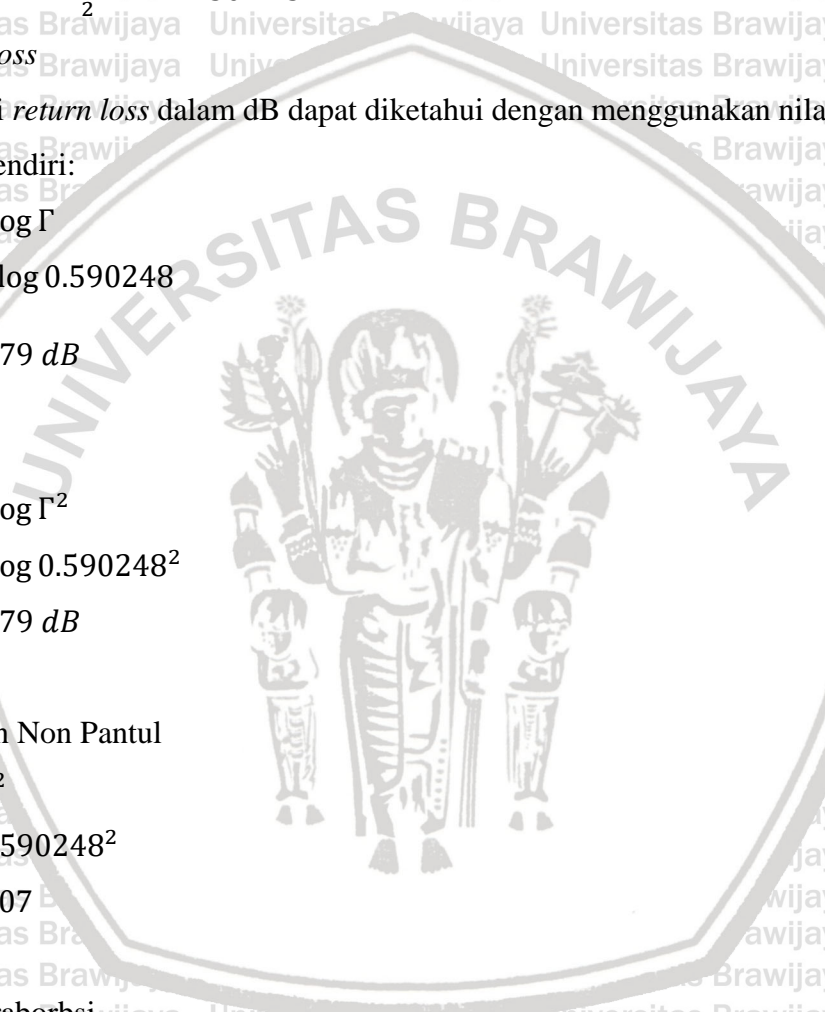
$$P_{\text{abs}} = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c} \{1 - |\Gamma|^2\}$$

$$P_{\text{abs}} = \frac{|3.055|^2}{100} \{1 - |0.590248|^2\}$$

$$P_{\text{abs}} = 82.2 \text{ mW}$$

Atau:

$$P_{\text{abs}} = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c} - \frac{|V_0^-|^2}{2Z_c}$$



$$P_{abs} = \frac{|3.055|^2}{100} - \frac{|1.055|^2}{100}$$

$$P_{abs} = 82.2 \text{ mW}$$

F.  $P_{inc}$  (Daya Insiden)

$$P_{inc} = P_+ = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c}$$

$$P_{inc} = P_+ = \frac{|3.055|^2}{100}$$

$$P_{inc} = P_+ = 93.33 \text{ mW}$$

G.  $P_{ref}$  (Daya Terefleksi)

$$P_{ref} = P_- = \frac{|V_0^-|^2}{2Z_c}$$

$$P_{ref} = P_- = \frac{|1.055|^2}{100}$$

$$P_{ref} = P_- = 11.13 \text{ mW}$$

#### 4.15.5 Perhitungan Analisis Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch Sudut 75°

A. Koefisien Pantul

Nilai koefisien pantul dapat diketahui dengan mengetahui nilai VSWR yang didapat dari simulasi antena, diikuti dengan perhitungan dari koefisien pantul ( $\Gamma$ ) dari tiap antena:

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

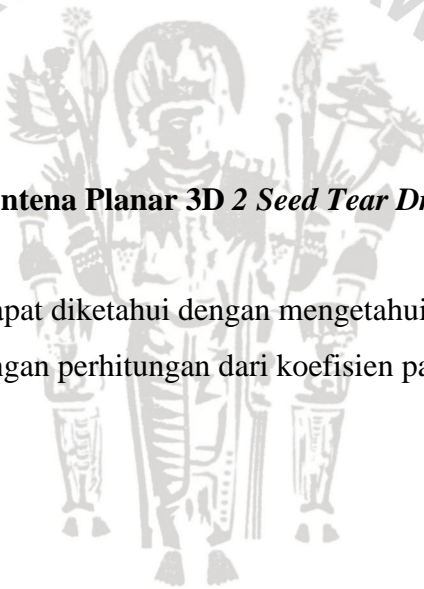
$$\Gamma = 0.590248$$

B. Hubungan *Coupling* Impedansi Ganjil dan Genap

*Coupling* pada antena nilainya dapat diketahui dengan melakukan perhitungan seperti di bawah ini:

$$Z_{even} = 50 \sqrt{\frac{1+C}{1-C}} \quad Z_{odd} = 50 \sqrt{\frac{1-C}{1+C}}$$

$$C = 10$$





$$C = 10^{(10/RL)}$$

$$C = 10^{-(10/11.255)}$$

$$C = 0.1293$$

$$Z_{\text{even}} = 50 \sqrt{\frac{1+C}{1-C}}$$

$$Z_{\text{even}} = 50 \sqrt{\frac{1+0.1293}{1-0.1293}}$$

$$Z_{\text{even}} = 56.943 \Omega$$

$$Z_{\text{odd}} = 50 \sqrt{\frac{1-C}{1+C}}$$

$$Z_{\text{odd}} = 50 \sqrt{\frac{1-0.1293}{1+0.1293}}$$

$$Z_{\text{odd}} = 43.903 \Omega$$

$$Z = \frac{56.943+43.903}{2} = 50.423 \Omega$$

### C. Return Loss

Nilai *return loss* dalam dB dapat diketahui dengan menggunakan nilai dari koefisien pantulnya sendiri:

$$RL = -20 \log \Gamma$$

$$RL = -20 \log 0.590248$$

$$RL = -4.579 \text{ dB}$$

Atau:

$$RL = -10 \log \Gamma^2$$

$$RL = -10 \log 0.590248^2$$

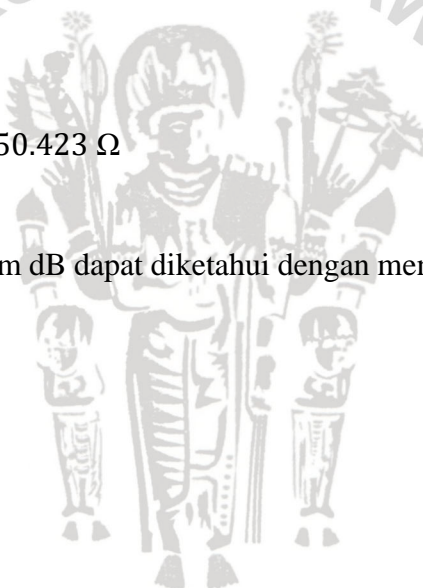
$$RL = -4.579 \text{ dB}$$

### D. Koefisien Non Pantul

$$\tau^2 = 1 - \Gamma^2$$

$$\tau^2 = 1 - 0.590248^2$$

$$\tau = 0.651607$$



E. Daya Teraborsbi

$$P_{abs} = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c} \{1 - |\Gamma|^2\}$$

$$P_{abs} = \frac{|3.055|^2}{100} \{1 - |0.590248|^2\}$$

$$P_{abs} = 82.2 \text{ mW}$$

Atau:

$$P_{abs} = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c} - \frac{|V_0^-|^2}{2Z_c}$$

$$P_{abs} = \frac{|3.055|^2}{100} - \frac{|1.055|^2}{100}$$

$$P_{abs} = 82.2 \text{ mW}$$

F.  $P_{inc}$  (Daya Insiden)

$$P_{inc} = P_+ = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c}$$

$$P_{inc} = P_+ = \frac{|3.055|^2}{100}$$

$$P_{inc} = P_+ = 93.33 \text{ mW}$$

G.  $P_{ref}$  (Daya Terefleksi)

$$P_{ref} = P_- = \frac{|V_0^-|^2}{2Z_c}$$

$$P_{ref} = P_- = \frac{|1.055|^2}{100}$$

$$P_{ref} = P_- = 11.13 \text{ mW}$$

#### 4.15.6 Perhitungan Analisis Antena Planar 3D 2 Seed Tear Drop Patch Sudut 90°

A. Koefisien Pantul

Nilai koefisien pantul dapat diketahui dengan mengetahui nilai VSWR yang didapat dari simulasi antena, diikuti dengan perhitungan dari koefisien pantul ( $\Gamma$ ) dari tiap antena:

$$VSWR = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$





$$\Gamma = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

$$\Gamma = 0.590248$$

**B. Hubungan Coupling Impedansi Ganjil dan Genap**

Coupling pada antenna nilainya dapat diketahui dengan melakukan perhitungan seperti di bawah ini:

$$Z_{even} = 50 \sqrt{\frac{1+C}{1-C}} \quad Z_{odd} = 50 \sqrt{\frac{1-C}{1+C}}$$

$$C = 10$$

$$C = 10^{(10/RL)}$$

$$C = 10^{-(10/11.255)}$$

$$C = 0.1293$$

$$Z_{even} = 50 \sqrt{\frac{1+C}{1-C}}$$

$$Z_{even} = 50 \sqrt{\frac{1+0.1293}{1-0.1293}}$$

$$Z_{even} = 56.943 \Omega$$

$$Z_{odd} = 50 \sqrt{\frac{1-C}{1+C}}$$

$$Z_{odd} = 50 \sqrt{\frac{1-0.1293}{1+0.1293}}$$

$$Z_{odd} = 43.903 \Omega$$

$$Z = \frac{56.943+43.903}{2} = 50.423 \Omega$$

**C. Return Loss**

Nilai return loss dalam dB dapat diketahui dengan menggunakan nilai dari koefisien pantulnya sendiri:

$$RL = -20 \log \Gamma$$

$$RL = -20 \log 0.590248$$

$$RL = -4.579 \text{ dB}$$

Atau:



56

$$RL = -10 \log \Gamma^2$$

$$RL = -10 \log 0.590248^2$$

$$RL = -4.579 \text{ dB}$$

D. Koefisien Non Pantul

$$\tau^2 = 1 - \Gamma^2$$

$$\tau^2 = 1 - 0.590248^2$$

$$\tau = 0.651607$$

E. Daya Teraborsbi

$$P_{abs} = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c} \{1 - |\Gamma|^2\}$$

$$P_{abs} = \frac{|3.055|^2}{100} \{1 - |0.590248|^2\}$$

$$P_{abs} = 82.2 \text{ mW}$$

Atau:

$$P_{abs} = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c} - \frac{|V_0^-|^2}{2Z_c}$$

$$P_{abs} = \frac{|3.055|^2}{100} - \frac{|1.055|^2}{100}$$

$$P_{abs} = 82.2 \text{ mW}$$

F.  $P_{inc}$  (Daya Insiden)

$$P_{inc} = P_+ = \frac{|V_0^+|^2}{2Z_c}$$

$$P_{inc} = P_+ = \frac{|3.055|^2}{100}$$

$$P_{inc} = P_+ = 93.33 \text{ mW}$$

G.  $P_{ref}$  (Daya Terefleksi)

$$P_{ref} = P_- = \frac{|V_0^-|^2}{2Z_c}$$

$$P_{ref} = P_- = \frac{|1.055|^2}{100}$$

$$P_{ref} = P_- = 11.13 \text{ mW}$$





## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, simulasi, dan analisis antenna planar 3D *2 seed tear drop patch* pada CST *Studio Suite* 2014, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Antena yang dapat bekerja pada frekuensi 2.4 GHz menggunakan desain antenna teardrop dengan dua *patch* pada sudut antena yang bersudut 45, 60, 75, 90 derajat. Perancangan antena 3D dengan bahan aluminium, konstanta dielektrik = 2, pada frekuensi 2.4 GHz, didapatkan dimensi dari antena sebagai berikut:

Bentuk	<i>Tear Drop</i>
Tinggi <i>Patch</i>	125 mm
Tinggi Lingkaran	47.8 mm
Tinggi Segitiga	77.2 mm
Panjang <i>Groundplane</i>	91 mm
Lebar <i>Groundplane</i>	20 mm

Tabel 5. 1 Tabel Dimensi Perancangan Antena 3D

2. Penambahan *patch* pada antena dapat menurunkan performansi antena yang termasuk VSWR dan return loss pada frekuensi kerja 2.4 GHz.
3. Semakin lebar sudut antara 2 *patch*, maka akan menghasilkan secara umum unjuk kerja yang lebih baik.
4. Semua lebar sudut antara 2 *patch* maka antena memiliki polarisasi linier.
5. Antena yang paling memiliki unjuk kerja paling baik adalah antena bersudut 90 derajat.

### 5.2 Saran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian yaitu:

1. Pengembangan penelitian ini dapat dilakukan dengan menggunakan bentuk *patch* yang lain.
2. Pengembangan penelitian ini dapat dilakukan dengan melakukan pengoptimasian dimensi dari bentuk *patch* yang sama.

3. Pengembangan penelitian ini dapat dilakukan dengan perealisasiian dan pengukuran antenna yang sudah dicetak dan direalisasiikan.
4. Pengembangan penelitian ini dapat dilakukan dengan menggunakan frekuensi kerja yang lain.





## DAFTAR PUSTAKA

- Balanis, A.C. 2005. *Antenna Theory: Analysis and Design Third Edition*. John Wiley & Sons Inc. Publications.
- Hendra, Rio Juli. 2015. *Analisis Antena Mikrostrip Array bentuk lingkaran dan Persegi Panjang Menggunakan Aplikasi Simulasi untuk LTE Frekuensi 2.4 GHz*. Jurnal. Teknik Elektro Universitas Riau. Riau. Universitas Riau.
- Hund, Edgar. 1989. *Microwave Communications*. McGraw-Hill School Publishing Companies.
- Krauss, John Daniel. 1988. *Antennas*. McGraw-Hill School Publishing Companies.
- Stutzman, Warren L. 1981. *Antenna Theory and Design*. John Wiley & Sons Publications
- Vashney, Upkar. 2009. *Pervasive Healthcare Computing: EMR/EHR, Wireless and Health Monitoring*. Springer US.
- Stutzman, Warren L. 2004. *A New Ultrawideband Printed Monopole Antenna: The Planar Inverted Cone Antenna (PICA)*. Journal. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Nakar, Punit. S. 2004. *Design of A Compact Microstrip Patch Antenna for Use is Wireless/Celular Device*. Florida State University.
- Pratama, Desriyar Hafidh. 2016. *Perancangan Antena Mikrostrip Untuk Komunikasi Data Serial Pada Frekuensi 2,4 GHz*. Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Malang.
- Chen, Zhe Ning. 2006. *Broadband Plannar Antennas Design and Applications*. Wiley Publisher.
- Taufik, Mochammad. 2013. *Desain dan Fabrikasi Antena Cross Planar pada Frekuensi 2.4 GHz Untuk Aplikasi Wireless Local Area Network*. Jurnal ELTEK, Vol 11 Nomor 01, April 2013 ISSN 1693-4024. Politeknik Negeri Malang.
- Meisner, Gary B. 2018. *The Golden Ratio: The Divine Beauty of Mathematics*. RacePoint Publishing.
- Afridi, Muhammad Aamir. 2015. *Microstrip Patch Antenna – Designing at 2.4 GHz Frequency*. Biological and Chemical Research, Volume 2015, 128-132. Science Signpost Publishing.

LAMPIRAN

Lampiran – Data hasil simulasi antena

a. Gain

Single Patch

Frequency / GHz /real

1.4	3.9536052
1.5	4.5269158
1.6	5.2092707
1.7	5.3557349
1.8	4.9849366
1.9	4.5341124
2	4.316948
2.1	4.4780126
2.2	4.8830883
2.3	5.3723819
2.4	5.8978167
2.5	6.761053
2.6	7.1795922
2.7	7.0681244
2.8	6.7584135
2.9	6.5701259
3	6.5127479
3.1	6.4899455
3.2	6.3678704
3.3	6.1340418
3.4	5.9095404

Sudut 15 derajat

Frequency / GHz /real

1.4	3.8915114
1.5	4.5128795
1.6	5.1031178
1.7	5.1153684
1.8	4.7230826
1.9	4.2779007

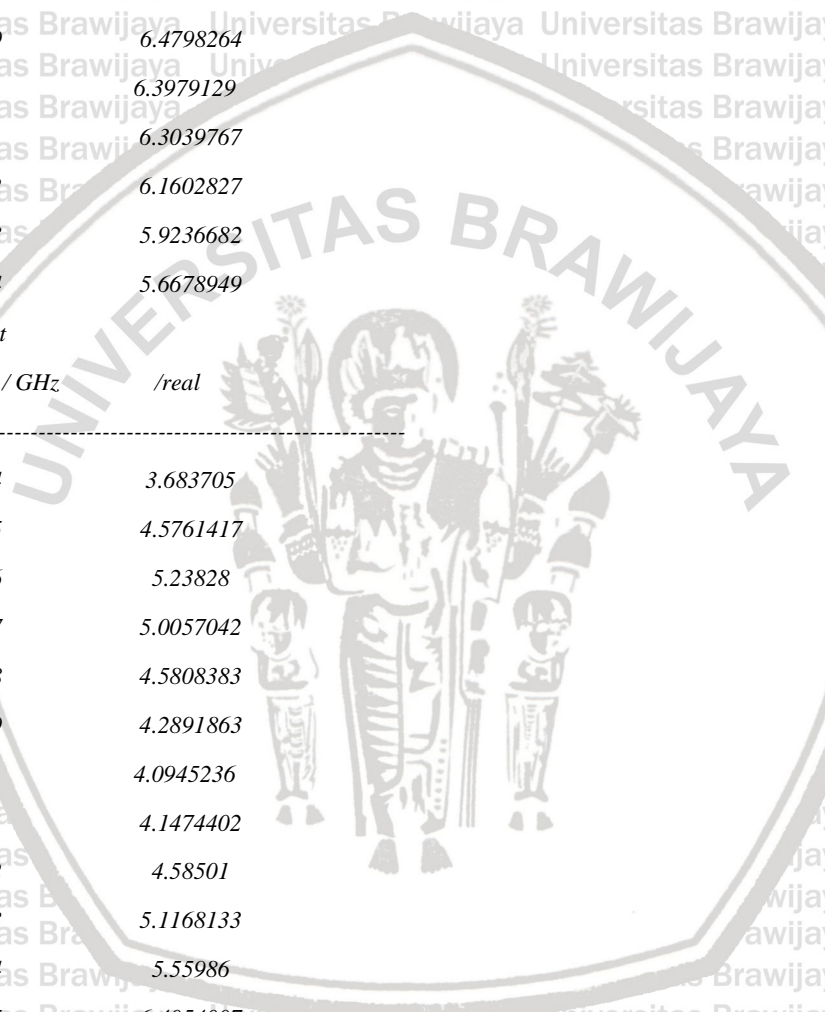




2	4.1084378
2.1	4.3062091
2.2	4.6994481
2.3	5.1714308
2.4	5.5949085
2.5	6.5359074
2.6	6.9986964
2.7	6.9505833
2.8	6.6607986
2.9	6.4798264
3	6.3979129
3.1	6.3039767
3.2	6.1602827
3.3	5.9236682
3.4	5.6678949

Sudut 30 derajat

Frequency / GHz	/real
1.4	3.683705
1.5	4.5761417
1.6	5.23828
1.7	5.0057042
1.8	4.5808383
1.9	4.2891863
2	4.0945236
2.1	4.1474402
2.2	4.58501
2.3	5.1168133
2.4	5.55986
2.5	6.4054007
2.6	6.8639237
2.7	6.9107691
2.8	6.6349104
2.9	6.3690659
3	6.2932251
3.1	6.2145553
3.2	5.99507
3.3	5.726824



Sudut 45 Derajat

Frequency / GHz /real

1.4	3.7927792
1.5	4.6521104
1.6	5.0201693
1.7	4.9256724
1.8	4.6751796
1.9	4.2629683
2	3.9468154
2.1	4.027931
2.2	4.5019586
2.3	4.9187009
2.4	5.6000622
2.5	6.350541
2.6	6.7801674
2.7	6.8580566
2.8	6.591023
2.9	6.2336689
3	6.0738017
3.1	6.0600524
3.2	5.9542476
3.3	5.6192771
3.4	5.2482291

Sudut 60 Derajat

Frequency / GHz /real

1.4	4.0564203
1.5	4.4205456
1.6	4.759438
1.7	4.9428516
1.8	4.750417
1.9	4.223664
2	3.8096258
2.1	3.8517761
2.2	4.3109701
2.3	4.7870521

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





2.4	5.6600503
2.5	6.3171362
2.6	6.715649
2.7	6.7710919
2.8	6.4797
2.9	6.0910241
3	5.8952439
3.1	5.8646173
3.2	5.7725976
3.3	5.4510757
3.4	5.0134482

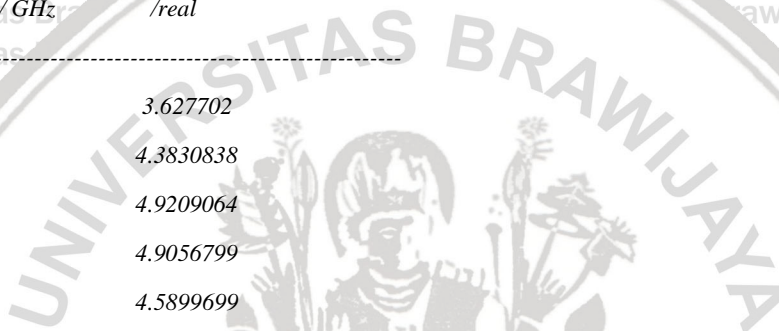
Sudut 75 Derajat

Frequency / GHz /real

1.4	3.627702
1.5	4.3830838
1.6	4.9209064
1.7	4.9056799
1.8	4.5899699
1.9	4.1525598
2	3.7896071
2.1	3.7635038
2.2	4.0832462
2.3	4.8524945
2.4	5.7012333
2.5	6.3188106
2.6	6.6552616
2.7	6.6444033
2.8	6.3175609
2.9	5.9839888
3	5.8162404
3.1	5.6942623
3.2	5.5043551
3.3	5.2944225
3.4	5.1381097

Sudut 90 derajat

Frequency / GHz /real



1.4	3.5108932
1.5	4.3008369
1.6	4.862182
1.7	4.8845423
1.8	4.388756
1.9	3.7252363
2	3.3754911
2.1	3.5370794
2.2	4.1601874
2.3	4.983944
2.4	5.7597059
2.5	6.3994417
2.6	6.8751605
2.7	7.0685553
2.8	6.860927
2.9	6.4196291
3	6.102076
3.1	6.0647298
3.2	6.13431
3.3	6.0032479
3.4	5.5872639

**b. Return loss**

Single Patch

Frequency / GHz      S2,2/abs,dB

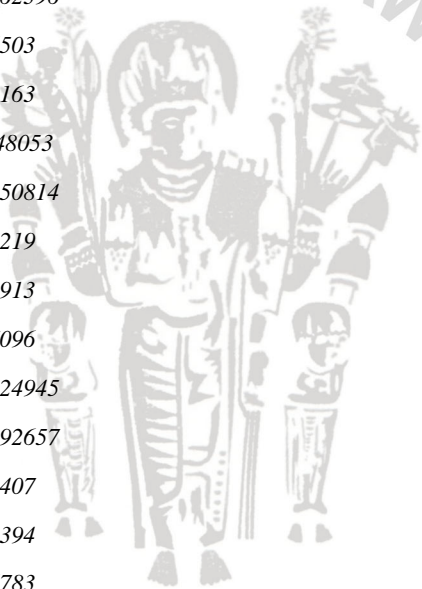
1.4	-9.0697299
1.402	-9.0375937
1.4039999	-9.004827
1.406	-8.9714464
1.408	-8.9374703
1.41	-8.9029145
1.4119999	-8.8677999
1.4139999	-8.8321423
1.416	-8.7959616
1.418	-8.7592751
1.42	-8.7220995
1.4219999	-8.6844565





1.4239999	-8.6463617
1.426	-8.6078348
1.428	-8.5688943
1.4299999	-8.5295589
1.4319999	-8.4898481
1.434	-8.4497792
1.436	-8.4093725
1.438	-8.3686481
1.4399999	-8.3276216
1.4419999	-8.2863152
1.444	-8.2447468
1.446	-8.2029353
1.448	-8.1609011
1.4499999	-8.1186629
1.4519999	-8.0762396
1.454	-8.0336503
1.456	-7.9909163
1.4579999	-7.948053
1.4599999	-7.9050814
1.462	-7.8620219
1.464	-7.8188913
1.466	-7.7757096
1.4679999	-7.7324945
1.4699999	-7.6892657
1.472	-7.6460407
1.474	-7.6028394
1.476	-7.5596783
1.4779999	-7.5165758
1.4799999	-7.4735495
1.482	-7.4306162
1.484	-7.3877958
1.4859999	-7.345102
1.4879999	-7.3025549
1.49	-7.2601688
1.492	-7.2179608
1.494	-7.1759469
1.4959999	-7.1341431
1.4979999	-7.0925643

UNIVERSITAS BRAWIJAYA





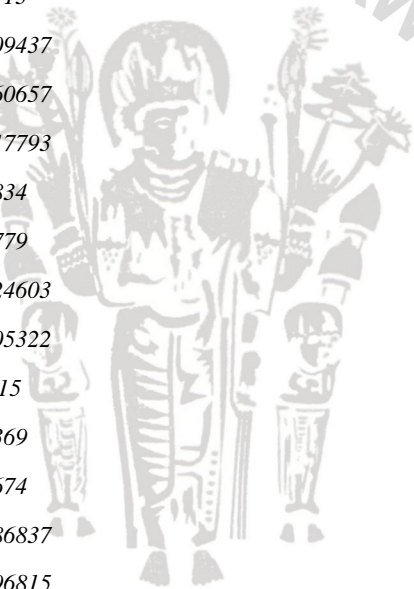
1.5	-7.0512254
1.502	-7.0101433
1.5039999	-6.9693301
1.5059999	-6.9288007
1.508	-6.8885696
1.51	-6.8486502
1.512	-6.8090554
1.5139999	-6.7697991
1.5159999	-6.7308925
1.518	-6.6923478
1.52	-6.6541785
1.522	-6.6163948
1.5239999	-6.5790078
1.5259999	-6.5420286
1.528	-6.5054677
1.53	-6.4693353
1.5319999	-6.4336414
1.5339999	-6.3983942
1.536	-6.3636052
1.538	-6.3292805
1.54	-6.2954301
1.5419999	-6.2620617
1.5439999	-6.2291826
1.546	-6.1968005
1.548	-6.1649225
1.55	-6.1335554
1.5519999	-6.1027057
1.5539999	-6.0723787
1.556	-6.0425812
1.558	-6.0133191
1.5599999	-5.9845954
1.5619999	-5.9564175
1.564	-5.9287888
1.566	-5.9017139
1.568	-5.8751958
1.5699999	-5.8492406
1.5719999	-5.8238503
1.574	-5.7990278





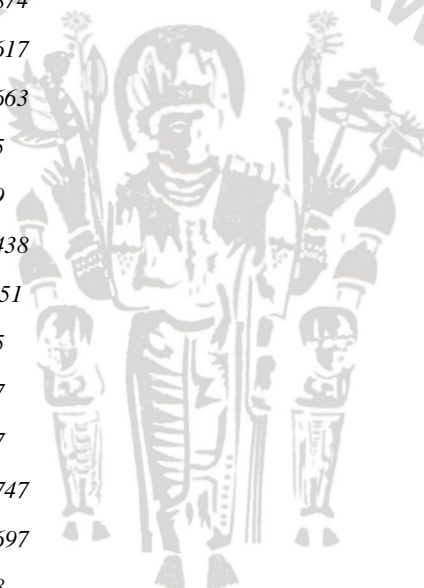
1.576	-5.7747768
1.5779999	-5.7511001
1.5799999	-5.7279995
1.5819999	-5.7054788
1.584	-5.6835386
1.586	-5.6621809
1.5879999	-5.6414094
1.5899999	-5.621223
1.592	-5.6016239
1.594	-5.5826139
1.596	-5.5641922
1.5979999	-5.5463604
1.5999999	-5.5291205
1.602	-5.5124707
1.604	-5.4964113
1.6059999	-5.4809437
1.6079999	-5.4660657
1.6099999	-5.4517793
1.612	-5.4380834
1.614	-5.4249779
1.6159999	-5.4124603
1.6179999	-5.4005322
1.62	-5.3891915
1.622	-5.3784369
1.624	-5.3682674
1.6259999	-5.3586837
1.6279999	-5.3496815
1.63	-5.3412629
1.632	-5.333423
1.6339999	-5.3261619
1.6359999	-5.3194794
1.638	-5.3133718
1.64	-5.3078381
1.642	-5.302877
1.6439999	-5.2984857
1.6459999	-5.2946645
1.648	-5.2914091
1.65	-5.2887188

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



1.652	-5.2865917
1.6539999	-5.2850248
1.6559999	-5.284018
1.658	-5.283567
1.66	-5.2836716
1.6619999	-5.2843285
1.6639999	-5.285537
1.666	-5.2872939
1.668	-5.2895978
1.67	-5.2924465
1.6719999	-5.2958375
1.6739999	-5.2997698
1.676	-5.30424
1.678	-5.309247
1.6799999	-5.3147874
1.6819999	-5.3208617
1.6839999	-5.3274663
1.686	-5.3345995
1.688	-5.3422589
1.6899999	-5.3504438
1.6919999	-5.359151
1.694	-5.3683795
1.696	-5.3781277
1.698	-5.3883927
1.6999999	-5.3991747
1.7019999	-5.4104697
1.704	-5.4222778
1.706	-5.4345959
1.7079999	-5.4474242
1.7099999	-5.4607601
1.7119999	-5.4746018
1.714	-5.4889489
1.716	-5.5037987
1.7179999	-5.5191506
1.7199999	-5.5350039
1.722	-5.551356
1.724	-5.5682069
1.726	-5.585555

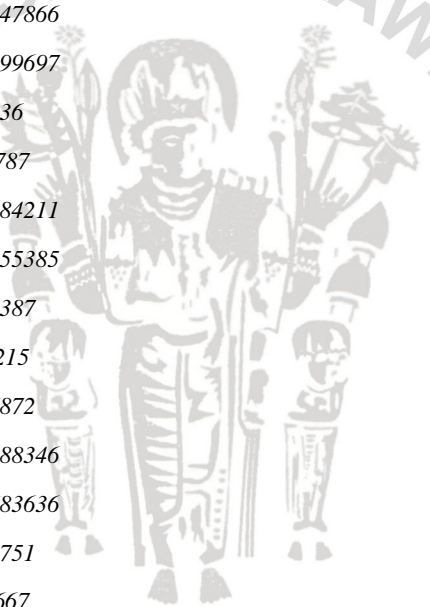
# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



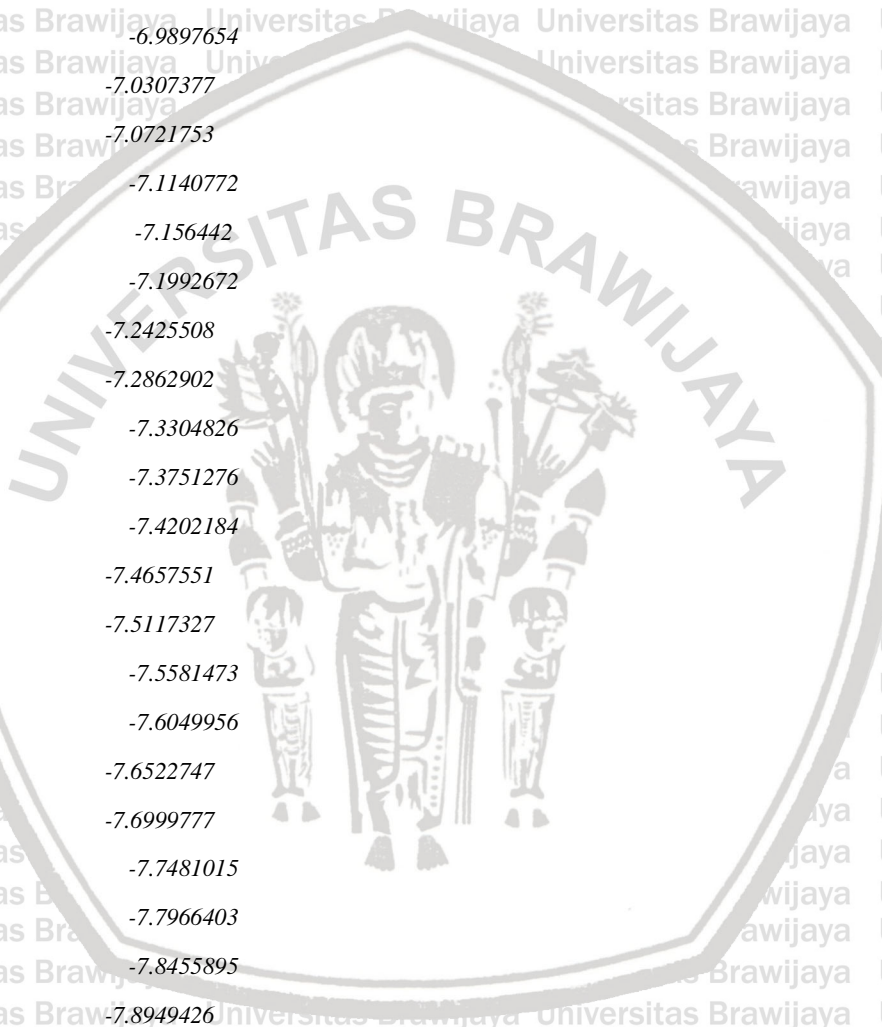


1.7279999	-5.6033991
1.7299999	-5.6217381
1.732	-5.6405713
1.734	-5.6598966
1.7359999	-5.6797146
1.7379999	-5.7000233
1.74	-5.7208233
1.742	-5.7421128
1.744	-5.7638901
1.7459999	-5.7861565
1.7479999	-5.8089097
1.75	-5.8321502
1.752	-5.8558769
1.7539999	-5.8800891
1.7559999	-5.9047866
1.7579999	-5.9299697
1.76	-5.955636
1.762	-5.981787
1.7639999	-6.0084211
1.7659999	-6.0355385
1.768	-6.0631387
1.77	-6.0912215
1.772	-6.1197872
1.7739999	-6.1488346
1.7759999	-6.1783636
1.778	-6.2083751
1.78	-6.2388667
1.7819999	-6.2698398
1.7839999	-6.3012935
1.7859999	-6.3332276
1.788	-6.365643
1.79	-6.3985375
1.7919999	-6.4319122
1.7939999	-6.4657653
1.796	-6.5000976
1.798	-6.5349096
1.8	-6.5701997
1.8019999	-6.6059671

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

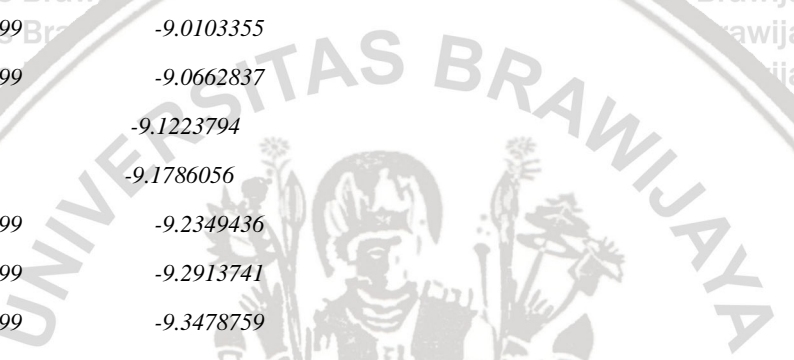


1.8039999	-6.6422113
1.806	-6.6789324
1.808	-6.7161298
1.8099999	-6.7538024
1.8119999	-6.791949
1.8139999	-6.8305697
1.816	-6.8696624
1.818	-6.9092268
1.8199999	-6.9492613
1.8219999	-6.9897654
1.824	-7.0307377
1.826	-7.0721753
1.8279999	-7.1140772
1.8299999	-7.156442
1.8319999	-7.1992672
1.834	-7.2425508
1.836	-7.2862902
1.8379999	-7.3304826
1.8399999	-7.3751276
1.8419999	-7.4202184
1.844	-7.4657551
1.846	-7.5117327
1.8479999	-7.5581473
1.8499999	-7.6049956
1.852	-7.6522747
1.854	-7.6999777
1.8559999	-7.7481015
1.8579999	-7.7966403
1.8599999	-7.8455895
1.862	-7.8949426
1.864	-7.9446932
1.8659999	-7.9948369
1.8679999	-8.0453647
1.87	-8.0962703
1.872	-8.1475467
1.874	-8.1991846
1.8759999	-8.2511763
1.8779999	-8.3035134

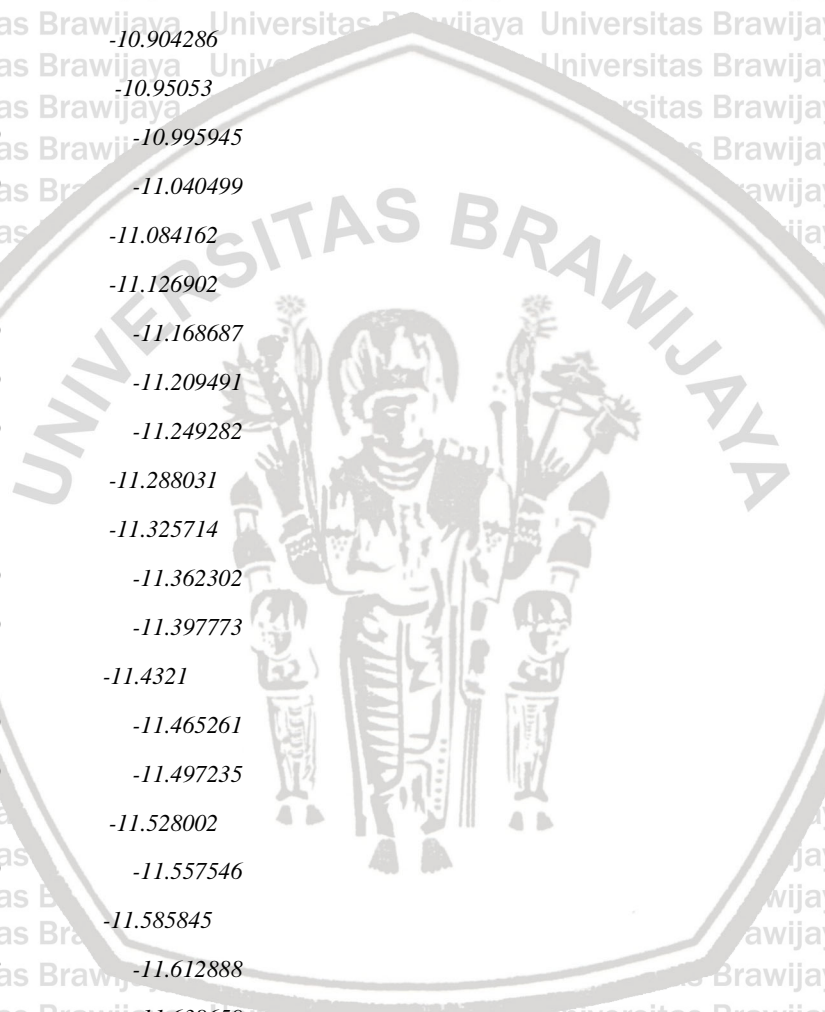




1.88	-8.356186
1.882	-8.4091836
1.8839999	-8.4624976
1.8859999	-8.5161153
1.8879999	-8.5700278
1.89	-8.62422
1.892	-8.6786822
1.8939999	-8.7334007
1.8959999	-8.7883607
1.898	-8.84355
1.9	-8.8989525
1.902	-8.9545526
1.9039999	-9.0103355
1.9059999	-9.0662837
1.908	-9.1223794
1.91	-9.1786056
1.9119999	-9.2349436
1.9139999	-9.2913741
1.9159999	-9.3478759
1.918	-9.4044309
1.92	-9.4610145
1.9219999	-9.5176068
1.9239999	-9.5741852
1.926	-9.6307238
1.928	-9.6872019
1.9299999	-9.7435917
1.9319999	-9.7998695
1.9339999	-9.8560079
1.936	-9.9119811
1.938	-9.967761
1.9399999	-10.02332
1.9419999	-10.078629
1.9439999	-10.133658
1.946	-10.188379
1.948	-10.242759
1.9499999	-10.29677
1.9519999	-10.350379
1.954	-10.403555

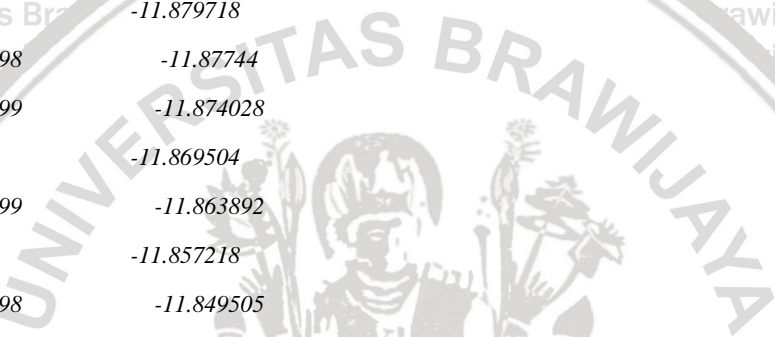


1.956	-10.456265
1.9579999	-10.508477
1.9599999	-10.560158
1.9619999	-10.611276
1.964	-10.661797
1.966	-10.711688
1.9679999	-10.760916
1.9699999	-10.809446
1.972	-10.857248
1.974	-10.904286
1.976	-10.95053
1.9779999	-10.995945
1.9799999	-11.040499
1.982	-11.084162
1.984	-11.126902
1.9859999	-11.168687
1.9879999	-11.209491
1.9899999	-11.249282
1.992	-11.288031
1.994	-11.325714
1.9959999	-11.362302
1.9979999	-11.397773
2	-11.4321
2.0019999	-11.465261
2.0039999	-11.497235
2.006	-11.528002
2.0079999	-11.557546
2.01	-11.585845
2.0119998	-11.612888
2.0139999	-11.638659
2.016	-11.663146
2.0179999	-11.68634
2.02	-11.70823
2.0219998	-11.72881
2.0239999	-11.748074
2.026	-11.766021
2.0279999	-11.782645
2.03	-11.797949





2.0319998	-11.811935
2.0339999	-11.824604
2.036	-11.835962
2.0379999	-11.846017
2.04	-11.854778
2.0420001	-11.86225
2.0439999	-11.86845
2.046	-11.873389
2.0479999	-11.877081
2.05	-11.879543
2.052	-11.88079
2.0539999	-11.880843
2.056	-11.879718
2.0579998	-11.87744
2.0599999	-11.874028
2.062	-11.869504
2.0639999	-11.863892
2.066	-11.857218
2.0679998	-11.849505
2.0699999	-11.840778
2.072	-11.831065
2.0739999	-11.820391
2.076	-11.808784
2.0779998	-11.79627
2.0799999	-11.782878
2.082	-11.768636
2.0839999	-11.75357
2.086	-11.73771
2.0880001	-11.721082
2.0899999	-11.703715
2.092	-11.685638
2.0939999	-11.666878
2.096	-11.647461
2.098	-11.627416
2.0999999	-11.606769
2.102	-11.585549
2.1039999	-11.56378
2.1059999	-11.54149



2.108	-11.518702
2.1099999	-11.495445
2.112	-11.471741
2.1139998	-11.447615
2.1159999	-11.423092
2.118	-11.398196
2.1199999	-11.372949
2.122	-11.347372
2.1239998	-11.321491
2.1259999	-11.295325
2.128	-11.268896
2.1299999	-11.242225
2.132	-11.215331
2.1339998	-11.188236
2.1359999	-11.160957
2.138	-11.133513
2.1399999	-11.105924
2.142	-11.078208
2.1440001	-11.050382
2.1459999	-11.022461
2.148	-10.994466
2.1500001	-10.96641
2.152	-10.938312
2.1539998	-10.910185
2.1559999	-10.882045
2.158	-10.853907
2.1599998	-10.825787
2.1619997	-10.797697
2.164	-10.769653
2.1660001	-10.741668
2.168	-10.713756
2.1699998	-10.68593
2.1719999	-10.658204
2.174	-10.630589
2.1759999	-10.6031
2.1779997	-10.575748
2.1799998	-10.548545
2.1820002	-10.521506

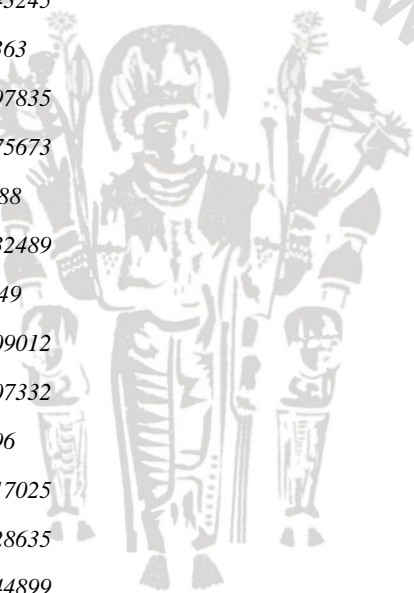
# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



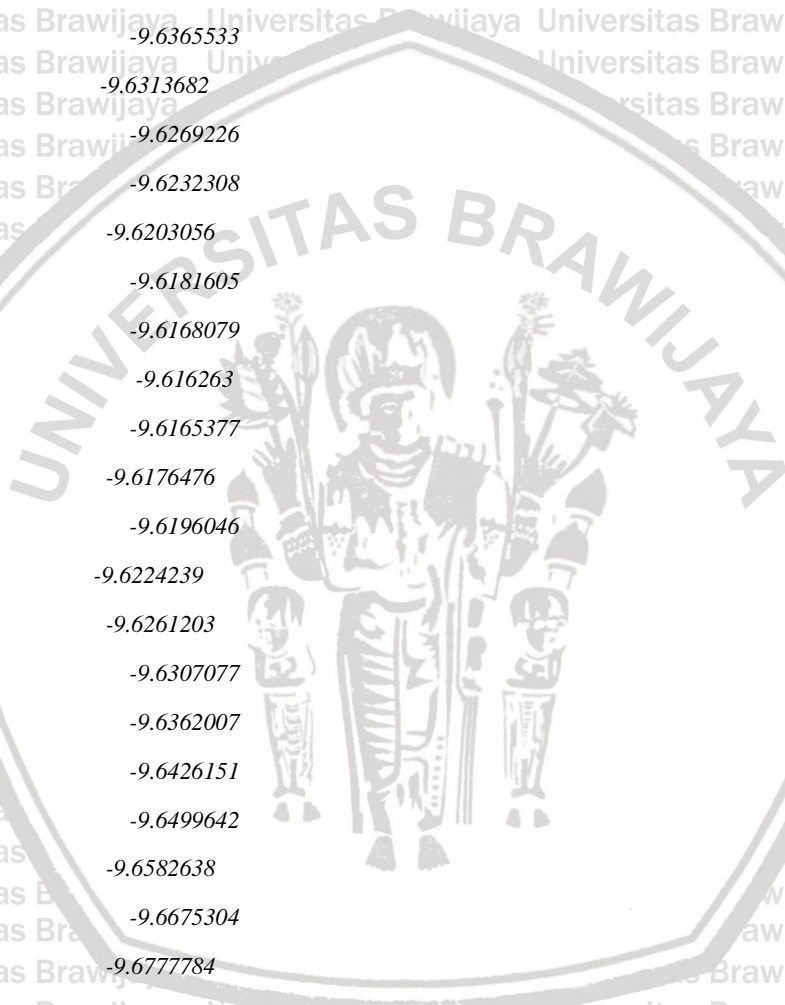


2.184	-10.494639
2.1859999	-10.467958
2.188	-10.441475
2.1900001	-10.415201
2.1919999	-10.389148
2.1939998	-10.363327
2.1959999	-10.33775
2.198	-10.312428
2.2	-10.287371
2.2019999	-10.262592
2.204	-10.238101
2.2060001	-10.213911
2.2079999	-10.19003
2.2099998	-10.166471
2.2119999	-10.143245
2.214	-10.120363
2.2159998	-10.097835
2.2179997	-10.075673
2.22	-10.053888
2.2220001	-10.032489
2.224	-10.01149
2.2259998	-9.9909012
2.2279999	-9.9707332
2.23	-9.950996
2.2319999	-9.9317025
2.2339997	-9.9128635
2.2359998	-9.8944899
2.2380002	-9.8765919
2.24	-9.8591831
2.2419999	-9.8422727
2.244	-9.8258738
2.2460001	-9.8099968
2.2479999	-9.7946529
2.2499998	-9.7798549
2.2519999	-9.7656128
2.2539999	-9.7519399
2.256	-9.7388464
2.2579999	-9.7263454

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



2.26	-9.7144486
2.2620001	-9.7031669
2.2639999	-9.6925143
2.2659998	-9.6825004
2.2679999	-9.6731403
2.27	-9.6644437
2.2719998	-9.6564244
2.2739997	-9.6490942
2.276	-9.6424667
2.2780001	-9.6365533
2.28	-9.6313682
2.2819998	-9.6269226
2.2839999	-9.6232308
2.286	-9.6203056
2.2879999	-9.6181605
2.2899997	-9.6168079
2.2919998	-9.616263
2.2940001	-9.6165377
2.296	-9.6176476
2.2979999	-9.6196046
2.3	-9.6224239
2.302	-9.6261203
2.3039999	-9.6307077
2.3059998	-9.6362007
2.3079998	-9.6426151
2.3100002	-9.6499642
2.312	-9.6582638
2.3139999	-9.6675304
2.316	-9.6777784
2.3180001	-9.6890243
2.3199999	-9.7012842
2.3219998	-9.7145747
2.3239999	-9.7289118
2.326	-9.7443132
2.3279998	-9.7607955
2.3299999	-9.778377
2.332	-9.7970749
2.3340001	-9.8169078



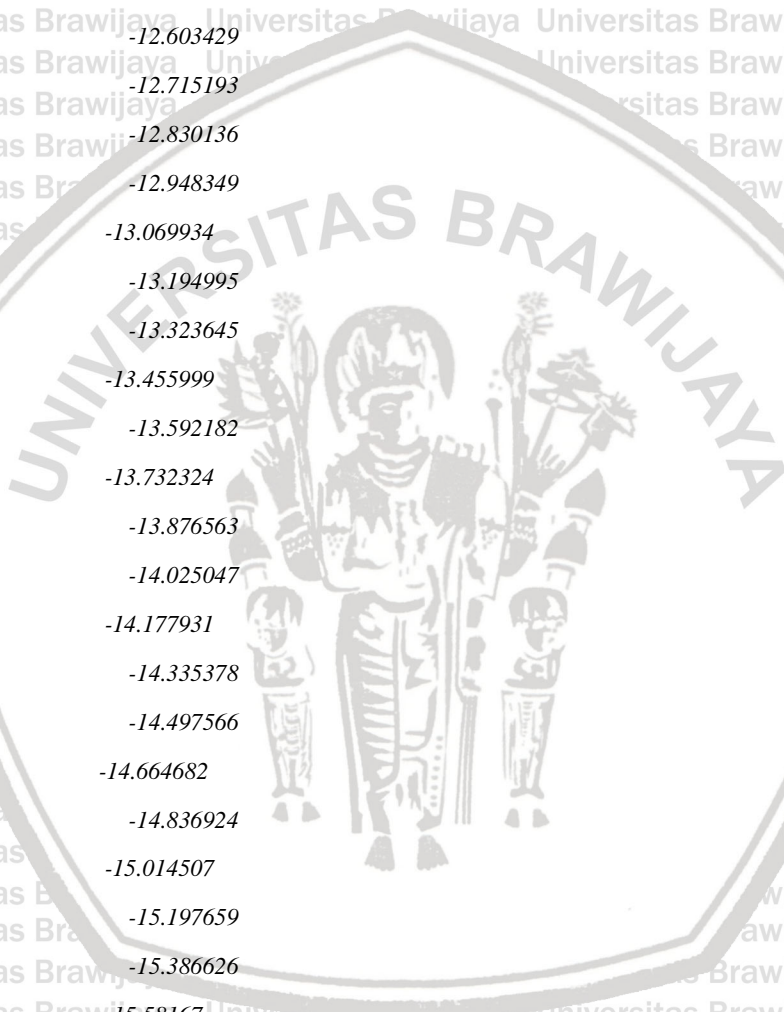


2.336	-9.8378937
2.3379998	-9.8600516
2.3399999	-9.8834013
2.342	-9.907963
2.3439999	-9.9337547
2.3459997	-9.9607997
2.348	-9.9891162
2.3500001	-10.018728
2.352	-10.049656
2.3539999	-10.081922
2.3559999	-10.11555
2.358	-10.150563
2.3599999	-10.186985
2.3619998	-10.224842
2.3639998	-10.264158
2.3660002	-10.30496
2.368	-10.347274
2.3699999	-10.391129
2.372	-10.436552
2.3740001	-10.483572
2.3759999	-10.532221
2.3779998	-10.582526
2.3799999	-10.634523
2.382	-10.688243
2.3839998	-10.74372
2.3859999	-10.800988
2.388	-10.860085
2.3900001	-10.921047
2.392	-10.983913
2.3939998	-11.048723
2.3959999	-11.115518
2.398	-11.184341
2.3999999	-11.255237
2.4019997	-11.328249
2.404	-11.40343
2.4060001	-11.480824
2.408	-11.560486
2.4099998	-11.642469

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

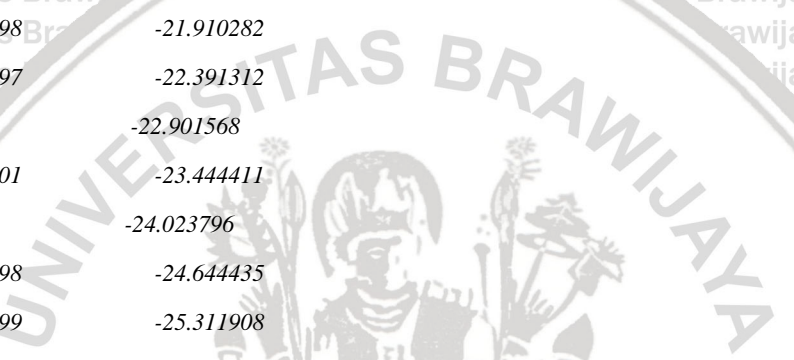


2.4119999	-11.726828
2.414	-11.81362
2.4159999	-11.902908
2.4179997	-11.994753
2.4199998	-12.089222
2.4220002	-12.186382
2.424	-12.286306
2.4259999	-12.389069
2.428	-12.494749
2.4300001	-12.603429
2.4319999	-12.715193
2.4339998	-12.830136
2.4359999	-12.948349
2.438	-13.069934
2.4399998	-13.194995
2.4419999	-13.323645
2.444	-13.455999
2.4460001	-13.592182
2.448	-13.732324
2.4499998	-13.876563
2.4519999	-14.025047
2.454	-14.177931
2.4559999	-14.335378
2.4579997	-14.497566
2.46	-14.664682
2.4620001	-14.836924
2.464	-15.014507
2.4659998	-15.197659
2.4679999	-15.386626
2.47	-15.58167
2.4719999	-15.783072
2.4739997	-15.99114
2.4759998	-16.2062
2.4780002	-16.428611
2.48	-16.658759
2.4819999	-16.897061
2.484	-17.143976
2.4860001	-17.400006





2.4879999	-17.665695
2.4899998	-17.941647
2.4919999	-18.228522
2.494	-18.527053
2.4959998	-18.838048
2.4979999	-19.162414
2.5	-19.501157
2.5020001	-19.855409
2.5039999	-20.226435
2.5059998	-20.615679
2.5079999	-21.024777
2.51	-21.455602
2.5119998	-21.910282
2.5139997	-22.391312
2.516	-22.901568
2.5180001	-23.444411
2.52	-24.023796
2.5219998	-24.644435
2.5239999	-25.311908
2.526	-26.032924
2.5279999	-26.815521
2.5299997	-27.669349
2.5319998	-28.605834
2.5340002	-29.63806
2.536	-30.779682
2.5379999	-32.041204
2.54	-33.418963
2.5420001	-34.86666
2.5439999	-36.23295
2.5459998	-37.187333
2.5479999	-37.323514
2.55	-36.56885
2.552	-35.27995
2.5539999	-33.835112
2.556	-32.431426
2.5580001	-31.137091
2.5599999	-29.9638
2.5619998	-28.903507

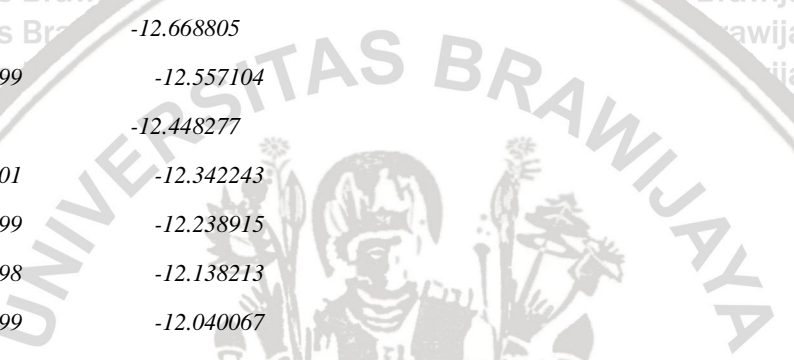


2.5639999	-27.942869
2.566	-27.068455
2.5679998	-26.26834
2.5699997	-25.532349
2.572	-24.852028
2.5740001	-24.220312
2.576	-23.631305
2.5779998	-23.080071
2.5799999	-22.562459
2.582	-22.074946
2.5839999	-21.614517
2.5859997	-21.178586
2.5879998	-20.764913
2.5900002	-20.371559
2.592	-19.996821
2.5939999	-19.639202
2.596	-19.297392
2.598	-18.970208
2.5999999	-18.656619
2.6019998	-18.355684
2.6039999	-18.066572
2.6059999	-17.788515
2.608	-17.520843
2.6099999	-17.262922
2.612	-17.014202
2.6140001	-16.774161
2.6159999	-16.542326
2.6179998	-16.318262
2.6199999	-16.101583
2.622	-15.891911
2.6239998	-15.688906
2.6259997	-15.492259
2.628	-15.301679
2.6300001	-15.116893
2.632	-14.937645
2.6339998	-14.76371
2.6359999	-14.594856
2.638	-14.43088



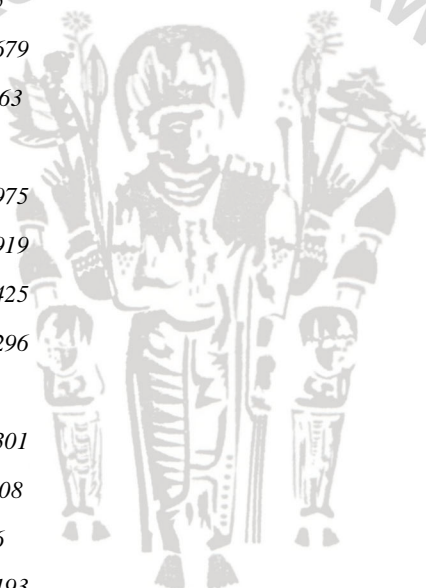


2.6399999	-14.271594
2.6419997	-14.116809
2.6439998	-13.966361
2.6460001	-13.820084
2.648	-13.677827
2.6499999	-13.539449
2.652	-13.404811
2.654	-13.273785
2.6559999	-13.146253
2.6579998	-13.022095
2.6599998	-12.901202
2.6619999	-12.783474
2.664	-12.668805
2.6659999	-12.557104
2.668	-12.448277
2.6700001	-12.342243
2.6719999	-12.238915
2.6739998	-12.138213
2.6759999	-12.040067
2.678	-11.944399
2.6799998	-11.851141
2.6819997	-11.760228
2.684	-11.671592
2.6860001	-11.585174
2.688	-11.500914
2.6899998	-11.418754
2.6919999	-11.33864
2.694	-11.260517
2.6959999	-11.184336
2.6979997	-11.110047
2.6999998	-11.0376
2.7020001	-10.966951
2.704	-10.898053
2.7059999	-10.830865
2.7079999	-10.765344
2.71	-10.70145
2.7119999	-10.639143
2.7139997	-10.578384



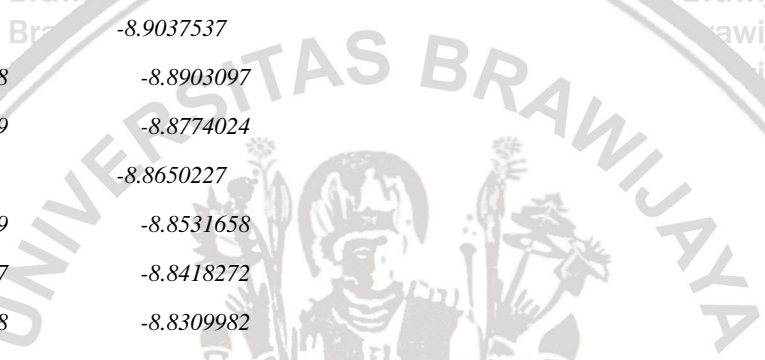
2.7159998	-10.519139
2.7179999	-10.461369
2.72	-10.405041
2.7219999	-10.35012
2.724	-10.296574
2.7260001	-10.24437
2.7279999	-10.193479
2.7299998	-10.143869
2.7319999	-10.095511
2.734	-10.048376
2.7359998	-10.002439
2.7379997	-9.9576694
2.74	-9.9140431
2.7420001	-9.8715336
2.744	-9.8301165
2.7459998	-9.7897679
2.7479999	-9.750463
2.75	-9.7121805
2.7519999	-9.6748975
2.7539997	-9.6385919
2.7559998	-9.6032425
2.7580001	-9.5688296
2.76	-9.5353314
2.7619998	-9.5027301
2.7639999	-9.471008
2.766	-9.4401426
2.7679999	-9.4101193
2.7699997	-9.3809207
2.7719998	-9.3525276
2.7740002	-9.3249266
2.776	-9.2981
2.7779999	-9.2720312
2.78	-9.2467082
2.7820001	-9.2221151
2.7839999	-9.1982362
2.7859998	-9.1750613
2.7879999	-9.1525749
2.79	-9.1307646

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

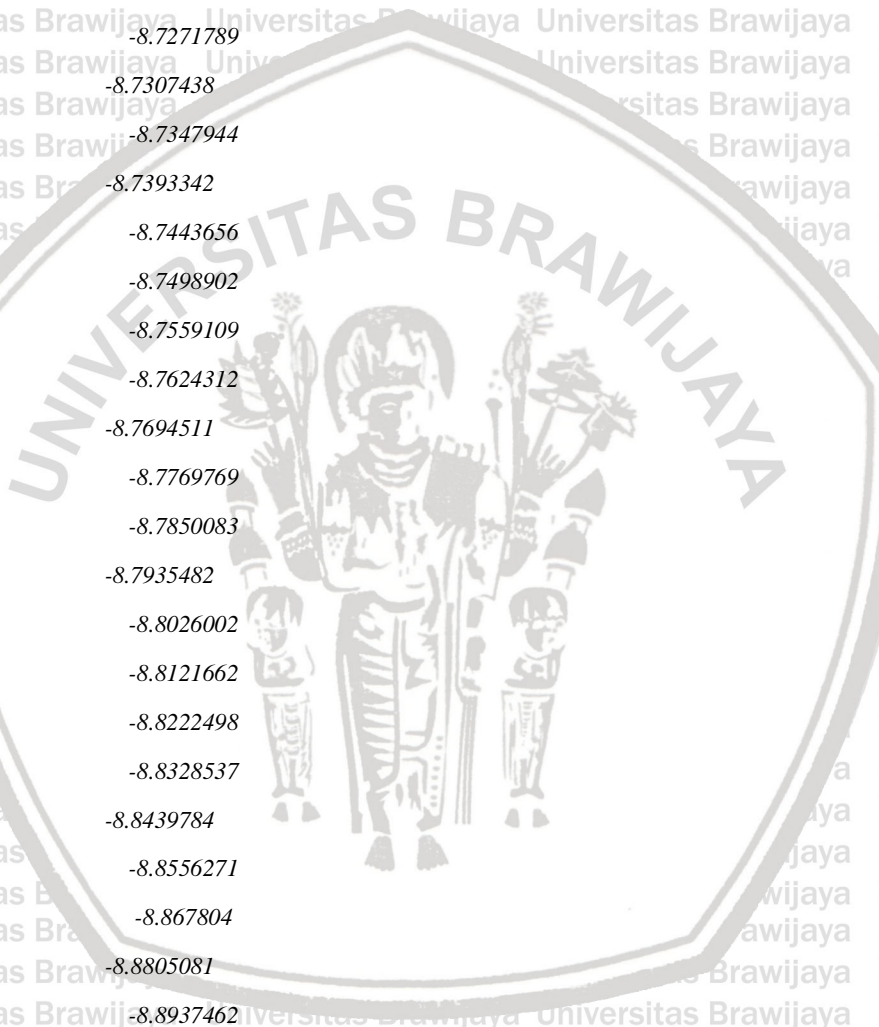




2.7919998	-9.1096175
2.7939999	-9.0891236
2.796	-9.0692691
2.7980001	-9.0500451
2.8	-9.0314411
2.8019998	-9.0134444
2.8039999	-8.9960482
2.806	-8.979242
2.8079998	-8.9630161
2.8099997	-8.9473614
2.812	-8.9322717
2.8140001	-8.9177388
2.816	-8.9037537
2.8179998	-8.8903097
2.8199999	-8.8774024
2.822	-8.8650227
2.8239999	-8.8531658
2.8259997	-8.8418272
2.8279998	-8.8309982
2.8300002	-8.8206784
2.832	-8.8108597
2.8339999	-8.8015393
2.836	-8.7927137
2.8380001	-8.784378
2.8399999	-8.7765318
2.8419998	-8.7691668
2.8439999	-8.7622855
2.846	-8.7558835
2.8479998	-8.7499583
2.8499999	-8.7445083
2.852	-8.7395329
2.8540001	-8.7350302
2.8559999	-8.7309995
2.8579998	-8.7274395
2.8599999	-8.72435
2.862	-8.7217305
2.8639998	-8.7195815
2.8659997	-8.7179044

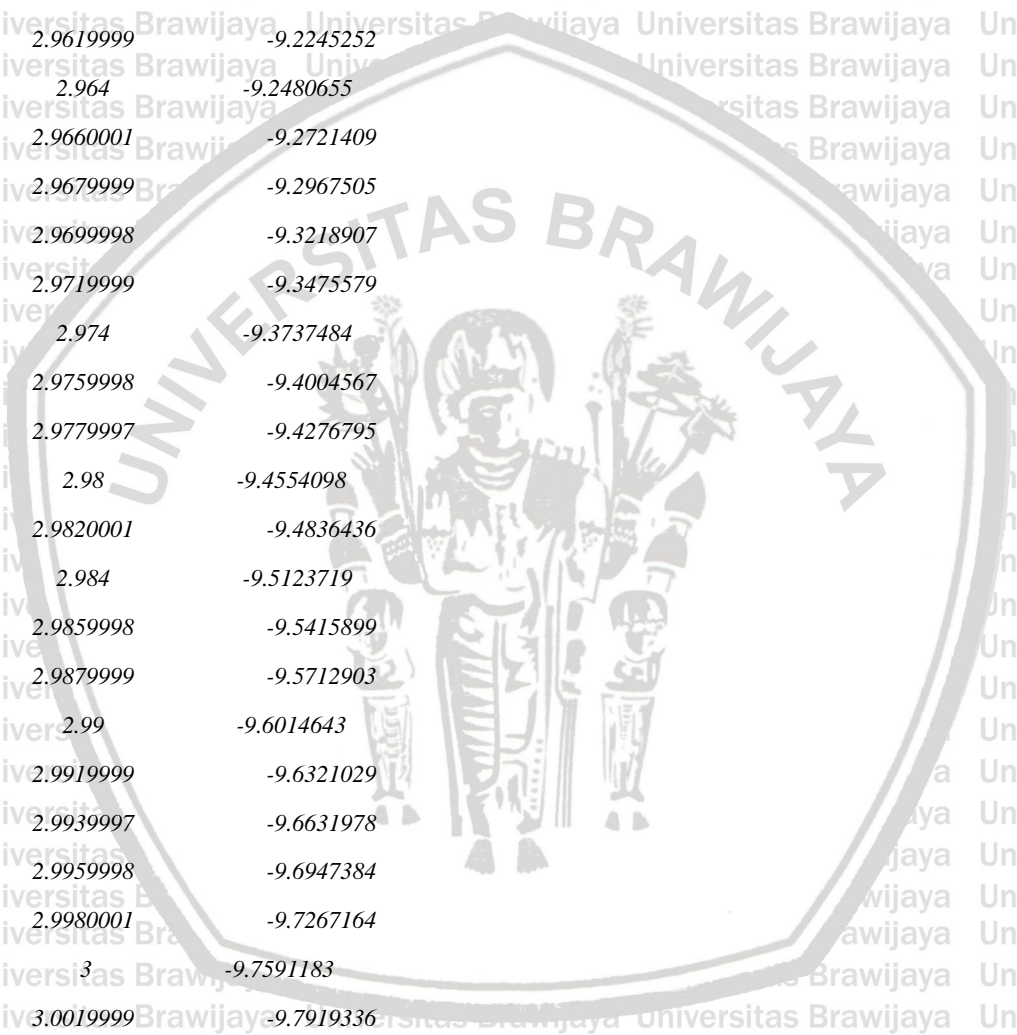


2.868	-8.7166957
2.8700001	-8.7159604
2.872	-8.7156962
2.8739998	-8.7159059
2.8759999	-8.7165901
2.878	-8.7177507
2.8799999	-8.7193873
2.8819997	-8.7215032
2.8839998	-8.7240999
2.8860002	-8.7271789
2.888	-8.7307438
2.8899999	-8.7347944
2.892	-8.7393342
2.8940001	-8.7443656
2.8959999	-8.7498902
2.8979998	-8.7559109
2.8999999	-8.7624312
2.902	-8.7694511
2.9039998	-8.7769769
2.9059999	-8.7850083
2.908	-8.7935482
2.9100001	-8.8026002
2.9119999	-8.8121662
2.9139998	-8.8222498
2.9159999	-8.8328537
2.918	-8.8439784
2.9199998	-8.8556271
2.9219997	-8.867804
2.924	-8.8805081
2.9260001	-8.8937462
2.928	-8.9075161
2.9299998	-8.9218222
2.9319999	-8.9366651
2.934	-8.9520478
2.9359999	-8.9679709
2.9379997	-8.984436
2.9399998	-9.0014445
2.9420002	-9.0189978

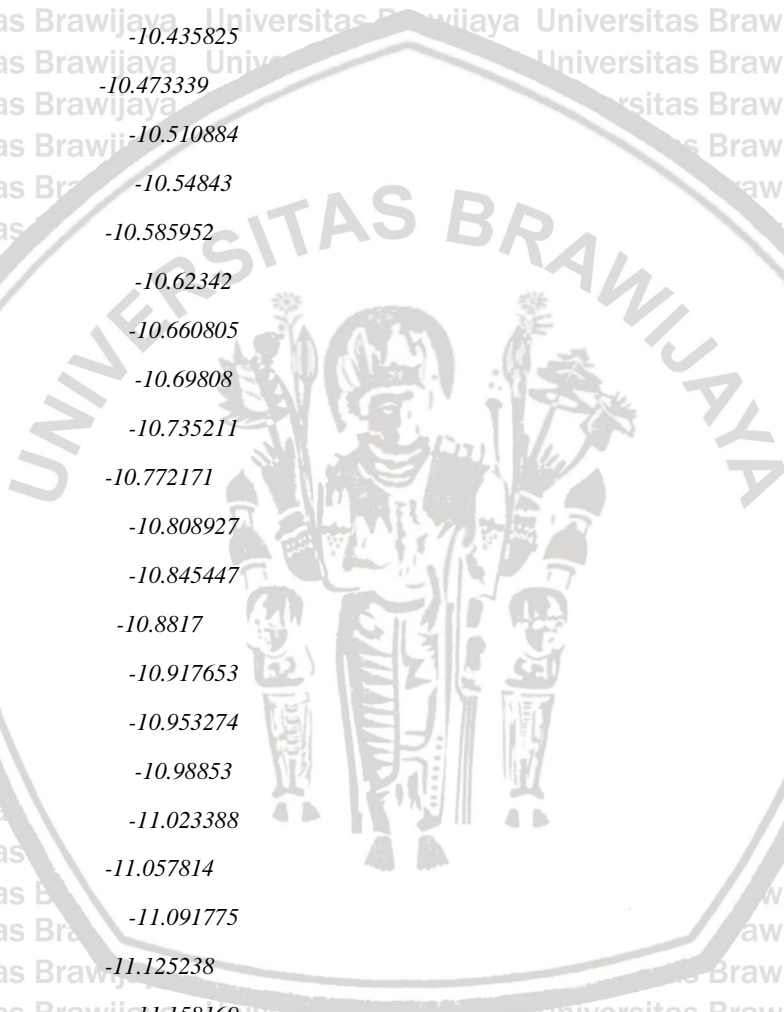




2.944	-9.0370955
2.9459999	-9.0557399
2.948	-9.0749298
2.95	-9.094666
2.9519999	-9.1149474
2.9539998	-9.1357759
2.9559999	-9.157149
2.9579999	-9.1790652
2.9599998	-9.2015256
2.9619999	-9.2245252
2.964	-9.2480655
2.9660001	-9.2721409
2.9679999	-9.2967505
2.9699998	-9.3218907
2.9719999	-9.3475579
2.974	-9.3737484
2.9759998	-9.4004567
2.9779997	-9.4276795
2.98	-9.4554098
2.9820001	-9.4836436
2.984	-9.5123719
2.9859998	-9.5415899
2.9879999	-9.5712903
2.99	-9.6014643
2.9919999	-9.6321029
2.9939997	-9.6631978
2.9959998	-9.6947384
2.9980001	-9.7267164
3	-9.7591183
3.0019999	-9.7919336
3.0039999	-9.8251488
3.006	-9.8587532
3.0079999	-9.8927319
3.0099998	-9.9270701
3.0119998	-9.961754
3.0139999	-9.9967659
3.016	-10.032091
3.0179999	-10.067712



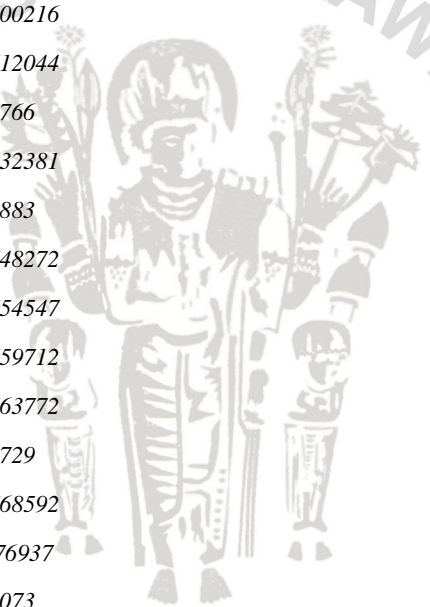
3.02	-10.10361
3.0220001	-10.139766
3.0239999	-10.176161
3.0259998	-10.212776
3.0279999	-10.249587
3.03	-10.286576
3.0319998	-10.323718
3.0339997	-10.360988
3.036	-10.398367
3.0380001	-10.435825
3.04	-10.473339
3.0419998	-10.510884
3.0439999	-10.54843
3.046	-10.585952
3.0479999	-10.62342
3.0499997	-10.660805
3.0519998	-10.69808
3.0540001	-10.735211
3.056	-10.772171
3.0579998	-10.808927
3.0599999	-10.845447
3.062	-10.8817
3.0639999	-10.917653
3.0659997	-10.953274
3.0679998	-10.98853
3.0699999	-11.023388
3.072	-11.057814
3.0739999	-11.091775
3.076	-11.125238
3.0780001	-11.158169
3.0799999	-11.190537
3.0819998	-11.222306
3.0839999	-11.253446
3.086	-11.283925
3.0879998	-11.313709
3.0899997	-11.342769
3.092	-11.371074
3.0940001	-11.398595



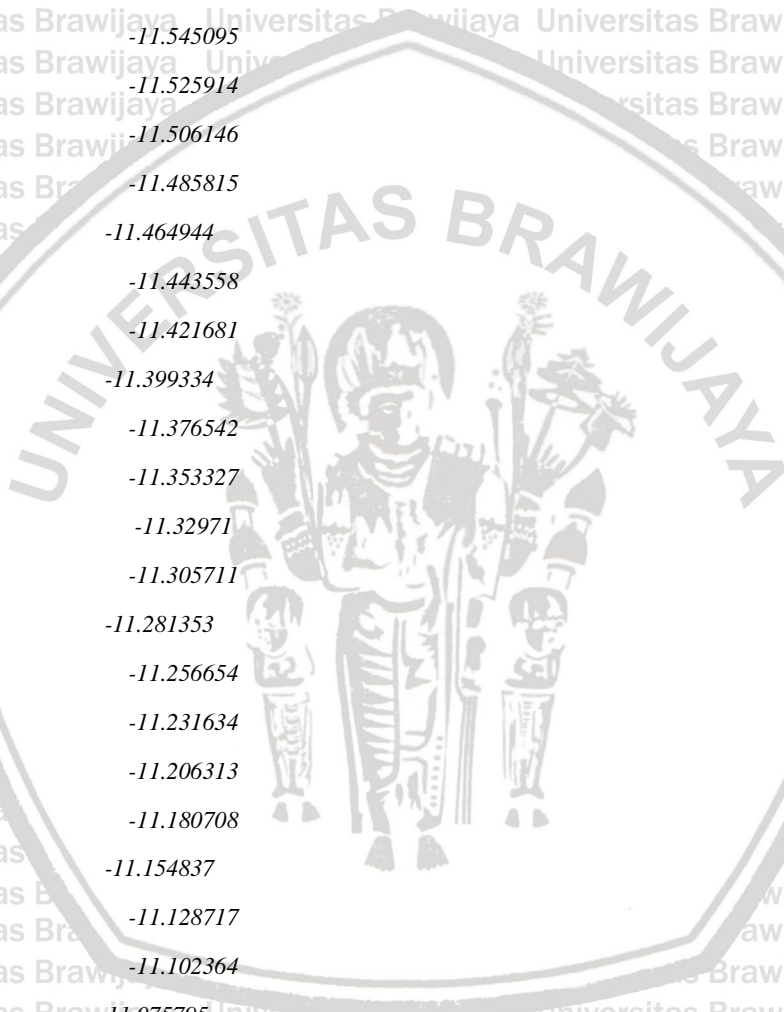


3.096	-11.425302
3.0979998	-11.451167
3.0999999	-11.476163
3.102	-11.500266
3.1039999	-11.523449
3.1059997	-11.545688
3.1079998	-11.566963
3.1100001	-11.587253
3.112	-11.606535
3.1139998	-11.624794
3.1159999	-11.642013
3.118	-11.658178
3.1199999	-11.673273
3.1219997	-11.687289
3.1239998	-11.700216
3.1259999	-11.712044
3.128	-11.722766
3.1299999	-11.732381
3.132	-11.740883
3.1340001	-11.748272
3.1359999	-11.754547
3.1379998	-11.759712
3.1399999	-11.763772
3.142	-11.766729
3.1439998	-11.768592
3.1459997	-11.76937
3.148	-11.769073
3.1500001	-11.767712
3.152	-11.765302
3.1539998	-11.761856
3.1559999	-11.757388
3.158	-11.751919
3.1599998	-11.745464
3.1619997	-11.738043
3.1639998	-11.729675
3.1660001	-11.720383
3.168	-11.710186
3.1699998	-11.699107

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



3.1719999	-11.68717
3.174	-11.674398
3.1759999	-11.660816
3.1779997	-11.646447
3.1799998	-11.631315
3.1819999	-11.615446
3.184	-11.598864
3.1859999	-11.581595
3.188	-11.563665
3.1900001	-11.545095
3.1919999	-11.525914
3.1939998	-11.506146
3.1959999	-11.485815
3.198	-11.464944
3.1999998	-11.443558
3.2019997	-11.421681
3.204	-11.399334
3.2060001	-11.376542
3.2079999	-11.353327
3.2099998	-11.32971
3.2119999	-11.305711
3.214	-11.281353
3.2159998	-11.256654
3.2179997	-11.231634
3.2199998	-11.206313
3.2220001	-11.180708
3.224	-11.154837
3.2259998	-11.128717
3.2279999	-11.102364
3.23	-11.075795
3.2319999	-11.049025
3.2339997	-11.022067
3.2359998	-10.994937
3.2380002	-10.967648
3.24	-10.940213
3.2419999	-10.912644
3.244	-10.884953
3.2460001	-10.857151



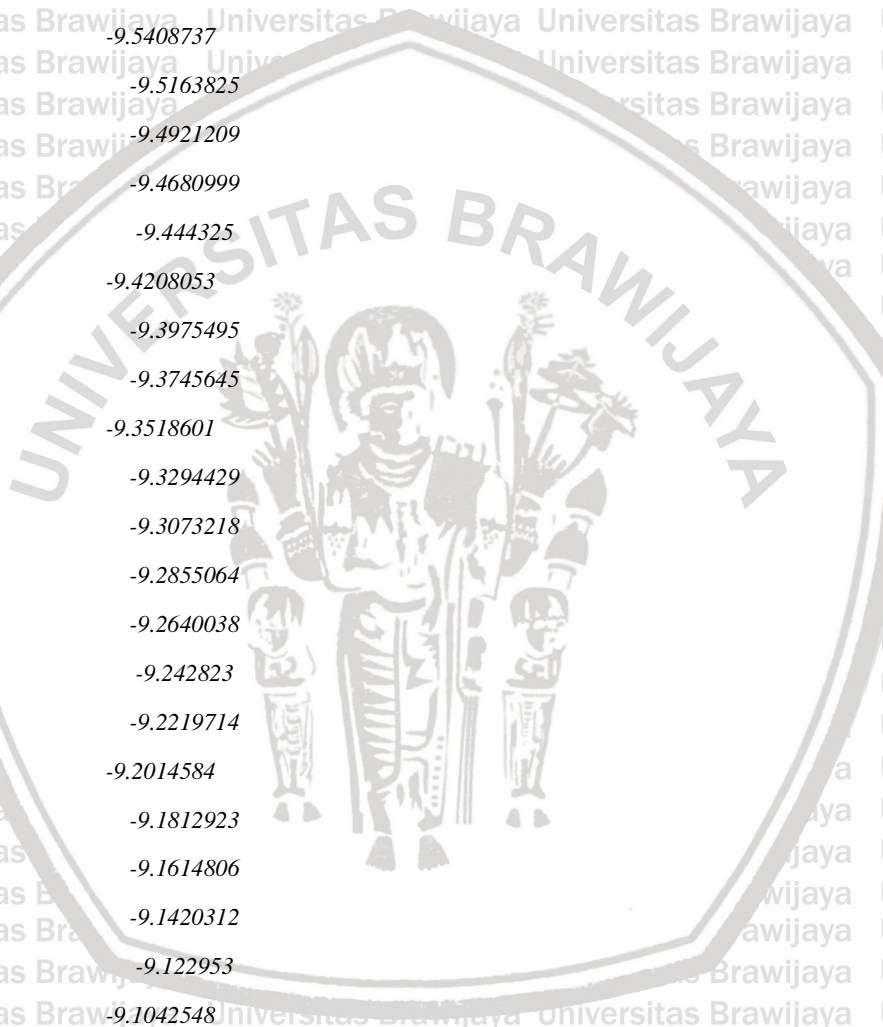


3.2479999	-10.82925
3.2499998	-10.801258
3.2519999	-10.773188
3.2539999	-10.745048
3.2559998	-10.716847
3.2579999	-10.688593
3.26	-10.660297
3.2620001	-10.631965
3.2639999	-10.603604
3.2659998	-10.575222
3.2679999	-10.546827
3.27	-10.518425
3.2719998	-10.490022
3.2739997	-10.461626
3.276	-10.433242
3.2780001	-10.404877
3.28	-10.376535
3.2819998	-10.348224
3.2839999	-10.319949
3.286	-10.291714
3.2879999	-10.263527
3.2899997	-10.235392
3.2919998	-10.207313
3.2940001	-10.179298
3.296	-10.151352
3.2979999	-10.12348
3.3	-10.095688
3.302	-10.06798
3.3039999	-10.040362
3.3059998	-10.01284
3.3079998	-9.9854207
3.3099999	-9.958109
3.3119998	-9.9309098
3.3139999	-9.9038303
3.316	-9.876876
3.3180001	-9.8500532
3.3199999	-9.8233693
3.3219998	-9.7968287

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



3.3239999	-9.7704396
3.326	-9.7442085
3.3279998	-9.7181409
3.3299997	-9.6922463
3.332	-9.6665283
3.3340001	-9.6409962
3.336	-9.6156582
3.3379998	-9.5905196
3.3399999	-9.565589
3.342	-9.5408737
3.3439999	-9.5163825
3.3459997	-9.4921209
3.3479998	-9.4680999
3.3500001	-9.444325
3.352	-9.4208053
3.3539999	-9.3975495
3.3559999	-9.3745645
3.358	-9.3518601
3.3599999	-9.3294429
3.3619998	-9.3073218
3.3639998	-9.2855064
3.3659999	-9.2640038
3.3679998	-9.242823
3.3699999	-9.2219714
3.372	-9.2014584
3.3740001	-9.1812923
3.3759999	-9.1614806
3.3779998	-9.1420312
3.3799999	-9.122953
3.382	-9.1042548
3.3839998	-9.0859432
3.3859997	-9.0680264
3.388	-9.0505128
3.3900001	-9.0334085
3.392	-9.0167217
3.3939998	-9.0004603
3.3959999	-8.984631
3.398	-8.9692405



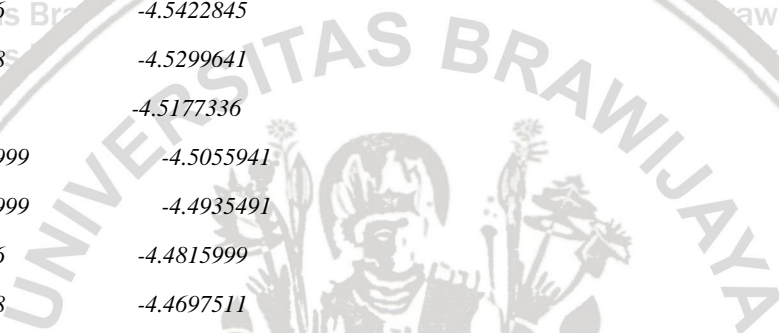


3.3999999 -8.9542963

Sudut 90 derajat

Frequency / GHz S2,2/abs,dB

1.4	-4.6436027
1.402	-4.6307031
1.4039999	-4.6178631
1.406	-4.6050856
1.408	-4.5923756
1.41	-4.5797377
1.4119999	-4.5671736
1.4139999	-4.5546877
1.416	-4.5422845
1.418	-4.5299641
1.42	-4.5177336
1.4219999	-4.5055941
1.4239999	-4.4935491
1.426	-4.4815999
1.428	-4.4697511
1.4299999	-4.4580046
1.4319999	-4.4463634
1.434	-4.4348298
1.436	-4.4234057
1.438	-4.4120952
1.4399999	-4.4008979
1.4419999	-4.3898188
1.444	-4.3788585
1.446	-4.3680193
1.448	-4.357303
1.4499999	-4.3467128
1.4519999	-4.3362496
1.454	-4.3259152
1.456	-4.3157123
1.4579999	-4.3056425
1.4599999	-4.2957065
1.462	-4.2859076
1.464	-4.2762465
1.466	-4.2667252



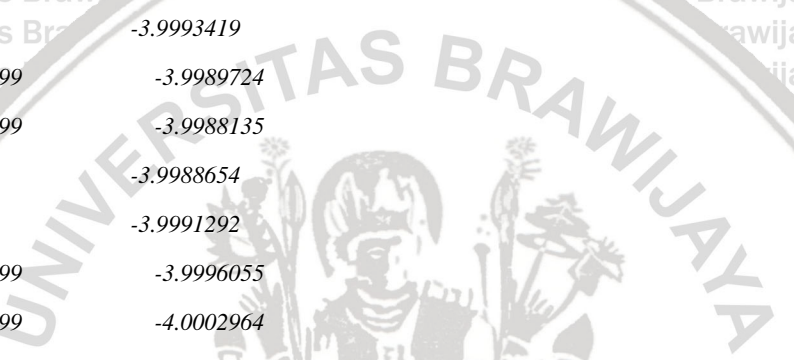
1.4679999	-4.2573441
1.4699999	-4.2481074
1.472	-4.2390153
1.474	-4.230068
1.476	-4.2212695
1.4779999	-4.2126184
1.4799999	-4.2041185
1.482	-4.1957703
1.484	-4.1875765
1.4859999	-4.1795354
1.4879999	-4.1716521
1.49	-4.1639258
1.492	-4.1563581
1.494	-4.1489518
1.4959999	-4.1417062
1.4979999	-4.1346237
1.5	-4.1277059
1.502	-4.120953
1.5039999	-4.1143666
1.5059999	-4.1079498
1.508	-4.1017012
1.51	-4.0956237
1.512	-4.089717
1.5139999	-4.0839858
1.5159999	-4.0784285
1.518	-4.0730465
1.52	-4.0678417
1.522	-4.0628167
1.5239999	-4.0579702
1.5259999	-4.0533032
1.528	-4.0488214
1.53	-4.0445218
1.5319999	-4.040406
1.5339999	-4.036477
1.536	-4.0327336
1.538	-4.029181
1.54	-4.025817
1.5419999	-4.0226438

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

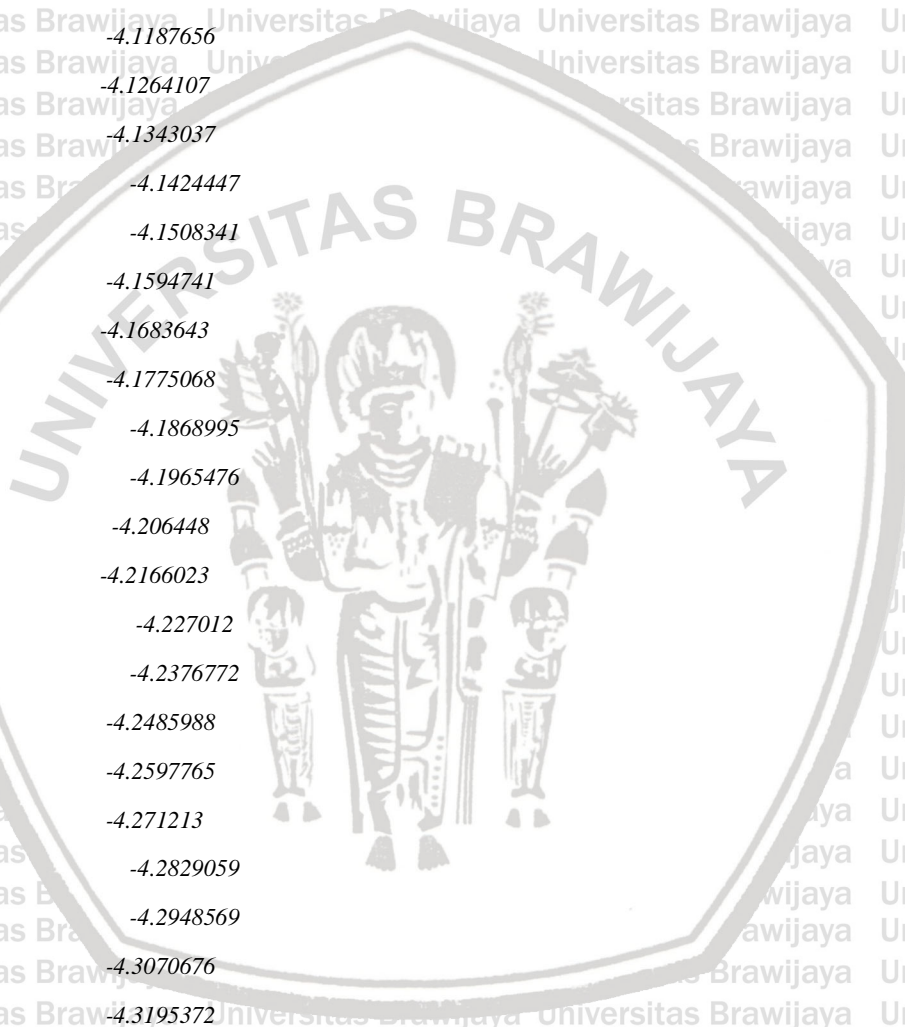




1.5439999	-4.0196635
1.546	-4.016877
1.548	-4.0142835
1.55	-4.0118871
1.5519999	-4.0096887
1.5539999	-4.0076873
1.556	-4.0058854
1.558	-4.0042857
1.5599999	-4.0028872
1.5619999	-4.001693
1.564	-4.0007032
1.566	-3.9999186
1.568	-3.9993419
1.5699999	-3.9989724
1.5719999	-3.9988135
1.574	-3.9988654
1.576	-3.9991292
1.5779999	-3.9996055
1.5799999	-4.0002964
1.5819999	-4.0012031
1.584	-4.0023273
1.586	-4.0036686
1.5879999	-4.0052283
1.5899999	-4.0070098
1.592	-4.0090131
1.594	-4.011237
1.596	-4.0136862
1.5979999	-4.0163615
1.5999999	-4.0192607
1.602	-4.0223877
1.604	-4.0257435
1.6059999	-4.0293286
1.6079999	-4.0331453
1.6099999	-4.0371914
1.612	-4.041472
1.614	-4.0459865
1.6159999	-4.0507345
1.6179999	-4.0557203



1.62	-4.0609413
1.622	-4.0664018
1.624	-4.072101
1.6259999	-4.0780403
1.6279999	-4.0842199
1.63	-4.090641
1.632	-4.0973056
1.6339999	-4.1042135
1.6359999	-4.1113663
1.638	-4.1187656
1.64	-4.1264107
1.642	-4.1343037
1.6439999	-4.1424447
1.6459999	-4.1508341
1.648	-4.1594741
1.65	-4.1683643
1.652	-4.1775068
1.6539999	-4.1868995
1.6559999	-4.1965476
1.658	-4.206448
1.66	-4.2166023
1.6619999	-4.227012
1.6639999	-4.2376772
1.666	-4.2485988
1.668	-4.2597765
1.67	-4.271213
1.6719999	-4.2829059
1.6739999	-4.2948569
1.676	-4.3070676
1.678	-4.3195372
1.6799999	-4.332266
1.6819999	-4.3452547
1.6839999	-4.3585048
1.686	-4.3720142
1.688	-4.3857854
1.6899999	-4.3998179
1.6919999	-4.4141113
1.694	-4.4286666

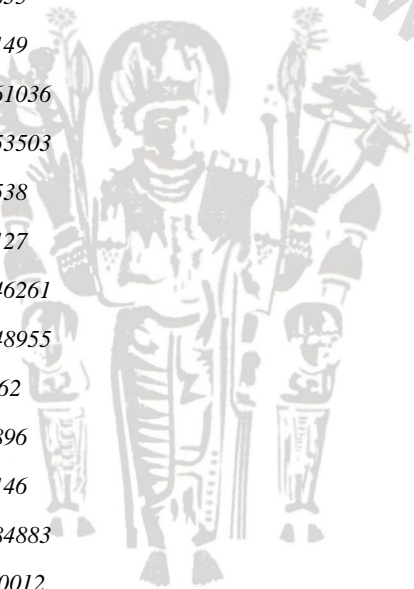






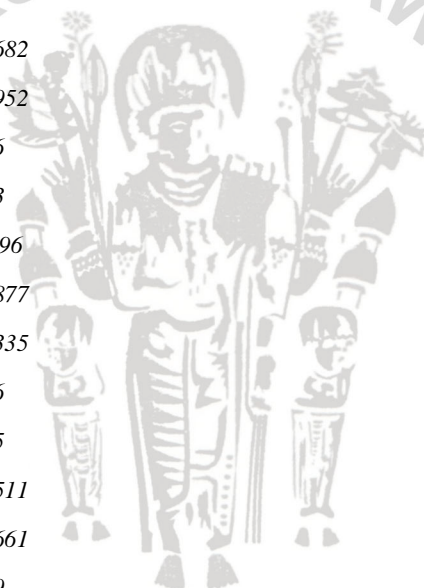
1.696	-4.4434837
1.698	-4.4585626
1.699999	-4.4739032
1.701999	-4.4895057
1.704	-4.5053702
1.706	-4.5214964
1.707999	-4.5378851
1.709999	-4.5545342
1.711999	-4.5714449
1.714	-4.5886176
1.716	-4.60605
1.717999	-4.6237436
1.719999	-4.6416971
1.722	-4.6599107
1.724	-4.6783835
1.726	-4.6971149
1.727999	-4.7161036
1.729999	-4.7353503
1.732	-4.7548538
1.734	-4.7746127
1.735999	-4.7946261
1.737999	-4.8148955
1.74	-4.8354162
1.742	-4.8561896
1.744	-4.8772146
1.745999	-4.8984883
1.747999	-4.920012
1.75	-4.9417817
1.752	-4.9637981
1.753999	-4.9860587
1.755999	-5.0085618
1.757999	-5.0313066
1.76	-5.0542913
1.762	-5.0775137
1.763999	-5.1009706
1.765999	-5.1246623
1.768	-5.1485853
1.77	-5.1727386

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



1.772	-5.1971187
1.7739999	-5.2217248
1.7759999	-5.2465528
1.778	-5.2716009
1.78	-5.2968667
1.7819999	-5.3223461
1.7839999	-5.3480383
1.7859999	-5.3739389
1.788	-5.4000457
1.79	-5.4263546
1.7919999	-5.4528628
1.7939999	-5.479567
1.796	-5.5064633
1.798	-5.5335477
1.8	-5.5608178
1.8019999	-5.5882682
1.8039999	-5.6158952
1.806	-5.6436956
1.808	-5.6716643
1.8099999	-5.699796
1.8119999	-5.7280877
1.8139999	-5.7565335
1.816	-5.7851296
1.818	-5.8138705
1.8199999	-5.8427511
1.8219999	-5.8717661
1.824	-5.9009099
1.826	-5.9301762
1.8279999	-5.9595609
1.8299999	-5.9890578
1.8319999	-6.0186599
1.834	-6.0483625
1.836	-6.0781572
1.8379999	-6.1080393
1.8399999	-6.1380023
1.8419999	-6.1680387
1.844	-6.1981415
1.846	-6.2283044

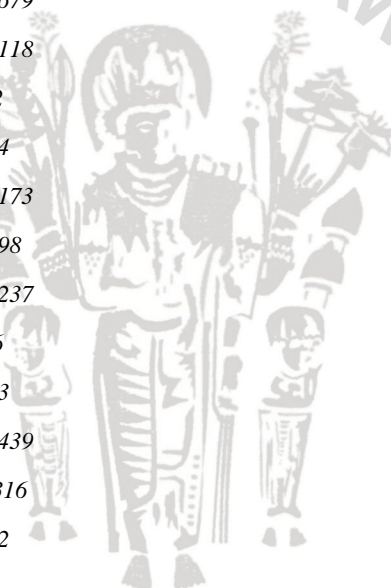
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



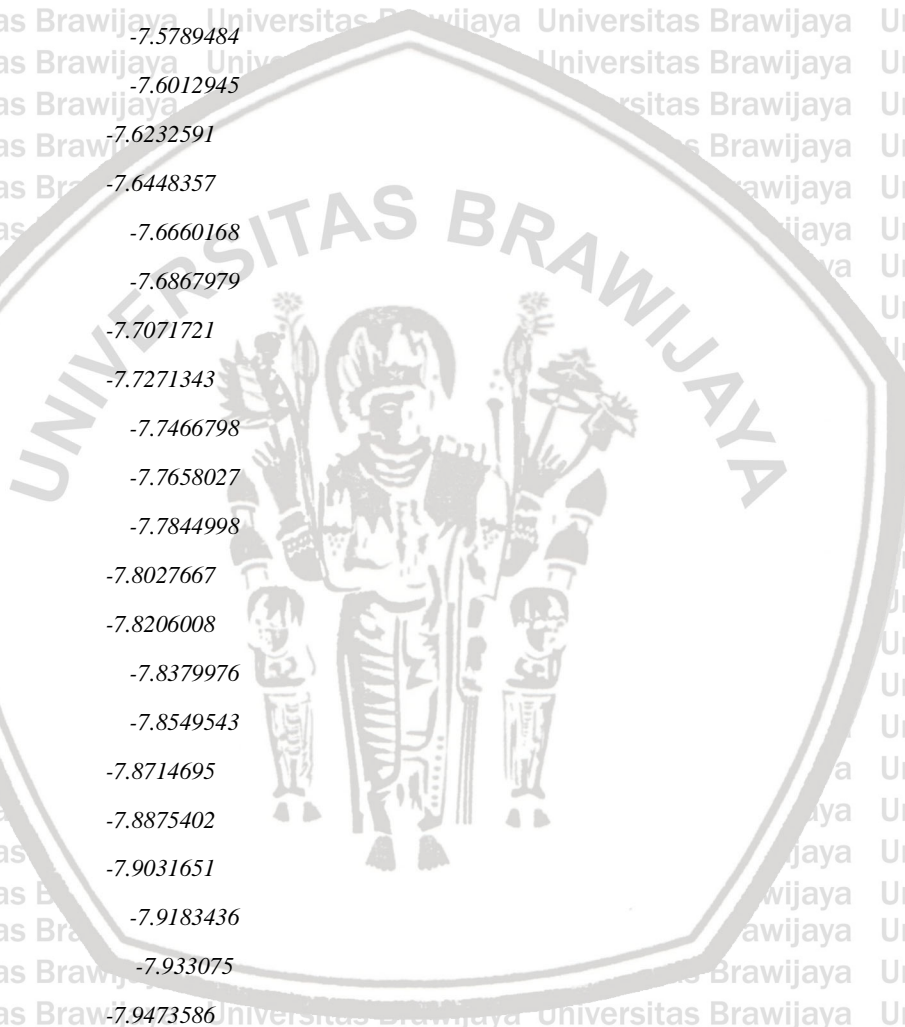


1.8479999	-6.2585189
1.8499999	-6.2887791
1.852	-6.3190766
1.854	-6.3494046
1.8559999	-6.3797538
1.8579999	-6.4101179
1.8599999	-6.4404884
1.862	-6.4708577
1.864	-6.5012149
1.8659999	-6.5315554
1.8679999	-6.5618677
1.87	-6.5921436
1.872	-6.6223752
1.874	-6.6525533
1.8759999	-6.6826679
1.8779999	-6.7127118
1.88	-6.7426732
1.882	-6.7725454
1.8839999	-6.8023173
1.8859999	-6.83198
1.8879999	-6.8615237
1.89	-6.8909386
1.892	-6.9202153
1.8939999	-6.9493439
1.8959999	-6.978316
1.898	-7.0071202
1.9	-7.035746
1.902	-7.0641856
1.9039999	-7.092428
1.9059999	-7.1204643
1.908	-7.148283
1.91	-7.1758763
1.9119999	-7.2032331
1.9139999	-7.2303439
1.9159999	-7.2572006
1.918	-7.2837919
1.92	-7.310109
1.9219999	-7.3361423

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



1.9239999	-7.3618831
1.926	-7.3873231
1.928	-7.412452
1.9299999	-7.4372613
1.9319999	-7.4617428
1.9339999	-7.4858889
1.936	-7.5096891
1.938	-7.5331382
1.9399999	-7.5562273
1.9419999	-7.5789484
1.9439999	-7.6012945
1.946	-7.6232591
1.948	-7.6448357
1.9499999	-7.6660168
1.9519999	-7.6867979
1.954	-7.7071721
1.956	-7.7271343
1.9579999	-7.7466798
1.9599999	-7.7658027
1.9619999	-7.7844998
1.964	-7.8027667
1.966	-7.8206008
1.9679999	-7.8379976
1.9699999	-7.8549543
1.972	-7.8714695
1.974	-7.8875402
1.976	-7.9031651
1.9779999	-7.9183436
1.9799999	-7.933075
1.982	-7.9473586
1.984	-7.9611934
1.9859999	-7.9745829
1.9879999	-7.9875253
1.9899999	-8.0000239
1.992	-8.0120805
1.994	-8.0236961
1.9959999	-8.0348747
1.9979999	-8.0456189





2	-8.0559333
2.0019999	-8.06582
2.0039999	-8.0752861
2.006	-8.0843352
2.0079999	-8.0929721
2.01	-8.1012036
2.0119998	-8.1090354
2.0139999	-8.1164745
2.016	-8.123527
2.0179999	-8.1302003
2.02	-8.1365019
2.0219998	-8.1424411
2.0239999	-8.1480249
2.026	-8.1532618
2.0279999	-8.1581615
2.03	-8.1627336
2.0319998	-8.1669851
2.0339999	-8.1709302
2.036	-8.174575
2.0379999	-8.177931
2.04	-8.18101
2.0420001	-8.1838215
2.0439999	-8.1863774
2.046	-8.1886878
2.0479999	-8.1907647
2.05	-8.1926207
2.052	-8.194266
2.0539999	-8.195712
2.056	-8.196973
2.0579998	-8.1980587
2.0599999	-8.1989828
2.062	-8.1997572
2.0639999	-8.2003949
2.066	-8.2009069
2.0679998	-8.2013073
2.0699999	-8.2016075
2.072	-8.2018206
2.0739999	-8.2019604

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



2.076	-8.2020375
2.0779998	-8.2020659
2.0799999	-8.2020588
2.082	-8.2020266
2.0839999	-8.2019844
2.086	-8.201943
2.0880001	-8.2019162
2.0899999	-8.2019165
2.092	-8.201956
2.0939999	-8.2020476
2.096	-8.2022029
2.098	-8.2024344
2.0999999	-8.2027547
2.102	-8.2031768
2.1039999	-8.2037109
2.1059999	-8.2043711
2.108	-8.2051671
2.1099999	-8.2061128
2.112	-8.207219
2.1139998	-8.2084974
2.1159999	-8.2099606
2.118	-8.2116172
2.1199999	-8.2134818
2.122	-8.2155639
2.1239998	-8.2178752
2.1259999	-8.2204272
2.128	-8.2232291
2.1299999	-8.2262935
2.132	-8.2296308
2.1339998	-8.2332502
2.1359999	-8.2371649
2.138	-8.2413821
2.1399999	-8.2459152
2.142	-8.2507731
2.1440001	-8.2559649
2.1459999	-8.2615017
2.148	-8.2673935
2.1500001	-8.2736502

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



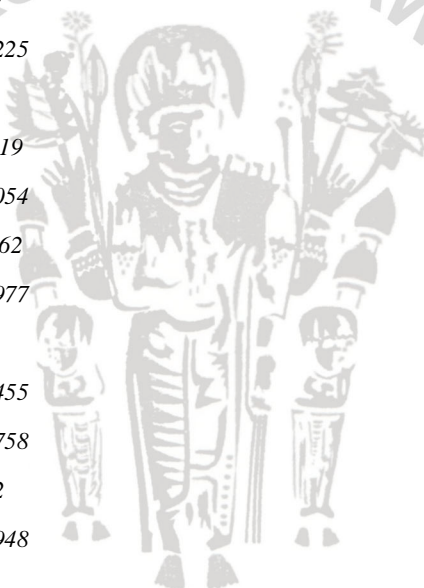


2.152	-8.2802809
2.1539998	-8.2872949
2.1559999	-8.2947025
2.158	-8.3025139
2.1599998	-8.3107372
2.1619997	-8.3193826
2.164	-8.3284578
2.1660001	-8.3379735
2.168	-8.347939
2.1699998	-8.3583618
2.1719999	-8.3692518
2.174	-8.3806182
2.1759999	-8.3924685
2.1779997	-8.4048131
2.1799998	-8.4176587
2.1820002	-8.4310167
2.184	-8.444893
2.1859999	-8.4592983
2.188	-8.4742402
2.1900001	-8.4897261
2.1919999	-8.5057668
2.1939998	-8.522369
2.1959999	-8.5395415
2.198	-8.5572921
2.2	-8.5756312
2.2019999	-8.5945652
2.204	-8.6141031
2.2060001	-8.6342535
2.2079999	-8.6550239
2.2099998	-8.6764232
2.2119999	-8.698459
2.214	-8.7211423
2.2159998	-8.7444775
2.2179997	-8.7684764
2.22	-8.7931441
2.2220001	-8.8184914
2.224	-8.8445258
2.2259998	-8.871256



2.2279999	-8.8986905
2.23	-8.9268376
2.2319999	-8.9557059
2.2339997	-8.9853028
2.2359998	-9.0156385
2.2380002	-9.0467205
2.24	-9.078559
2.2419999	-9.1111601
2.244	-9.1445336
2.2460001	-9.1786889
2.2479999	-9.2136346
2.2499998	-9.2493792
2.2519999	-9.2859316
2.2539999	-9.323299
2.256	-9.3614937
2.2579999	-9.4005225
2.26	-9.4403945
2.2620001	-9.481119
2.2639999	-9.5227054
2.2659998	-9.565162
2.2679999	-9.6084977
2.27	-9.6527227
2.2719998	-9.6978455
2.2739997	-9.7438758
2.276	-9.7908232
2.2780001	-9.8386948
2.28	-9.8875018
2.2819998	-9.9372525
2.2839999	-9.9879552
2.286	-10.039621
2.2879999	-10.092257
2.2899997	-10.145873
2.2919998	-10.200479
2.2940001	-10.256082
2.296	-10.312692
2.2979999	-10.370317
2.3	-10.428964
2.302	-10.488644

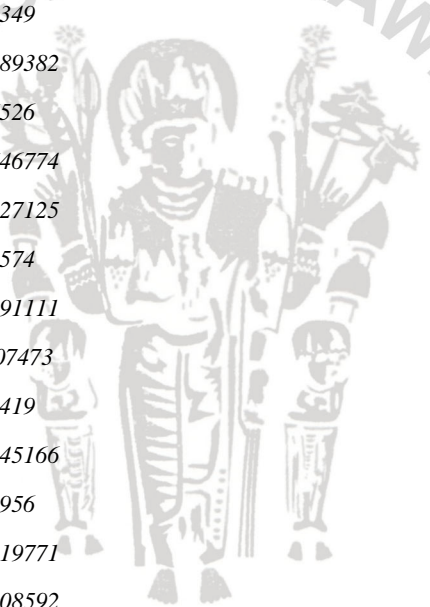
UNIVERSITAS BRAWIJAYA





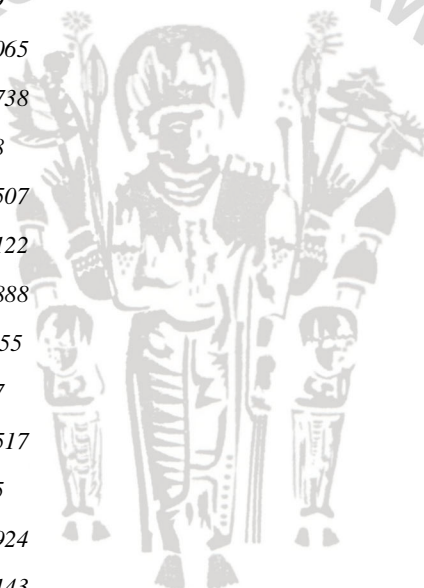
2.3039999	-10.549363
2.3059998	-10.61113
2.3079998	-10.673953
2.3100002	-10.737836
2.312	-10.80279
2.3139999	-10.86882
2.316	-10.935932
2.3180001	-11.004131
2.3199999	-11.073424
2.3219998	-11.143816
2.3239999	-11.215308
2.326	-11.287905
2.3279998	-11.36161
2.3299999	-11.436424
2.332	-11.512349
2.3340001	-11.589382
2.336	-11.667526
2.3379998	-11.746774
2.3399999	-11.827125
2.342	-11.908574
2.3439999	-11.991111
2.3459997	-12.07473
2.348	-12.159419
2.3500001	-12.245166
2.352	-12.331956
2.3539999	-12.419771
2.3559999	-12.508592
2.358	-12.598395
2.3599999	-12.689154
2.3619998	-12.780841
2.3639998	-12.873423
2.3660002	-12.966861
2.368	-13.061115
2.3699999	-13.156139
2.372	-13.251883
2.3740001	-13.348291
2.3759999	-13.445301
2.3779998	-13.542846

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



2.3799999	-13.640853
2.382	-13.73924
2.3839998	-13.837921
2.3859999	-13.936798
2.388	-14.035771
2.3900001	-14.134726
2.392	-14.233543
2.3939998	-14.332094
2.3959999	-14.430237
2.398	-14.527825
2.3999999	-14.624699
2.4019997	-14.720689
2.404	-14.815616
2.4060001	-14.909289
2.408	-15.001509
2.4099998	-15.092065
2.4119999	-15.180738
2.414	-15.267298
2.4159999	-15.351507
2.4179997	-15.433122
2.4199998	-15.511888
2.4220002	-15.58755
2.424	-15.659847
2.4259999	-15.728517
2.428	-15.793295
2.4300001	-15.853924
2.4319999	-15.910143
2.4339998	-15.961706
2.4359999	-16.008372
2.438	-16.049912
2.4399998	-16.086115
2.4419999	-16.116784
2.444	-16.141741
2.4460001	-16.160836
2.448	-16.173938
2.4499998	-16.180943
2.4519999	-16.181776
2.454	-16.176392

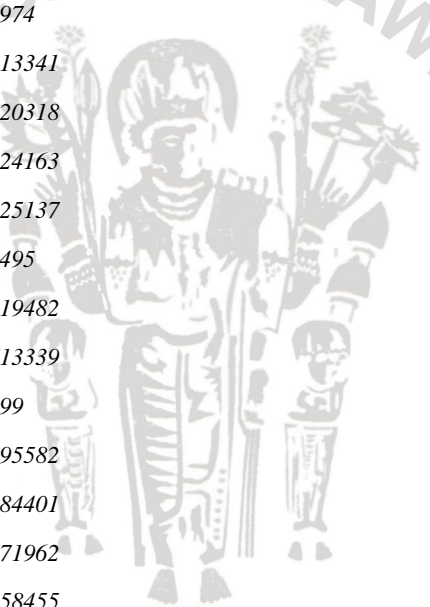
UNIVERSITAS BRAWIJAYA



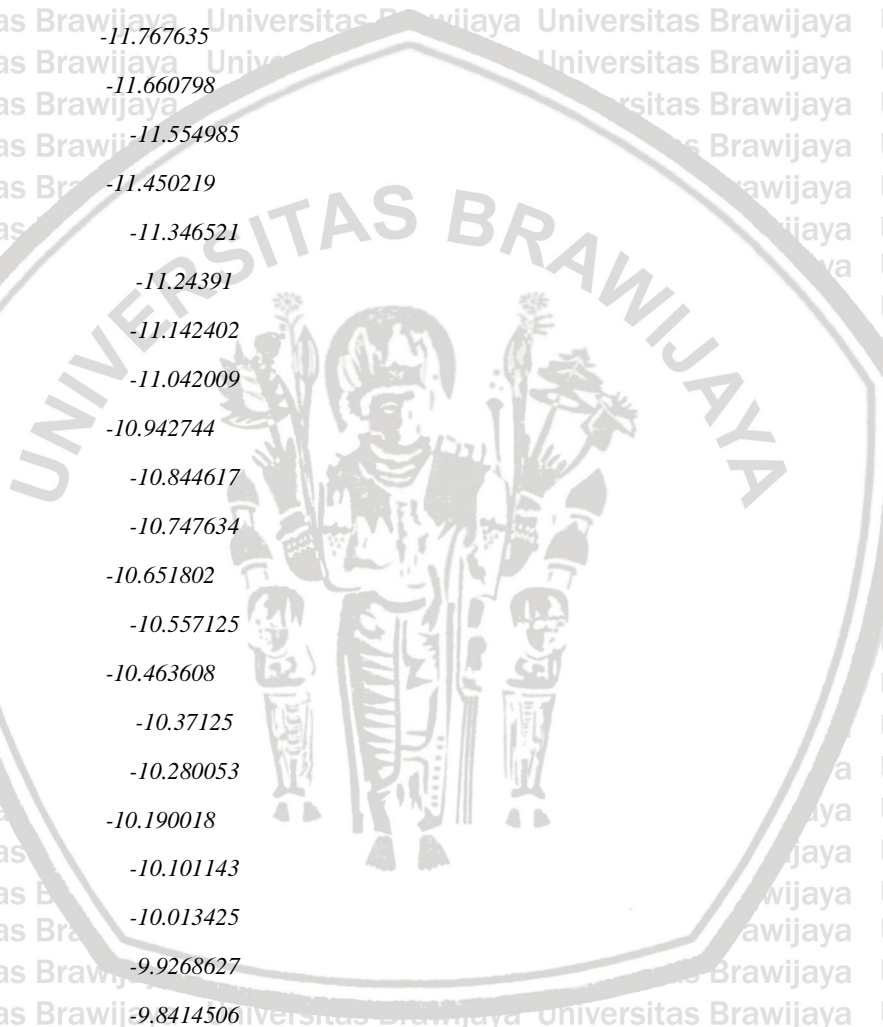


2.4559999	-16.164772
2.4579997	-16.146931
2.46	-16.12291
2.4620001	-16.092781
2.464	-16.056644
2.4659998	-16.014624
2.4679999	-15.966875
2.47	-15.913566
2.4719999	-15.854894
2.4739997	-15.791068
2.4759998	-15.722317
2.4780002	-15.64888
2.48	-15.571005
2.4819999	-15.488949
2.484	-15.402974
2.4860001	-15.313341
2.4879999	-15.220318
2.4899998	-15.124163
2.4919999	-15.025137
2.494	-14.923495
2.4959998	-14.819482
2.4979999	-14.713339
2.5	-14.605299
2.5020001	-14.495582
2.5039999	-14.384401
2.5059998	-14.271962
2.5079999	-14.158455
2.51	-14.044063
2.5119998	-13.928958
2.5139997	-13.813302
2.516	-13.697245
2.5180001	-13.58093
2.52	-13.464489
2.5219998	-13.348045
2.5239999	-13.231712
2.526	-13.115594
2.5279999	-12.999791
2.5299997	-12.88439

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



2.5319998	-12.769476
2.5340002	-12.655123
2.536	-12.541401
2.5379999	-12.428372
2.54	-12.316095
2.5420001	-12.204621
2.5439999	-12.093997
2.5459998	-11.984268
2.5479999	-11.875469
2.55	-11.767635
2.552	-11.660798
2.5539999	-11.554985
2.556	-11.450219
2.5580001	-11.346521
2.5599999	-11.24391
2.5619998	-11.142402
2.5639999	-11.042009
2.566	-10.942744
2.5679998	-10.844617
2.5699997	-10.747634
2.572	-10.651802
2.5740001	-10.557125
2.576	-10.463608
2.5779998	-10.37125
2.5799999	-10.280053
2.582	-10.190018
2.5839999	-10.101143
2.5859997	-10.013425
2.5879998	-9.9268627
2.5900002	-9.8414506
2.592	-9.7571868
2.5939999	-9.6740648
2.596	-9.59208
2.598	-9.5112264
2.5999999	-9.4314976
2.6019998	-9.352888
2.6039999	-9.2753892
2.6059999	-9.1989946



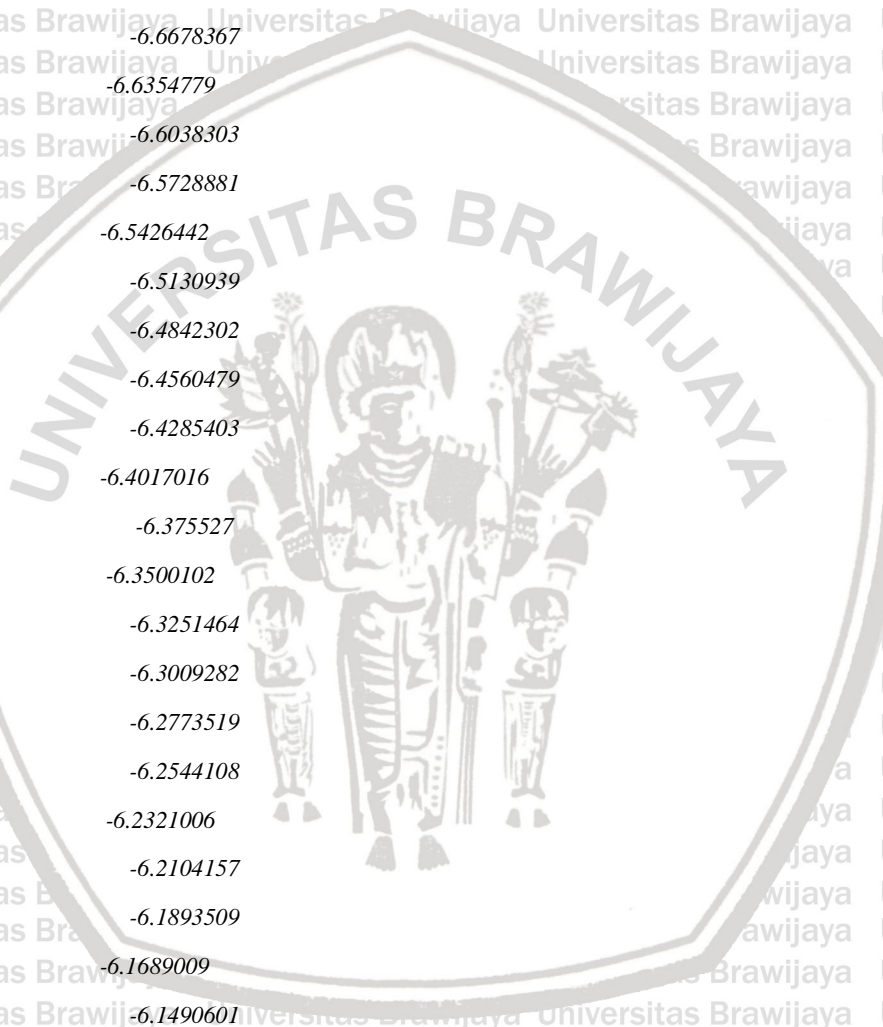


2.608	-9.1236972
2.6099999	-9.0494889
2.612	-8.9763616
2.6140001	-8.9043073
2.6159999	-8.8333179
2.6179998	-8.7633859
2.6199999	-8.6945007
2.622	-8.6266554
2.6239998	-8.5598403
2.6259997	-8.4940483
2.628	-8.4292699
2.6300001	-8.3654955
2.632	-8.302717
2.6339998	-8.240926
2.6359999	-8.1801128
2.638	-8.1202694
2.6399999	-8.061388
2.6419997	-8.0034581
2.6439998	-7.946472
2.6460001	-7.8904209
2.648	-7.8352956
2.6499999	-7.7810892
2.652	-7.7277918
2.654	-7.6753963
2.6559999	-7.6238935
2.6579998	-7.5732756
2.6599998	-7.5235329
2.6619999	-7.4746594
2.664	-7.426647
2.6659999	-7.3794868
2.668	-7.3331705
2.6700001	-7.2876918
2.6719999	-7.2430422
2.6739998	-7.1992144
2.6759999	-7.1562007
2.678	-7.1139934
2.6799998	-7.0725857
2.6819997	-7.0319697

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



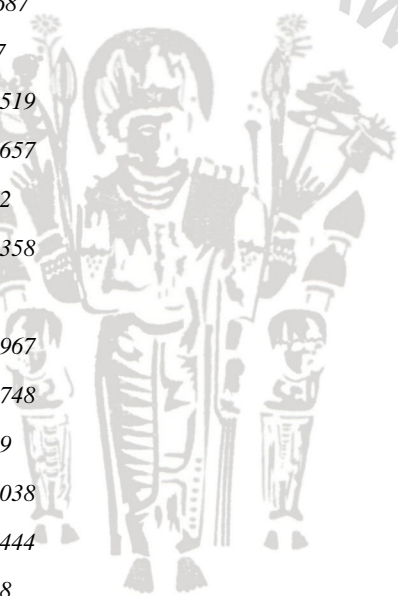
2.684	-6.9921387
2.6860001	-6.9530861
2.688	-6.9148035
2.6899998	-6.8772849
2.6919999	-6.8405235
2.694	-6.8045121
2.6959999	-6.7692443
2.6979997	-6.7347131
2.6999998	-6.7009126
2.7020001	-6.6678367
2.704	-6.6354779
2.7059999	-6.6038303
2.7079999	-6.5728881
2.71	-6.5426442
2.7119999	-6.5130939
2.7139997	-6.4842302
2.7159998	-6.4560479
2.7179999	-6.4285403
2.72	-6.4017016
2.7219999	-6.375527
2.724	-6.3500102
2.7260001	-6.3251464
2.7279999	-6.3009282
2.7299998	-6.2773519
2.7319999	-6.2544108
2.734	-6.2321006
2.7359998	-6.2104157
2.7379997	-6.1893509
2.74	-6.1689009
2.7420001	-6.1490601
2.744	-6.1298239
2.7459998	-6.1111872
2.7479999	-6.0931442
2.75	-6.0756915
2.7519999	-6.0588231
2.7539997	-6.0425337
2.7559998	-6.0268198
2.7580001	-6.0116747





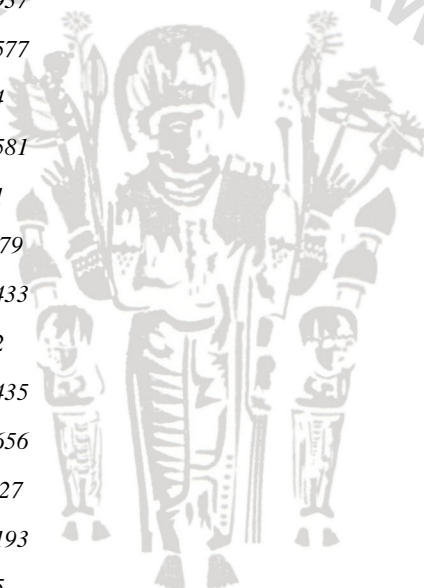
2.76	-5.9970957
2.7619998	-5.9830757
2.7639999	-5.9696126
2.766	-5.9566995
2.7679999	-5.9443331
2.7699997	-5.9325078
2.7719998	-5.9212196
2.7740002	-5.9104632
2.776	-5.9002352
2.7779999	-5.8905291
2.78	-5.8813421
2.7820001	-5.8726688
2.7839999	-5.8645047
2.7859998	-5.856846
2.7879999	-5.849687
2.79	-5.8430237
2.7919998	-5.8368519
2.7939999	-5.8311657
2.796	-5.8259622
2.7980001	-5.8212358
2.8	-5.8169818
2.8019998	-5.8131967
2.8039999	-5.8098748
2.806	-5.8070119
2.8079998	-5.8046038
2.8099997	-5.8026444
2.812	-5.8011308
2.8140001	-5.8000564
2.816	-5.7994181
2.8179998	-5.7992108
2.8199999	-5.7994289
2.822	-5.8000678
2.8239999	-5.8011233
2.8259997	-5.8025885
2.8279998	-5.8044615
2.8300002	-5.8067348
2.832	-5.8094052
2.8339999	-5.8124645

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



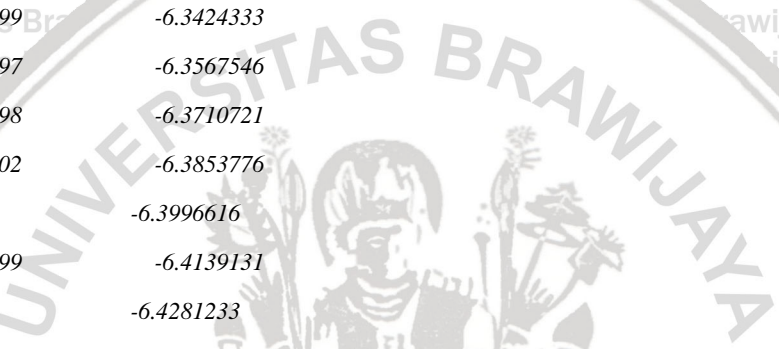
2.836	-5.8159108
2.8380001	-5.8197384
2.8399999	-5.8239398
2.8419998	-5.8285106
2.8439999	-5.8334466
2.846	-5.838742
2.8479998	-5.8443887
2.8499999	-5.8503842
2.852	-5.8567218
2.8540001	-5.8633951
2.8559999	-5.8703989
2.8579998	-5.877258
2.8599999	-5.885372
2.862	-5.8933292
2.8639998	-5.9015937
2.8659997	-5.9101577
2.868	-5.9190144
2.8700001	-5.9281581
2.872	-5.9375821
2.8739998	-5.947279
2.8759999	-5.9572433
2.878	-5.9674662
2.8799999	-5.9779435
2.8819997	-5.9886656
2.8839998	-5.999627
2.8860002	-6.0108193
2.888	-6.0222355
2.8899999	-6.0338687
2.892	-6.0457101
2.8940001	-6.0577539
2.8959999	-6.0699908
2.8979998	-6.0824122
2.8999999	-6.0950119
2.902	-6.1077816
2.9039998	-6.1207114
2.9059999	-6.1337949
2.908	-6.1470229
2.9100001	-6.1603859

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

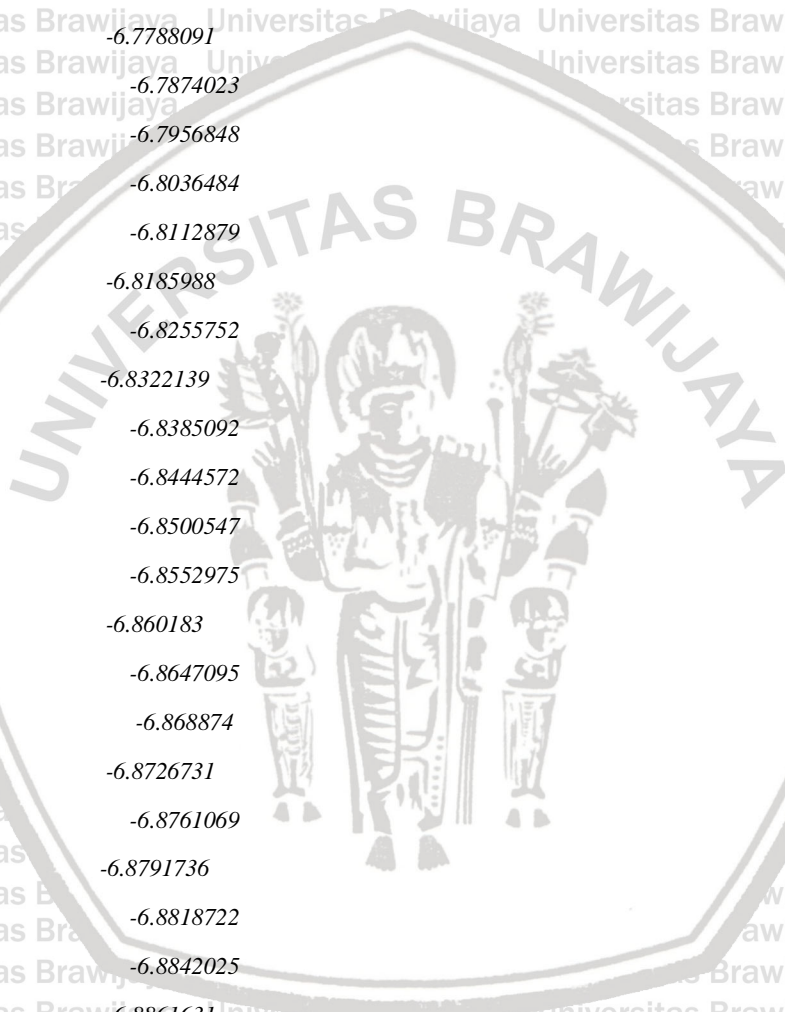




2.9119999	-6.1738767
2.9139998	-6.1874864
2.9159999	-6.2012054
2.918	-6.2150258
2.9199998	-6.2289383
2.9219997	-6.2429325
2.924	-6.257001
2.9260001	-6.2711337
2.928	-6.2853217
2.9299998	-6.2995551
2.9319999	-6.3138249
2.934	-6.3281208
2.9359999	-6.3424333
2.9379997	-6.3567546
2.9399998	-6.3710721
2.9420002	-6.3853776
2.944	-6.3996616
2.9459999	-6.4139131
2.948	-6.4281233
2.95	-6.4422827
2.9519999	-6.4563799
2.9539998	-6.4704059
2.9559999	-6.4843502
2.9579999	-6.4982039
2.9599998	-6.5119571
2.9619999	-6.5255985
2.964	-6.53912
2.9660001	-6.5525116
2.9679999	-6.5657631
2.9699998	-6.5788641
2.9719999	-6.5918068
2.974	-6.6045805
2.9759998	-6.6171765
2.9779997	-6.6295585
2.98	-6.6417973
2.9820001	-6.6538043
2.984	-6.6655973
2.9859998	-6.6771668



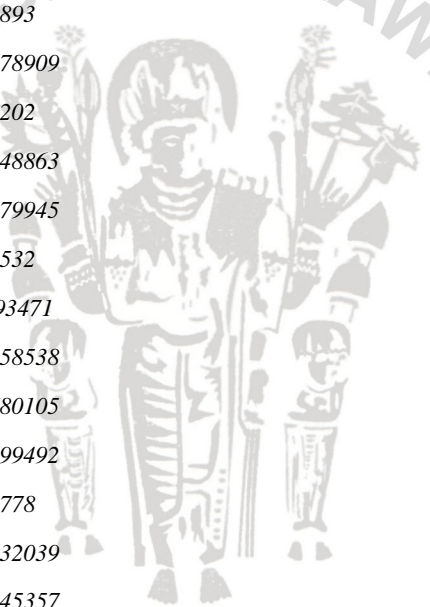
2.9879999	-6.6885052
2.99	-6.6996036
2.9919999	-6.710453
2.9939997	-6.7210473
2.9959998	-6.7313775
2.9980001	-6.7414356
3	-6.7512156
3.0019999	-6.7607075
3.0039999	-6.7699088
3.006	-6.7788091
3.0079999	-6.7874023
3.0099998	-6.7956848
3.0119998	-6.8036484
3.0139999	-6.8112879
3.016	-6.8185988
3.0179999	-6.8255752
3.02	-6.8322139
3.0220001	-6.8385092
3.0239999	-6.8444572
3.0259998	-6.8500547
3.0279999	-6.8552975
3.03	-6.860183
3.0319998	-6.8647095
3.0339997	-6.868874
3.036	-6.8726731
3.0380001	-6.8761069
3.04	-6.8791736
3.0419998	-6.8818722
3.0439999	-6.8842025
3.046	-6.8861631
3.0479999	-6.8877551
3.0499997	-6.888979
3.0519998	-6.8898351
3.0540001	-6.8903258
3.056	-6.8904511
3.0579998	-6.8902136
3.0599999	-6.8896153
3.062	-6.8886585





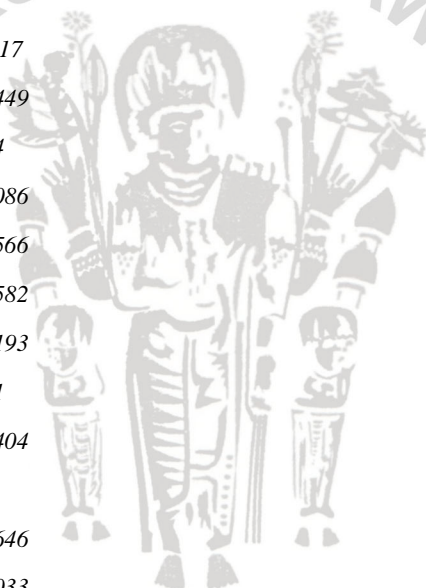
3.0639999	-6.8873465
3.0659997	-6.885683
3.0679998	-6.88367
3.0699999	-6.8813124
3.072	-6.8786152
3.0739999	-6.87558
3.076	-6.872214
3.0780001	-6.8685206
3.0799999	-6.8645058
3.0819998	-6.8601755
3.0839999	-6.8555341
3.086	-6.8505889
3.0879998	-6.8453458
3.0899997	-6.8398103
3.092	-6.8339893
3.0940001	-6.8278909
3.096	-6.8215202
3.0979998	-6.8148863
3.0999999	-6.8079945
3.102	-6.8008532
3.1039999	-6.793471
3.1059997	-6.7858538
3.1079998	-6.7780105
3.1100001	-6.7699492
3.112	-6.7616778
3.1139998	-6.7532039
3.1159999	-6.7445357
3.118	-6.7356819
3.1199999	-6.7266521
3.1219997	-6.7174529
3.1239998	-6.7080923
3.1259999	-6.6985805
3.128	-6.688924
3.1299999	-6.679133
3.132	-6.6692152
3.1340001	-6.659179
3.1359999	-6.6490316
3.1379998	-6.6387835

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



3.1399999	-6.6284419
3.142	-6.6180144
3.1439998	-6.6075104
3.1459997	-6.5969371
3.148	-6.5863031
3.1500001	-6.5756161
3.152	-6.5648843
3.1539998	-6.5541152
3.1559999	-6.543316
3.158	-6.5324948
3.1599998	-6.5216601
3.1619997	-6.5108175
3.1639998	-6.4999751
3.1660001	-6.4891397
3.168	-6.478318
3.1699998	-6.467517
3.1719999	-6.4567449
3.174	-6.4460064
3.1759999	-6.4353086
3.1779997	-6.4246566
3.1799998	-6.4140582
3.1819999	-6.4035193
3.184	-6.3930441
3.1859999	-6.3826404
3.188	-6.372312
3.1900001	-6.3620646
3.1919999	-6.3519033
3.1939998	-6.3418344
3.1959999	-6.3318601
3.198	-6.321987
3.1999998	-6.3122201
3.2019997	-6.3025618
3.204	-6.2930176
3.2060001	-6.2835905
3.2079999	-6.2742853
3.2099998	-6.2651054
3.2119999	-6.2560531
3.214	-6.2471331

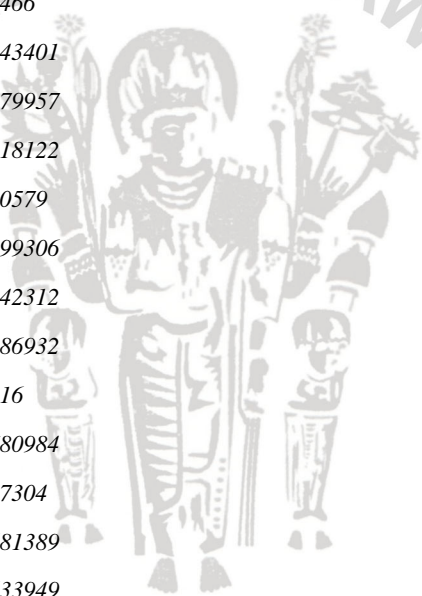
# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



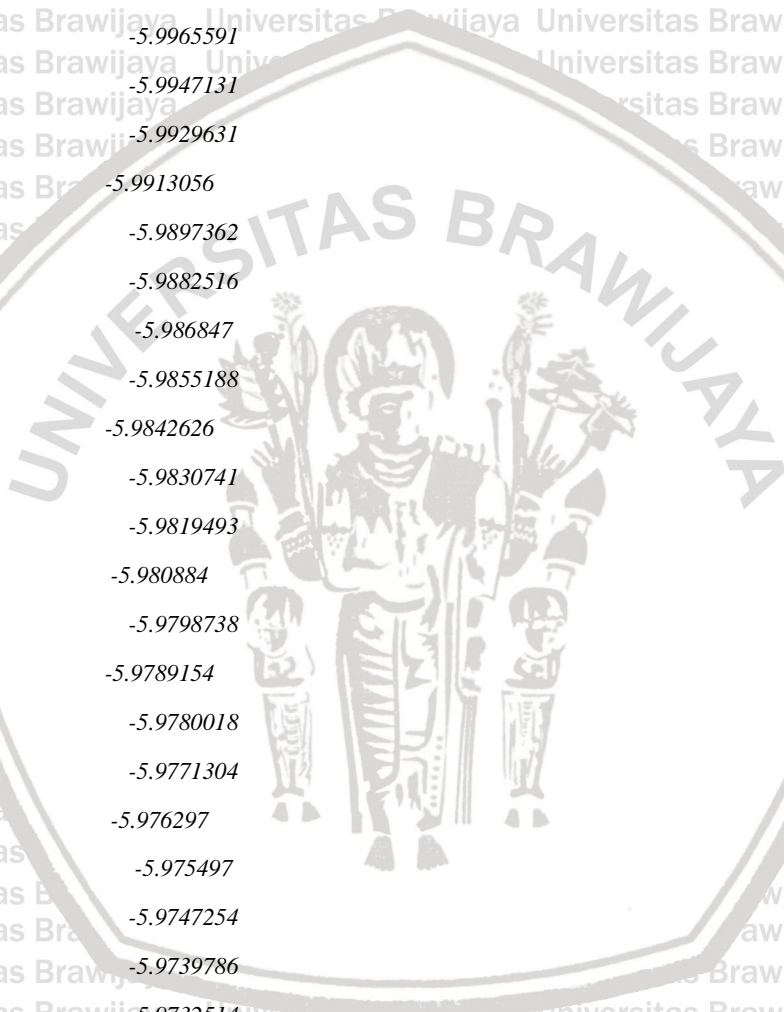


3.2159998	-6.2383482
3.2179997	-6.2297007
3.2199998	-6.2211941
3.2220001	-6.212831
3.224	-6.2046126
3.2259998	-6.1965424
3.2279999	-6.1886221
3.23	-6.180853
3.2319999	-6.1732384
3.2339997	-6.1657782
3.2359998	-6.1584742
3.2380002	-6.1513286
3.24	-6.1443416
3.2419999	-6.137514
3.244	-6.1308466
3.2460001	-6.1243401
3.2479999	-6.1179957
3.2499998	-6.1118122
3.2519999	-6.10579
3.2539999	-6.0999306
3.2559998	-6.0942312
3.2579999	-6.0886932
3.26	-6.083316
3.2620001	-6.0780984
3.2639999	-6.07304
3.2659998	-6.0681389
3.2679999	-6.0633949
3.27	-6.0588058
3.2719998	-6.054371
3.2739997	-6.0500895
3.276	-6.0459586
3.2780001	-6.0419767
3.28	-6.038142
3.2819998	-6.0344517
3.2839999	-6.0309051
3.286	-6.0274983
3.2879999	-6.0242293
3.2899997	-6.0210962

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



3.2919998	-6.0180951
3.2940001	-6.0152246
3.296	-6.0124803
3.2979999	-6.0098606
3.3	-6.0073613
3.302	-6.0049797
3.3039999	-6.0027114
3.3059998	-6.0005553
3.3079998	-5.9985055
3.3099999	-5.9965591
3.3119998	-5.9947131
3.3139999	-5.9929631
3.316	-5.9913056
3.3180001	-5.9897362
3.3199999	-5.9882516
3.3219998	-5.986847
3.3239999	-5.9855188
3.326	-5.9842626
3.3279998	-5.9830741
3.3299997	-5.9819493
3.332	-5.980884
3.3340001	-5.9798738
3.336	-5.9789154
3.3379998	-5.9780018
3.3399999	-5.9771304
3.342	-5.976297
3.3439999	-5.975497
3.3459997	-5.9747254
3.3479998	-5.9739786
3.3500001	-5.9732514
3.352	-5.9725409
3.3539999	-5.9718413
3.3559999	-5.9711491
3.358	-5.9704596
3.3599999	-5.9697688
3.3619998	-5.969073
3.3639998	-5.9683665
3.3659999	-5.9676473





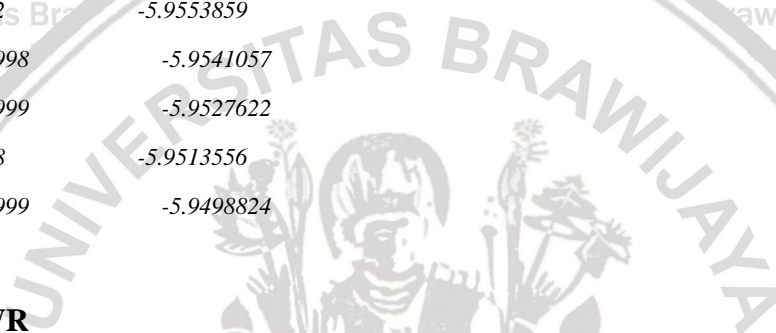
3.3679998	-5.9669109
3.3699999	-5.9661527
3.372	-5.9653686
3.3740001	-5.9645567
3.3759999	-5.9637119
3.3779998	-5.962831
3.3799999	-5.9619107
3.382	-5.960948
3.3839998	-5.959387
3.3859997	-5.958811
3.388	-5.9577711
3.3900001	-5.9566078
3.392	-5.9553859
3.3939998	-5.9541057
3.3959999	-5.9527622
3.398	-5.9513556
3.3999999	-5.9498824

**c. VSWR**

Single Patch

Frequency / GHz      VSWR2/abs,linear

1.4	2.0863072
1.402	2.0925333
1.4039999	2.0989315
1.406	2.1055019
1.408	2.1122442
1.41	2.119159
1.4119999	2.1262456
1.4139999	2.1335043
1.416	2.1409348
1.418	2.1485372
1.42	2.1563117
1.4219999	2.1642573
1.4239999	2.1723745
1.426	2.1806629
1.428	2.189122
1.4299999	2.1977517



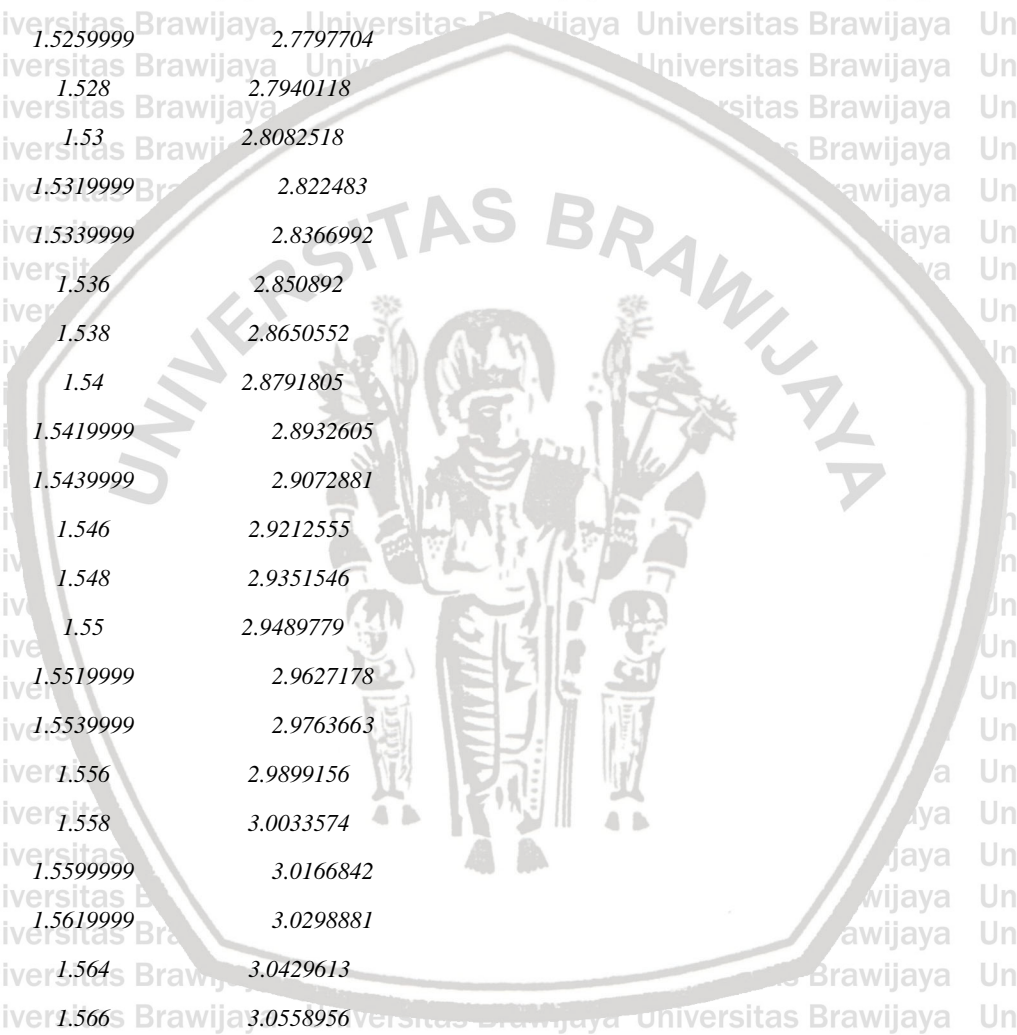
1.4319999	2.2065513
1.434	2.2155206
1.436	2.2246589
1.438	2.2339653
1.4399999	2.2434398
1.4419999	2.2530809
1.444	2.262888
1.446	2.2728601
1.448	2.282996
1.4499999	2.2932945
1.4519999	2.3037543
1.454	2.3143741
1.456	2.3251519
1.4579999	2.3360869
1.4599999	2.3471767
1.462	2.3584193
1.464	2.3698128
1.466	2.3813549
1.4679999	2.3930436
1.4699999	2.404876
1.472	2.41685
1.474	2.4289622
1.476	2.44121
1.4779999	2.4535904
1.4799999	2.4661002
1.482	2.478736
1.484	2.491494
1.4859999	2.5043711
1.4879999	2.5173627
1.49	2.5304655
1.492	2.5436749
1.494	2.5569867
1.4959999	2.5703962
1.4979999	2.5838994
1.5	2.5974912
1.502	2.6111659
1.5039999	2.6249195
1.5059999	2.6387463

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



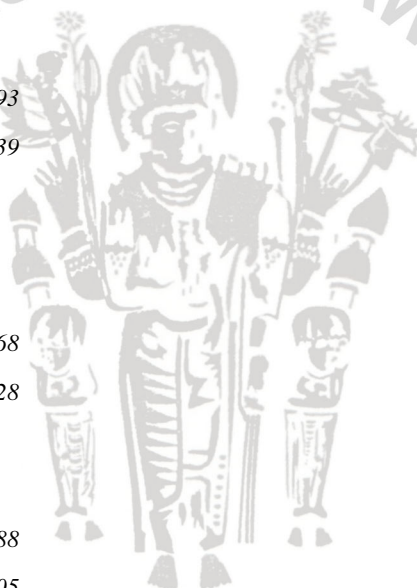


1.508	2.6526409
1.51	2.6665974
1.512	2.6806106
1.5139999	2.6946739
1.5159999	2.7087822
1.518	2.7229289
1.52	2.7371072
1.522	2.7513114
1.5239999	2.7655348
1.5259999	2.7797704
1.528	2.7940118
1.53	2.8082518
1.5319999	2.822483
1.5339999	2.8366992
1.536	2.850892
1.538	2.8650552
1.54	2.8791805
1.5419999	2.8932605
1.5439999	2.9072881
1.546	2.9212555
1.548	2.9351546
1.55	2.9489779
1.5519999	2.9627178
1.5539999	2.9763663
1.556	2.9899156
1.558	3.0033574
1.5599999	3.0166842
1.5619999	3.0298881
1.564	3.0429613
1.566	3.0558956
1.568	3.0686844
1.5699999	3.0813178
1.5719999	3.0937892
1.574	3.1060913
1.576	3.1182163
1.5779999	3.1301565
1.5799999	3.1419048
1.5819999	3.1534527



1.584	3.1647943
1.586	3.1759221
1.5879999	3.1868284
1.5899999	3.1975072
1.592	3.2079514
1.594	3.2181545
1.596	3.2281104
1.5979999	3.2378126
1.5999999	3.2472545
1.602	3.2564309
1.604	3.2653368
1.6059999	3.2739648
1.6079999	3.2823119
1.6099999	3.2903719
1.612	3.298139
1.614	3.3056094
1.6159999	3.3127793
1.6179999	3.3196439
1.62	3.3261995
1.622	3.3324429
1.624	3.3383699
1.6259999	3.3439768
1.6279999	3.3492628
1.63	3.3542221
1.632	3.3588551
1.6339999	3.3631588
1.6359999	3.3671305
1.638	3.3707694
1.64	3.3740735
1.642	3.3770422
1.6439999	3.3796743
1.6459999	3.3819684
1.648	3.3839258
1.65	3.3855545
1.652	3.3868265
1.6539999	3.3877713
1.6559999	3.388379
1.658	3.388651

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

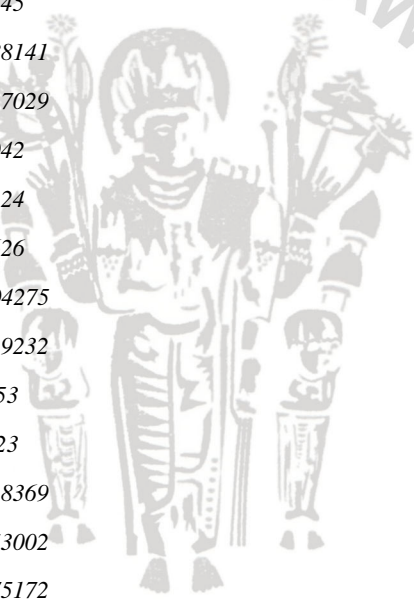






1.66	3.3885879
1.6619999	3.3881913
1.6639999	3.3874626
1.666	3.3864038
1.668	3.385016
1.67	3.3833021
1.6719999	3.381264
1.6739999	3.3789044
1.676	3.3762259
1.678	3.3732315
1.6799999	3.3699253
1.6819999	3.3663082
1.6839999	3.3623851
1.686	3.3581588
1.688	3.3536345
1.6899999	3.3488141
1.6919999	3.3437029
1.694	3.3383042
1.696	3.3326224
1.698	3.3266626
1.6999999	3.3204275
1.7019999	3.3139232
1.704	3.307153
1.706	3.300123
1.7079999	3.2928369
1.7099999	3.2853002
1.7119999	3.2775172
1.714	3.269493
1.716	3.2612336
1.7179999	3.2527425
1.7199999	3.2440254
1.722	3.2350879
1.724	3.2259351
1.726	3.2165712
1.7279999	3.2070023
1.7299999	3.1972337
1.732	3.1872699
1.734	3.1771173

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



1.7359999	3.1667803
1.7379999	3.1562643
1.74	3.1455743
1.742	3.1347155
1.744	3.123694
1.7459999	3.1125138
1.7479999	3.101181
1.75	3.0896997
1.752	3.0780763
1.7539999	3.0663152
1.7559999	3.0544214
1.7579999	3.0423997
1.76	3.0302564
1.762	3.0179944
1.7639999	3.0056203
1.7659999	2.9931382
1.768	2.980553
1.77	2.9678696
1.772	2.9550924
1.7739999	2.9422262
1.7759999	2.9292758
1.778	2.9162457
1.78	2.9031405
1.7819999	2.8899646
1.7839999	2.8767224
1.7859999	2.8634182
1.788	2.8500561
1.79	2.8366411
1.7919999	2.8231768
1.7939999	2.8096676
1.796	2.7961176
1.798	2.7825304
1.8	2.7689104
1.8019999	2.7552616
1.8039999	2.7415878
1.806	2.7278929
1.808	2.7141803
1.8099999	2.7004539

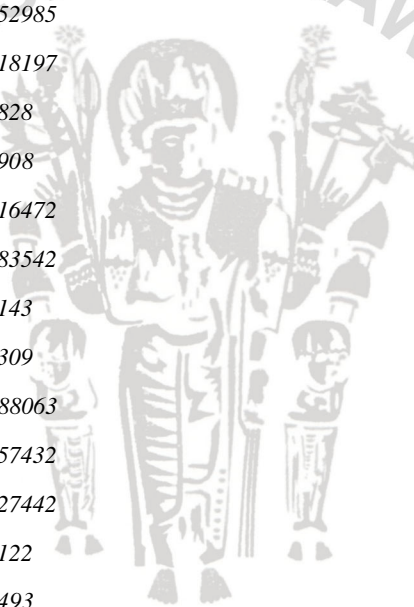
UNIVERSITAS BRAWIJAYA





1.8119999	2.686718
1.8139999	2.6729752
1.816	2.6592299
1.818	2.6454853
1.8199999	2.6317449
1.8219999	2.6180119
1.824	2.6042899
1.826	2.5905822
1.8279999	2.5768922
1.8299999	2.5632227
1.8319999	2.5495774
1.834	2.5359594
1.836	2.5223716
1.8379999	2.5088171
1.8399999	2.4952985
1.8419999	2.4818197
1.844	2.4683828
1.846	2.4549908
1.8479999	2.4416472
1.8499999	2.4283542
1.852	2.4151143
1.854	2.4019309
1.8559999	2.3888063
1.8579999	2.3757432
1.8599999	2.3627442
1.862	2.3498122
1.864	2.3369493
1.8659999	2.3241581
1.8679999	2.3114411
1.87	2.298801
1.872	2.2862396
1.874	2.2737599
1.8759999	2.2613641
1.8779999	2.2490542
1.88	2.2368327
1.882	2.2247019
1.8839999	2.2126637
1.8859999	2.2007208

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



1.8879999 2.1888746

1.89 2.1771282

1.892 2.1654827

1.8939999 2.1539406

1.8959999 2.1425043

1.898 2.1311751

1.9 2.1199555

1.902 2.1088474

1.9039999 2.0978523

1.9059999 2.0869726

1.908 2.0762099

1.91 2.0655662

1.9119999 2.055043

1.9139999 2.0446422

1.9159999 2.0343657

1.918 2.024215

1.92 2.014192

1.9219999 2.0042983

1.9239999 1.9945352

1.926 1.984905

1.928 1.9754084

1.9299999 1.9660476

1.9319999 1.9568237

1.9339999 1.9477387

1.936 1.9387933

1.938 1.9299894

1.9399999 1.9213281

1.9419999 1.912811

1.9439999 1.9044391

1.946 1.896214

1.948 1.8881366

1.9499999 1.8802081

1.9519999 1.8724298

1.954 1.8648025

1.956 1.8573276

1.9579999 1.8500059

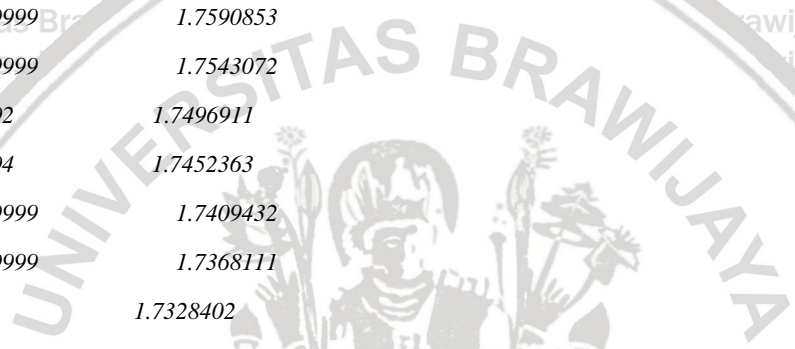
1.9599999 1.8428384

1.9619999 1.8358258

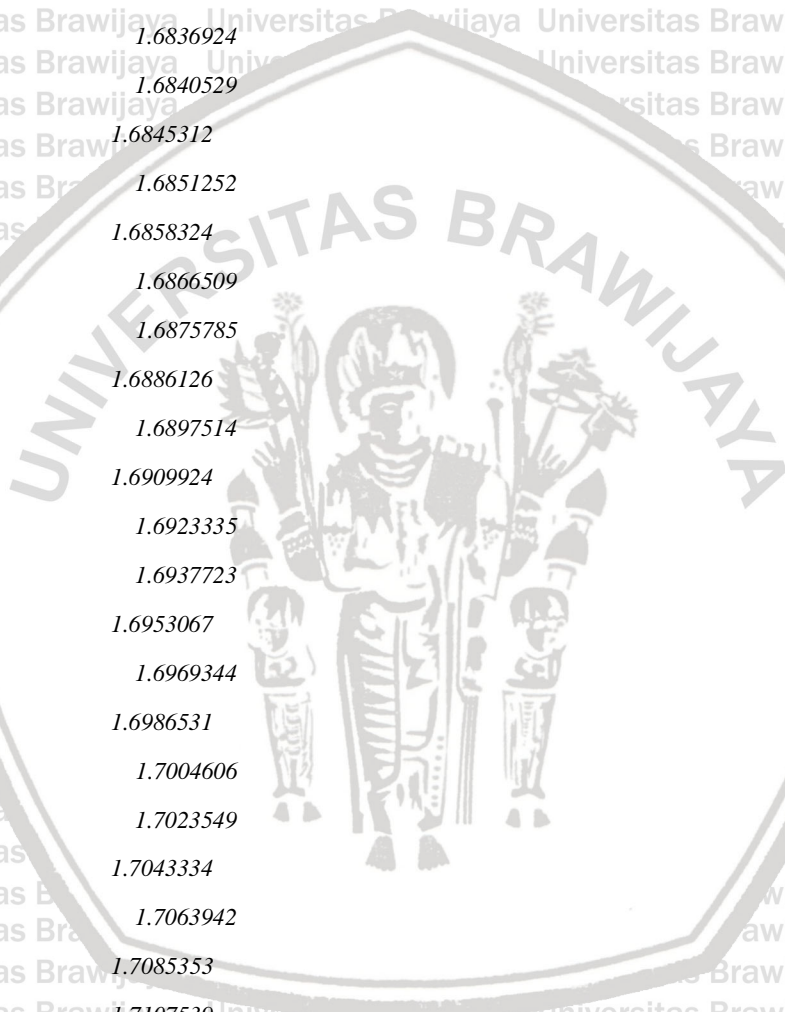




1.964	1.8289692
1.966	1.8222691
1.9679999	1.8157268
1.9699999	1.8093425
1.972	1.803117
1.974	1.7970509
1.976	1.7911445
1.9779999	1.7853986
1.9799999	1.7798134
1.982	1.7743893
1.984	1.7691263
1.9859999	1.764025
1.9879999	1.7590853
1.9899999	1.7543072
1.992	1.7496911
1.994	1.7452363
1.9959999	1.7409432
1.9979999	1.7368111
2	1.7328402
2.0019999	1.7290298
2.0039999	1.7253794
2.006	1.7218886
2.0079999	1.7185568
2.01	1.7153836
2.0119998	1.7123676
2.0139999	1.7095084
2.016	1.7068051
2.0179999	1.7042566
2.02	1.7018618
2.0219998	1.6996198
2.0239999	1.6975294
2.026	1.6955889
2.0279999	1.6937974
2.03	1.6921533
2.0319998	1.6906552
2.0339999	1.6893016
2.036	1.6880909
2.0379999	1.6870214

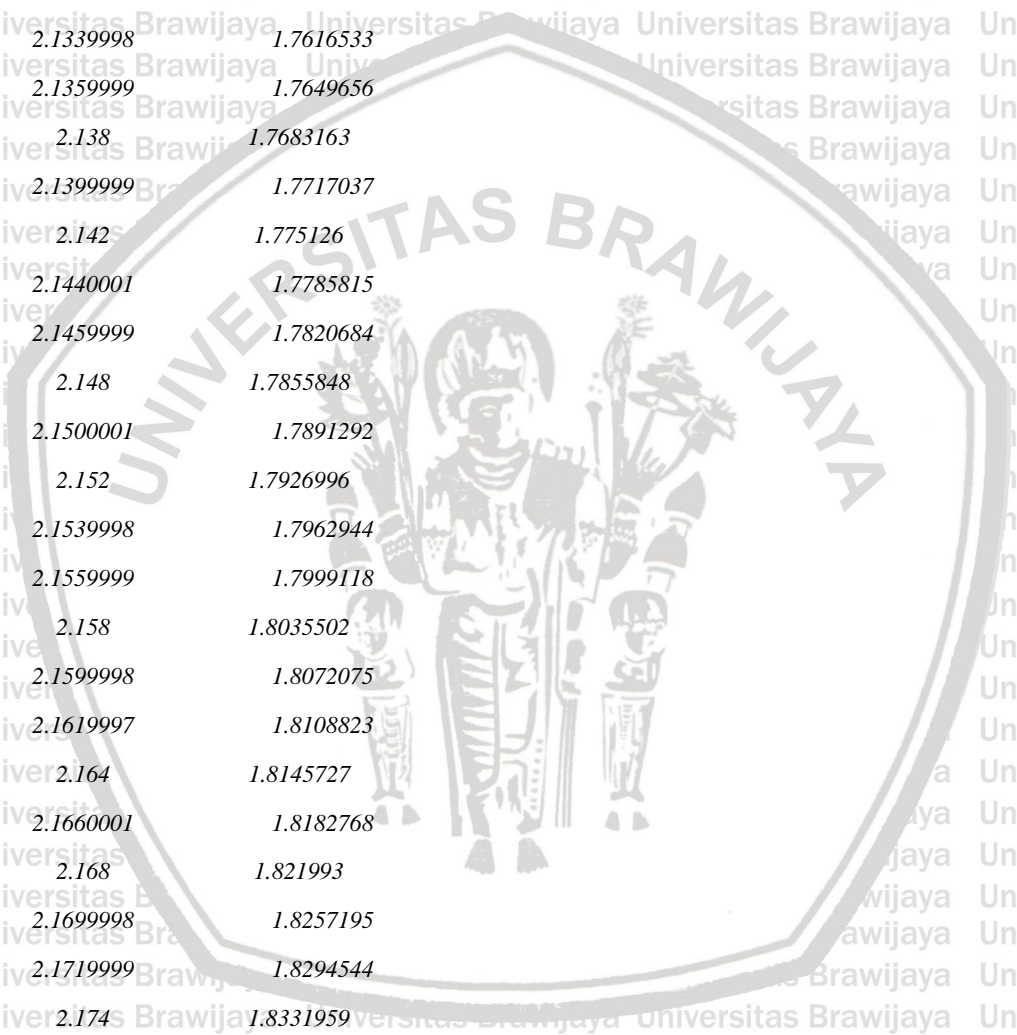


2.04	1.6860913
2.0420001	1.6852991
2.0439999	1.6846427
2.046	1.6841204
2.0479999	1.6837303
2.05	1.6834703
2.052	1.6833386
2.0539999	1.6833331
2.056	1.6834517
2.0579998	1.6836924
2.0599999	1.6840529
2.062	1.6845312
2.0639999	1.6851252
2.066	1.6858324
2.0679998	1.6866509
2.0699999	1.6875785
2.072	1.6886126
2.0739999	1.6897514
2.076	1.6909924
2.0779998	1.6923335
2.0799999	1.6937723
2.082	1.6953067
2.0839999	1.6969344
2.086	1.6986531
2.0880001	1.7004606
2.0899999	1.7023549
2.092	1.7043334
2.0939999	1.7063942
2.096	1.7085353
2.098	1.7107539
2.0999999	1.7130485
2.102	1.7154166
2.1039999	1.7178562
2.1059999	1.7203652
2.108	1.7229416
2.1099999	1.7255831
2.112	1.7282881
2.1139998	1.7310542

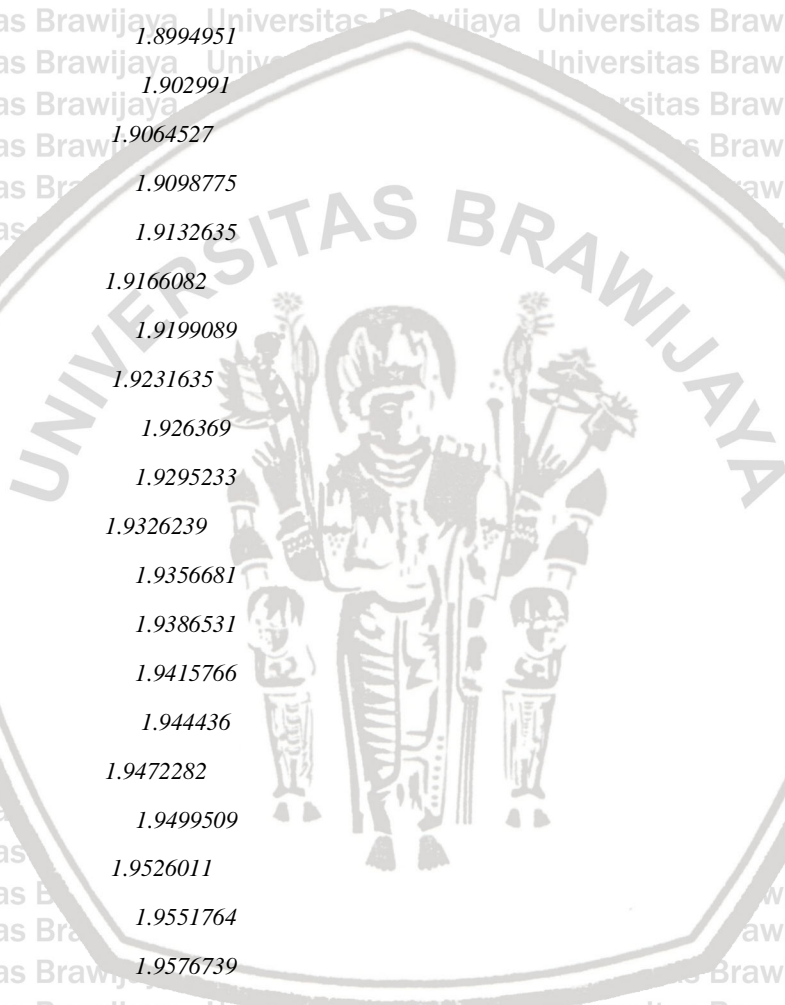




2.1159999	1.7338796
2.118	1.736762
2.1199999	1.7396998
2.122	1.7426913
2.1239998	1.7457339
2.1259999	1.7488262
2.128	1.7519661
2.1299999	1.7551519
2.132	1.7583816
2.1339998	1.7616533
2.1359999	1.7649656
2.138	1.7683163
2.1399999	1.7717037
2.142	1.775126
2.1440001	1.7785815
2.1459999	1.7820684
2.148	1.7855848
2.1500001	1.7891292
2.152	1.7926996
2.1539998	1.7962944
2.1559999	1.7999118
2.158	1.8035502
2.1599998	1.8072075
2.1619997	1.8108823
2.164	1.8145727
2.1660001	1.8182768
2.168	1.821993
2.1699998	1.8257195
2.1719999	1.8294544
2.174	1.8331959
2.1759999	1.8369422
2.1779997	1.8406916
2.1799998	1.8444419
2.1820002	1.8481914
2.184	1.8519385
2.1859999	1.8556807
2.188	1.8594164
2.1900001	1.8631437

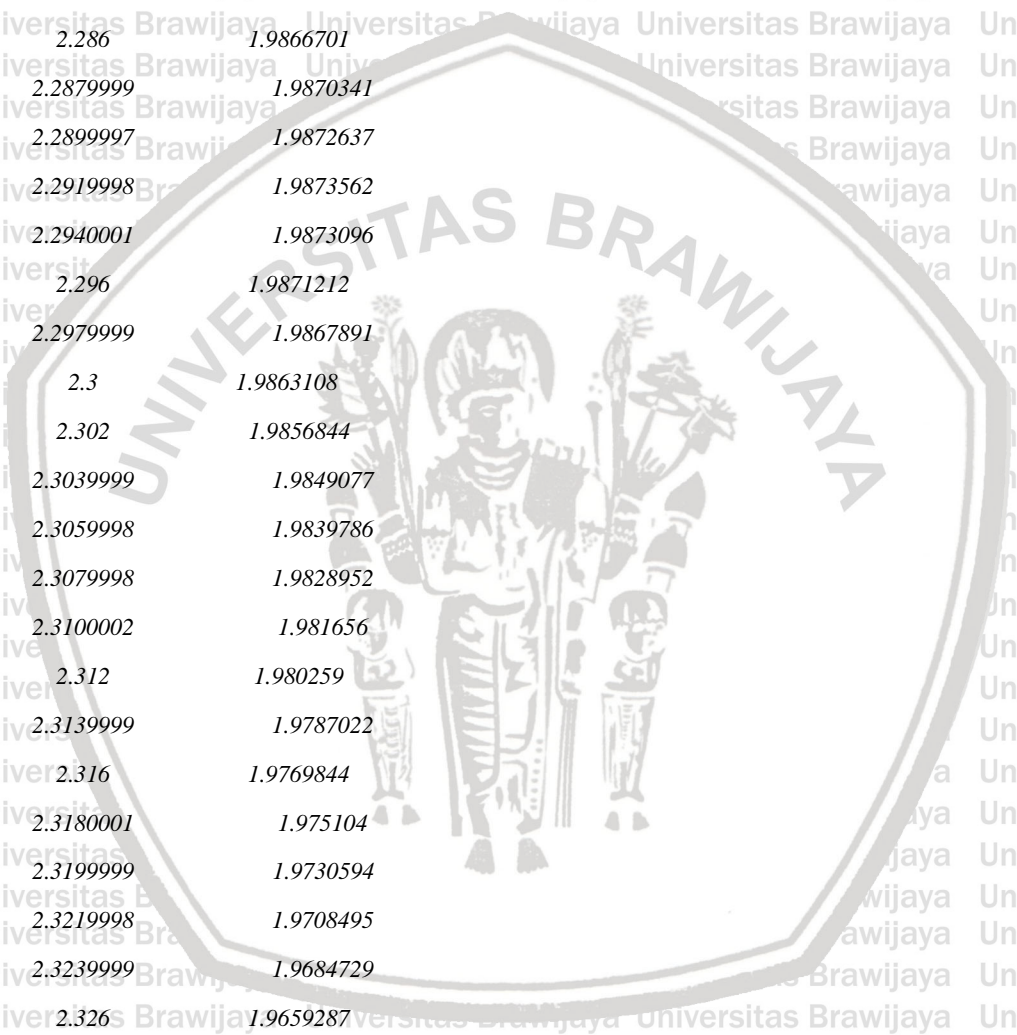


2.1919999	1.8668603
2.1939998	1.8705645
2.1959999	1.8742541
2.198	1.8779269
2.2	1.8815812
2.2019999	1.8852145
2.204	1.8888248
2.2060001	1.8924096
2.2079999	1.8959673
2.2099998	1.8994951
2.2119999	1.902991
2.214	1.9064527
2.2159998	1.9098775
2.2179997	1.9132635
2.22	1.9166082
2.2220001	1.9199089
2.224	1.9231635
2.2259998	1.926369
2.2279999	1.9295233
2.23	1.9326239
2.2319999	1.9356681
2.2339997	1.9386531
2.2359998	1.9415766
2.2380002	1.944436
2.24	1.9472282
2.2419999	1.9499509
2.244	1.9526011
2.2460001	1.9551764
2.2479999	1.9576739
2.2499998	1.9600907
2.2519999	1.9624244
2.2539999	1.9646719
2.256	1.9668308
2.2579999	1.9688978
2.26	1.9708704
2.2620001	1.972746
2.2639999	1.9745214
2.2659998	1.9761942

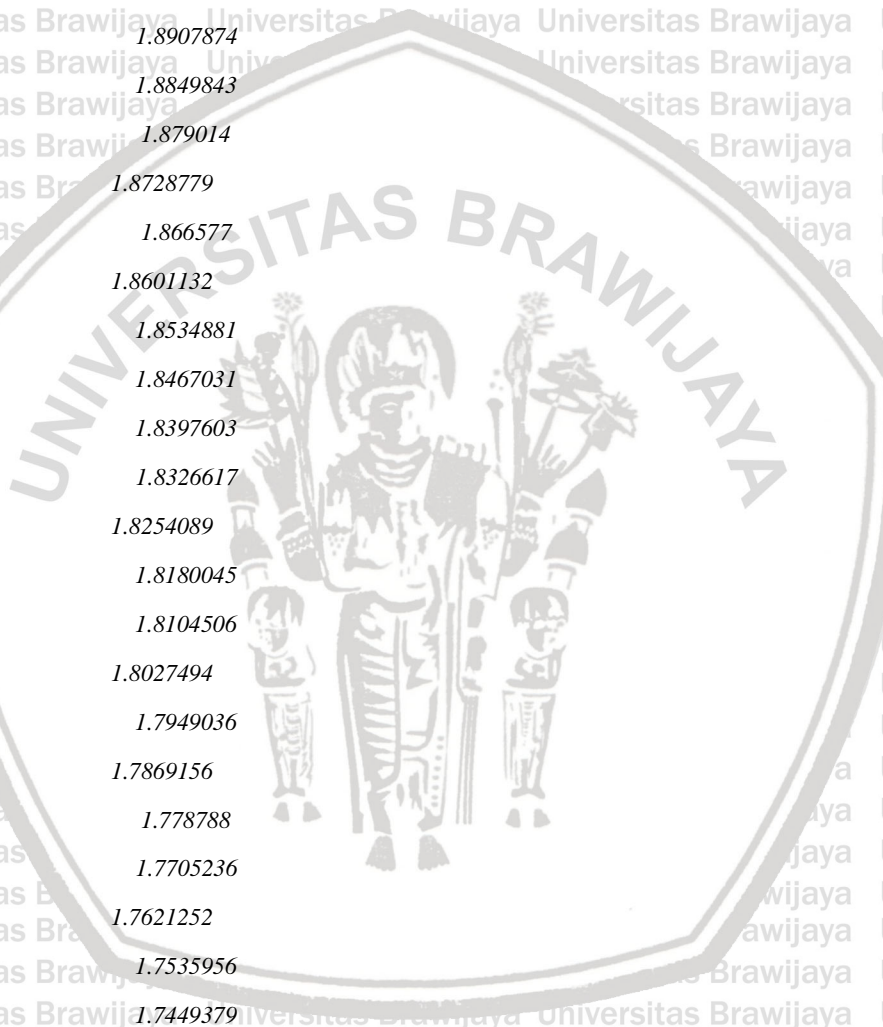




2.2679999	1.9777614
2.27	1.9792204
2.2719998	1.9805683
2.2739997	1.9818026
2.276	1.9829203
2.2780001	1.983919
2.28	1.9847959
2.2819998	1.9855485
2.2839999	1.9861741
2.286	1.9866701
2.2879999	1.9870341
2.2899997	1.9872637
2.2919998	1.9873562
2.2940001	1.9873096
2.296	1.9871212
2.2979999	1.9867891
2.3	1.9863108
2.302	1.9856844
2.3039999	1.9849077
2.3059998	1.9839786
2.3079998	1.9828952
2.3100002	1.981656
2.312	1.980259
2.3139999	1.9787022
2.316	1.9769844
2.3180001	1.975104
2.3199999	1.9730594
2.3219998	1.9708495
2.3239999	1.9684729
2.326	1.9659287
2.3279998	1.9632155
2.3299999	1.9603325
2.332	1.9572791
2.3340001	1.9540543
2.336	1.9506577
2.3379998	1.9470886
2.3399999	1.9433467
2.342	1.9394317



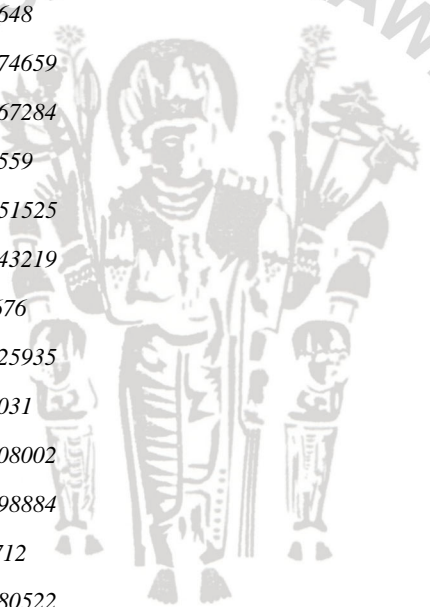
2.3439999	1.9353437
2.3459997	1.9310822
2.348	1.9266476
2.3500001	1.92204
2.352	1.9172597
2.3539999	1.9123071
2.3559999	1.9071829
2.358	1.9018877
2.3599999	1.8964223
2.3619998	1.8907874
2.3639998	1.8849843
2.3660002	1.879014
2.368	1.8728779
2.3699999	1.866577
2.372	1.8601132
2.3740001	1.8534881
2.3759999	1.8467031
2.3779998	1.8397603
2.3799999	1.8326617
2.382	1.8254089
2.3839998	1.8180045
2.3859999	1.8104506
2.388	1.8027494
2.3900001	1.7949036
2.392	1.7869156
2.3939998	1.778788
2.3959999	1.7705236
2.398	1.7621252
2.3999999	1.7535956
2.4019997	1.7449379
2.404	1.7361549
2.4060001	1.7272501
2.408	1.7182263
2.4099998	1.7090869
2.4119999	1.6998354
2.414	1.690475
2.4159999	1.6810091
2.4179997	1.6714411



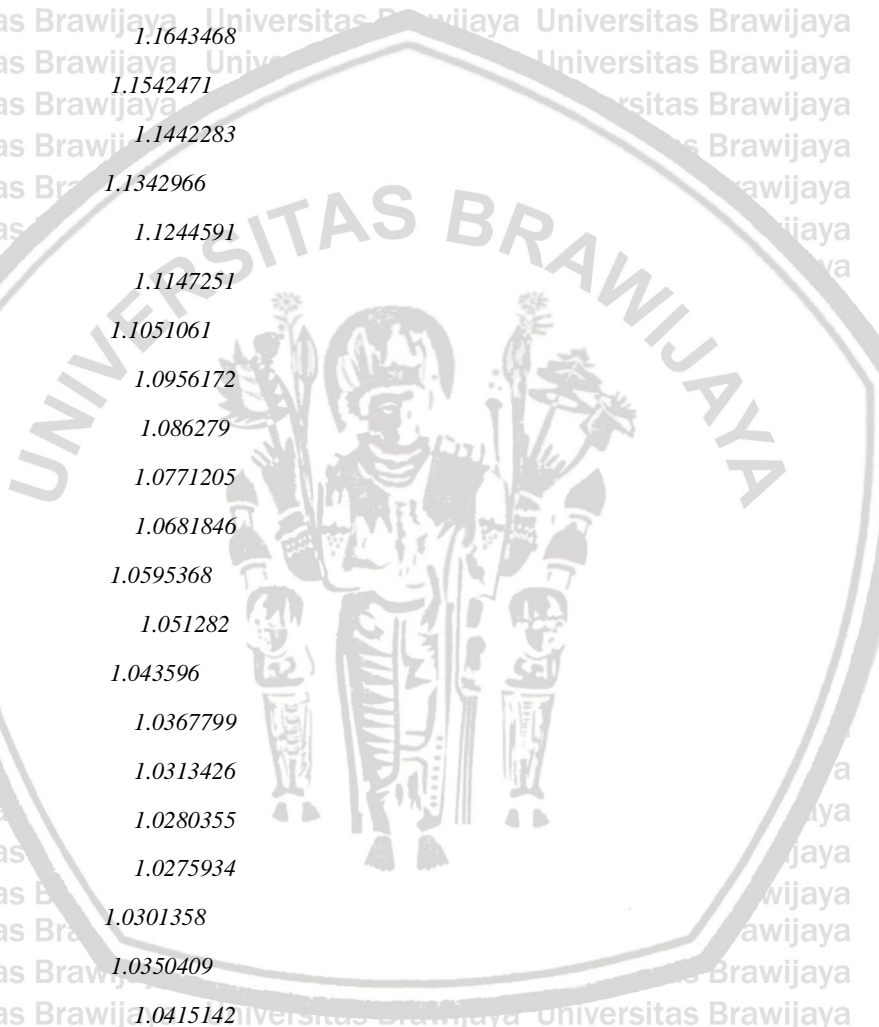


2.4199998	1.6617748
2.4220002	1.6520136
2.424	1.6421611
2.4259999	1.632221
2.428	1.622197
2.4300001	1.6120926
2.4319999	1.6019119
2.4339998	1.5916583
2.4359999	1.5813358
2.438	1.5709481
2.4399998	1.560499
2.4419999	1.5499924
2.444	1.5394319
2.4460001	1.5288215
2.448	1.5181648
2.4499998	1.5074659
2.4519999	1.4967284
2.454	1.4859559
2.4559999	1.4751525
2.4579997	1.4643219
2.46	1.4534676
2.4620001	1.4425935
2.464	1.4317031
2.4659998	1.4208002
2.4679999	1.4098884
2.47	1.3989712
2.4719999	1.3880522
2.4739997	1.3771351
2.4759998	1.366223
2.4780002	1.3553197
2.48	1.3444285
2.4819999	1.3335528
2.484	1.322696
2.4860001	1.3118613
2.4879999	1.3010521
2.4899998	1.2902717
2.4919999	1.2795232
2.494	1.26881

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



2.4959998	1.2581354
2.4979999	1.2475025
2.5	1.2369144
2.5020001	1.2263747
2.5039999	1.2158867
2.5059998	1.2054537
2.5079999	1.1950794
2.51	1.1847673
2.5119998	1.1745218
2.5139997	1.1643468
2.516	1.1542471
2.5180001	1.1442283
2.52	1.1342966
2.5219998	1.1244591
2.5239999	1.1147251
2.526	1.1051061
2.5279999	1.0956172
2.5299997	1.086279
2.5319998	1.0771205
2.5340002	1.0681846
2.536	1.0595368
2.5379999	1.051282
2.54	1.043596
2.5420001	1.0367799
2.5439999	1.0313426
2.5459998	1.0280355
2.5479999	1.0275934
2.55	1.0301358
2.552	1.0350409
2.5539999	1.0415142
2.556	1.0489739
2.5580001	1.0570682
2.5599999	1.0655926
2.5619998	1.0744256
2.5639999	1.0834927
2.566	1.0927457
2.5679998	1.1021521
2.5699997	1.1116896



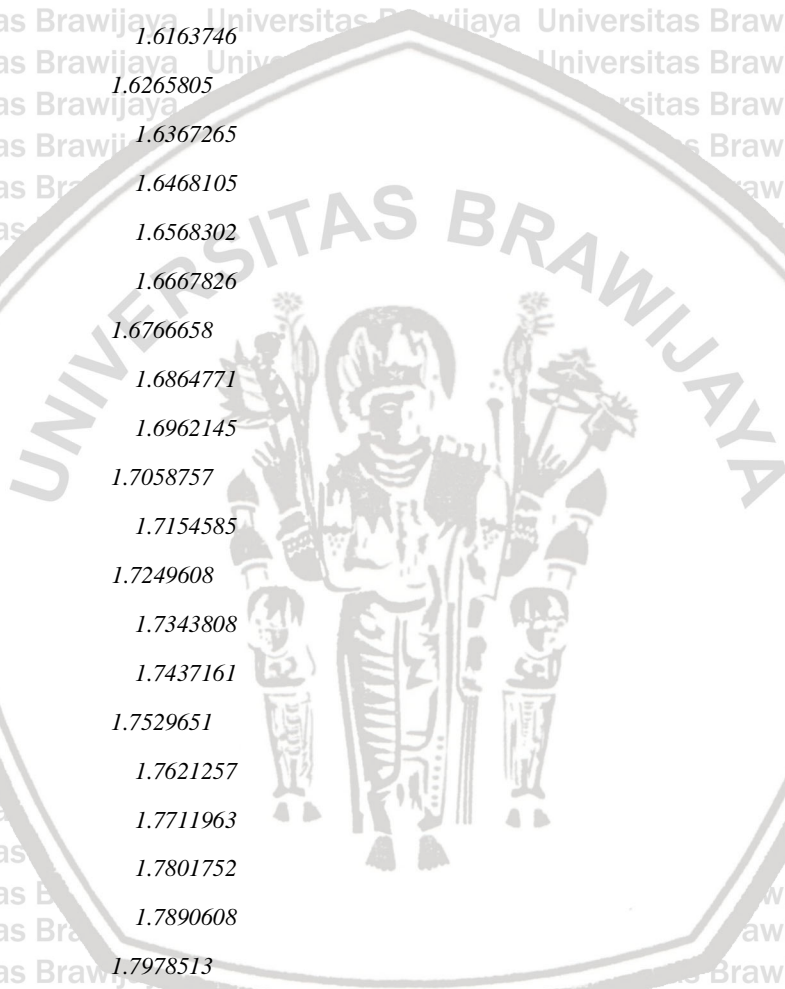


2.572	1.1213414
2.5740001	1.1310953
2.576	1.1409417
2.5779998	1.1508729
2.5799999	1.1608823
2.582	1.1709643
2.5839999	1.1811142
2.5859997	1.1913278
2.5879998	1.2016012
2.5900002	1.2119305
2.592	1.2223126
2.5939999	1.2327442
2.596	1.2432219
2.598	1.2537429
2.5999999	1.264304
2.6019998	1.2749024
2.6039999	1.285535
2.6059999	1.2961991
2.608	1.3068916
2.6099999	1.3176101
2.612	1.328351
2.6140001	1.3391118
2.6159999	1.3498897
2.6179998	1.3606819
2.6199999	1.3714849
2.622	1.3822964
2.6239998	1.3931136
2.6259997	1.4039331
2.628	1.4147521
2.6300001	1.4255678
2.632	1.4363775
2.6339998	1.4471775
2.6359999	1.4579658
2.638	1.4687391
2.6399999	1.4794942
2.6419997	1.4902288
2.6439998	1.5009393
2.6460001	1.5116233

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



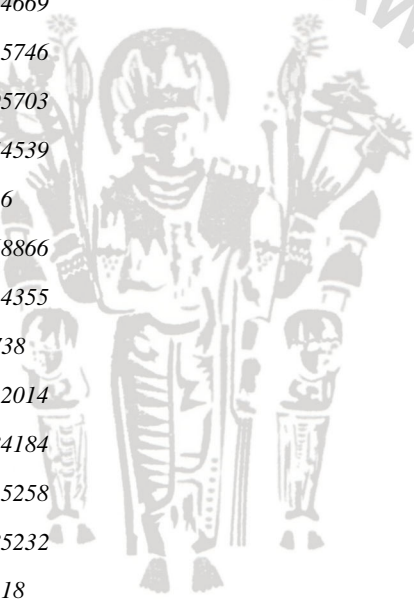
2.648	1.5222778
2.6499999	1.5328998
2.652	1.5434868
2.654	1.5540356
2.6559999	1.5645435
2.6579998	1.5750079
2.6599998	1.585426
2.6619999	1.5957947
2.664	1.6061119
2.6659999	1.6163746
2.668	1.6265805
2.6700001	1.6367265
2.6719999	1.6468105
2.6739998	1.6568302
2.6759999	1.6667826
2.678	1.6766658
2.6799998	1.6864771
2.6819997	1.6962145
2.684	1.7058757
2.6860001	1.7154585
2.688	1.7249608
2.6899998	1.7343808
2.6919999	1.7437161
2.694	1.7529651
2.6959999	1.7621257
2.6979997	1.7711963
2.6999998	1.7801752
2.7020001	1.7890608
2.704	1.7978513
2.7059999	1.8065454
2.7079999	1.8151415
2.71	1.8236383
2.7119999	1.8320346
2.7139997	1.8403292
2.7159998	1.8485207
2.7179999	1.8566083
2.72	1.8645907
2.7219999	1.872467



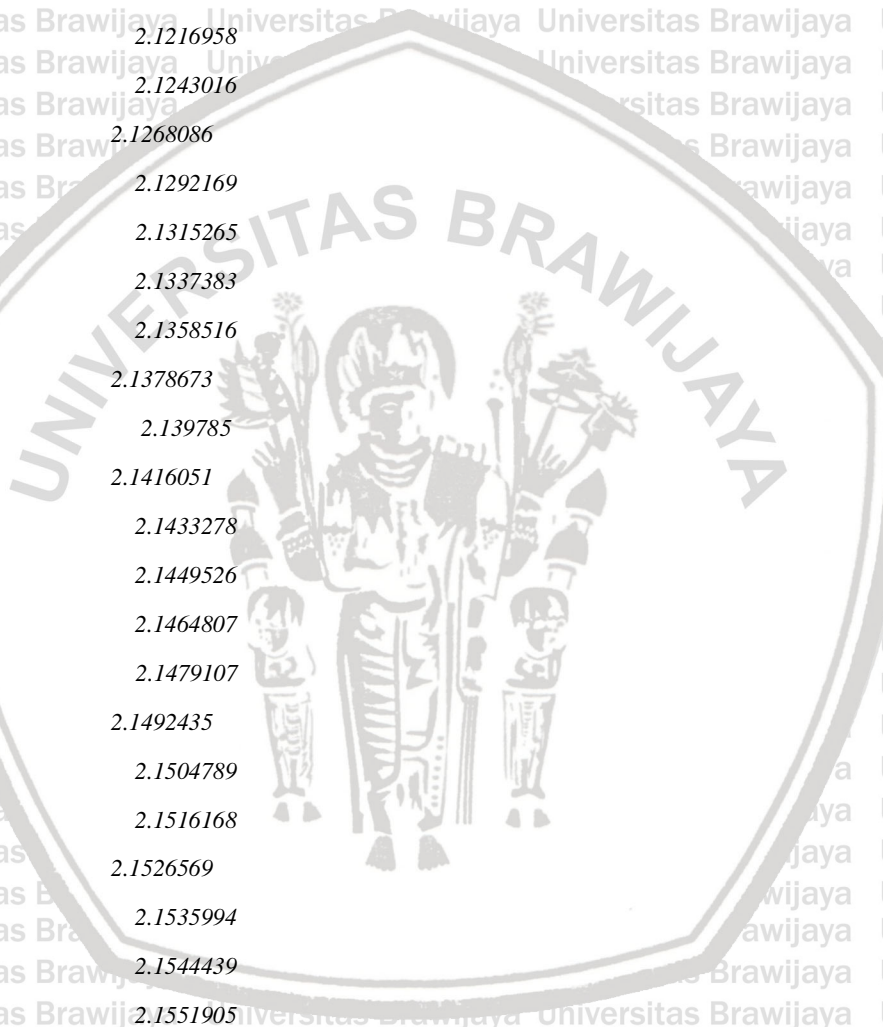


2.724	1.8802367
2.7260001	1.8878987
2.7279999	1.8954523
2.7299998	1.902897
2.7319999	1.9102319
2.734	1.9174568
2.7359998	1.9245709
2.7379997	1.9315741
2.74	1.9384659
2.7420001	1.9452461
2.744	1.9519146
2.7459998	1.9584708
2.7479999	1.9649151
2.75	1.9712471
2.7519999	1.9774669
2.7539997	1.9835746
2.7559998	1.9895703
2.7580001	1.9954539
2.76	2.001226
2.7619998	2.0068866
2.7639999	2.0124355
2.766	2.0178738
2.7679999	2.0232014
2.7699997	2.0284184
2.7719998	2.0335258
2.7740002	2.0385232
2.776	2.0434118
2.7779999	2.0481917
2.78	2.0528631
2.7820001	2.0574268
2.7839999	2.0618834
2.7859998	2.0662329
2.7879999	2.0704761
2.79	2.0746135
2.7919998	2.0786458
2.7939999	2.0825731
2.796	2.0863962
2.7980001	2.0901152

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

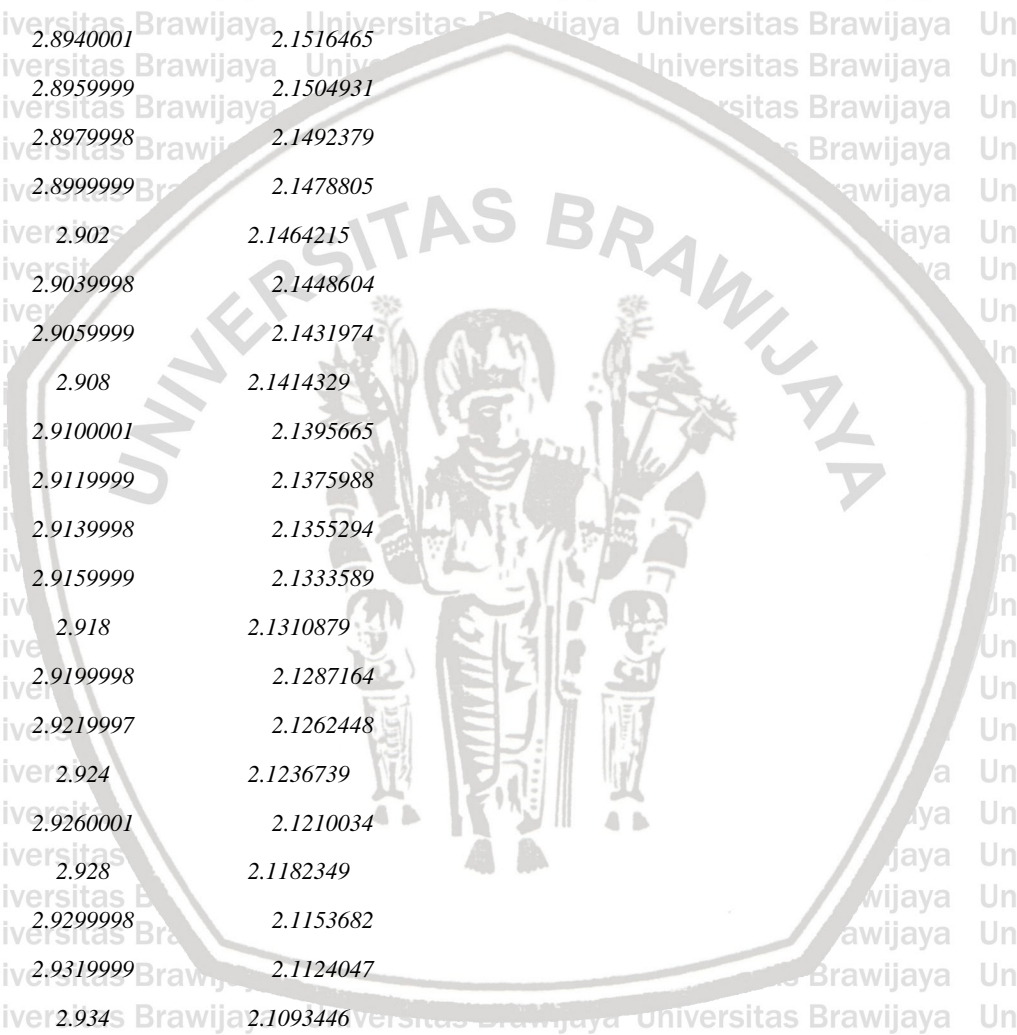


2.8	2.0937309
2.8019998	2.0972439
2.8039999	2.1006544
2.806	2.1039626
2.8079998	2.1071696
2.8099997	2.1102756
2.812	2.1132807
2.8140001	2.1161854
2.816	2.1189904
2.8179998	2.1216958
2.8199999	2.1243016
2.822	2.1268086
2.8239999	2.1292169
2.8259997	2.1315265
2.8279998	2.1337383
2.8300002	2.1358516
2.832	2.1378673
2.8339999	2.139785
2.836	2.1416051
2.8380001	2.1433278
2.8399999	2.1449526
2.8419998	2.1464807
2.8439999	2.1479107
2.846	2.1492435
2.8479998	2.1504789
2.8499999	2.1516168
2.852	2.1526569
2.8540001	2.1535994
2.8559999	2.1544439
2.8579998	2.1551905
2.8599999	2.1558389
2.862	2.1563891
2.8639998	2.1568408
2.8659997	2.1571935
2.868	2.1574477
2.8700001	2.1576024
2.872	2.1576581
2.8739998	2.1576139

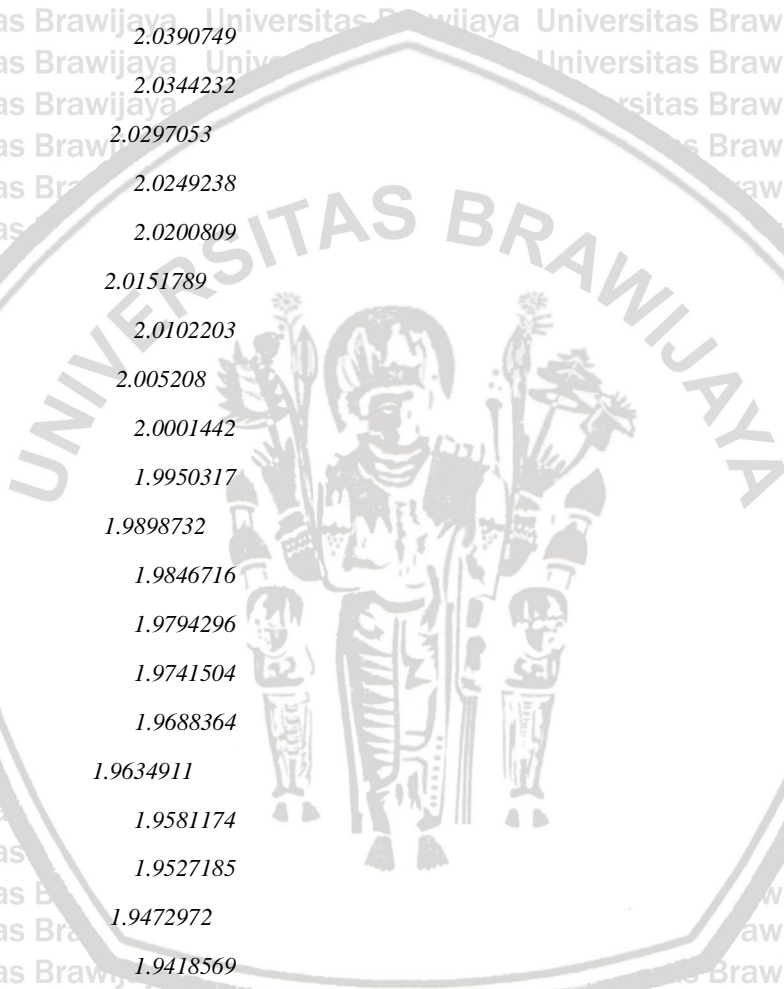




2.8759999	2.15747
2.878	2.1572258
2.8799999	2.1568817
2.8819997	2.156437
2.8839998	2.1558914
2.8860002	2.1552451
2.888	2.1544975
2.8899999	2.1536488
2.892	2.1526985
2.8940001	2.1516465
2.8959999	2.1504931
2.8979998	2.1492379
2.8999999	2.1478805
2.902	2.1464215
2.9039998	2.1448604
2.9059999	2.1431974
2.908	2.1414329
2.9100001	2.1395665
2.9119999	2.1375988
2.9139998	2.1355294
2.9159999	2.1333589
2.918	2.1310879
2.9199998	2.1287164
2.9219997	2.1262448
2.924	2.1236739
2.9260001	2.1210034
2.928	2.1182349
2.9299998	2.1153682
2.9319999	2.1124047
2.934	2.1093446
2.9359999	2.1061889
2.9379997	2.1029388
2.9399998	2.0995949
2.9420002	2.0961582
2.944	2.0926302
2.9459999	2.0890118
2.948	2.0853043
2.95	2.0815091

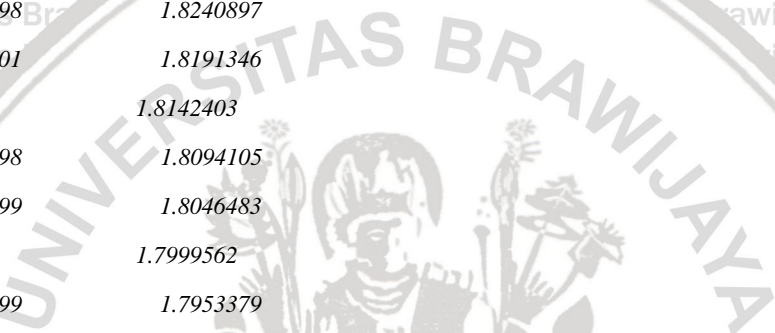


2.9519999	2.0776276
2.9539998	2.073661
2.9559999	2.0696111
2.9579999	2.0654798
2.9599998	2.061268
2.9619999	2.0569783
2.964	2.052612
2.9660001	2.0481715
2.9679999	2.0436584
2.9699998	2.0390749
2.9719999	2.0344232
2.974	2.0297053
2.9759998	2.0249238
2.9779997	2.0200809
2.98	2.0151789
2.9820001	2.0102203
2.984	2.005208
2.9859998	2.0001442
2.9879999	1.9950317
2.99	1.9898732
2.9919999	1.9846716
2.9939997	1.9794296
2.9959998	1.9741504
2.9980001	1.9688364
3.0019999	1.9634911
3.0039999	1.9581174
3.006	1.9527185
3.0079999	1.9472972
3.0099998	1.9418569
3.0119998	1.936401
3.0139999	1.9309322
3.016	1.9254545
3.0179999	1.9199705
3.02	1.9144838
3.0220001	1.908998
3.0239999	1.9035161
3.0259998	1.8980419
	1.8925783

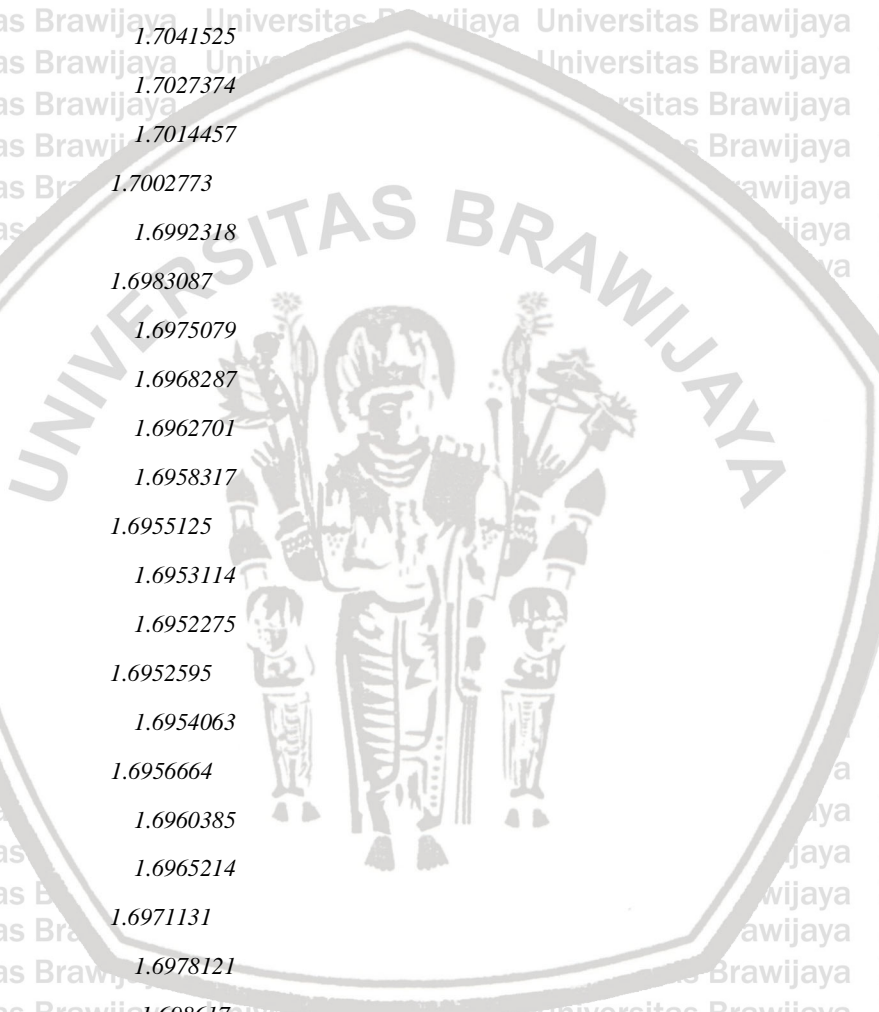




3.0279999	1.8871292
3.03	1.8816975
3.0319998	1.8762869
3.0339997	1.870901
3.036	1.8655428
3.0380001	1.8602162
3.04	1.8549243
3.0419998	1.8496702
3.0439999	1.8444579
3.046	1.8392902
3.0479999	1.8341709
3.0499997	1.829103
3.0519998	1.8240897
3.0540001	1.8191346
3.056	1.8142403
3.0579998	1.8094105
3.0599999	1.8046483
3.062	1.7999562
3.0639999	1.7953379
3.0659997	1.7907958
3.0679998	1.786333
3.0699999	1.7819523
3.072	1.7776566
3.0739999	1.7734484
3.076	1.7693304
3.0780001	1.7653051
3.0799999	1.7613748
3.0819998	1.7575423
3.0839999	1.7538095
3.086	1.7501785
3.0879998	1.7466519
3.0899997	1.7432312
3.092	1.7399186
3.0940001	1.7367158
3.096	1.7336244
3.0979998	1.7306461
3.0999999	1.7277824
3.102	1.7250345



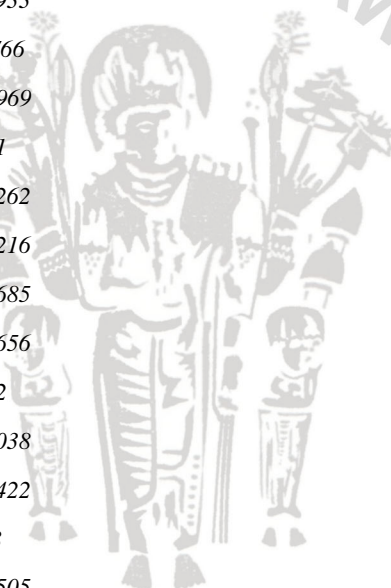
3.1039999	1.722404
3.1059997	1.7198918
3.1079998	1.7174988
3.1100001	1.7152261
3.112	1.7130746
3.1139998	1.7110448
3.1159999	1.7091373
3.118	1.7073525
3.1199999	1.705691
3.1219997	1.7041525
3.1239998	1.7027374
3.1259999	1.7014457
3.128	1.7002773
3.1299999	1.6992318
3.132	1.6983087
3.1340001	1.6975079
3.1359999	1.6968287
3.1379998	1.6962701
3.1399999	1.6958317
3.142	1.6955125
3.1439998	1.6953114
3.1459997	1.6952275
3.148	1.6952595
3.1500001	1.6954063
3.152	1.6956664
3.1539998	1.6960385
3.1559999	1.6965214
3.158	1.6971131
3.1599998	1.6978121
3.1619997	1.698617
3.1639998	1.6995258
3.1660001	1.7005368
3.168	1.7016484
3.1699998	1.7028585
3.1719999	1.7041655
3.174	1.7055673
3.1759999	1.7070618
3.1779997	1.7086472



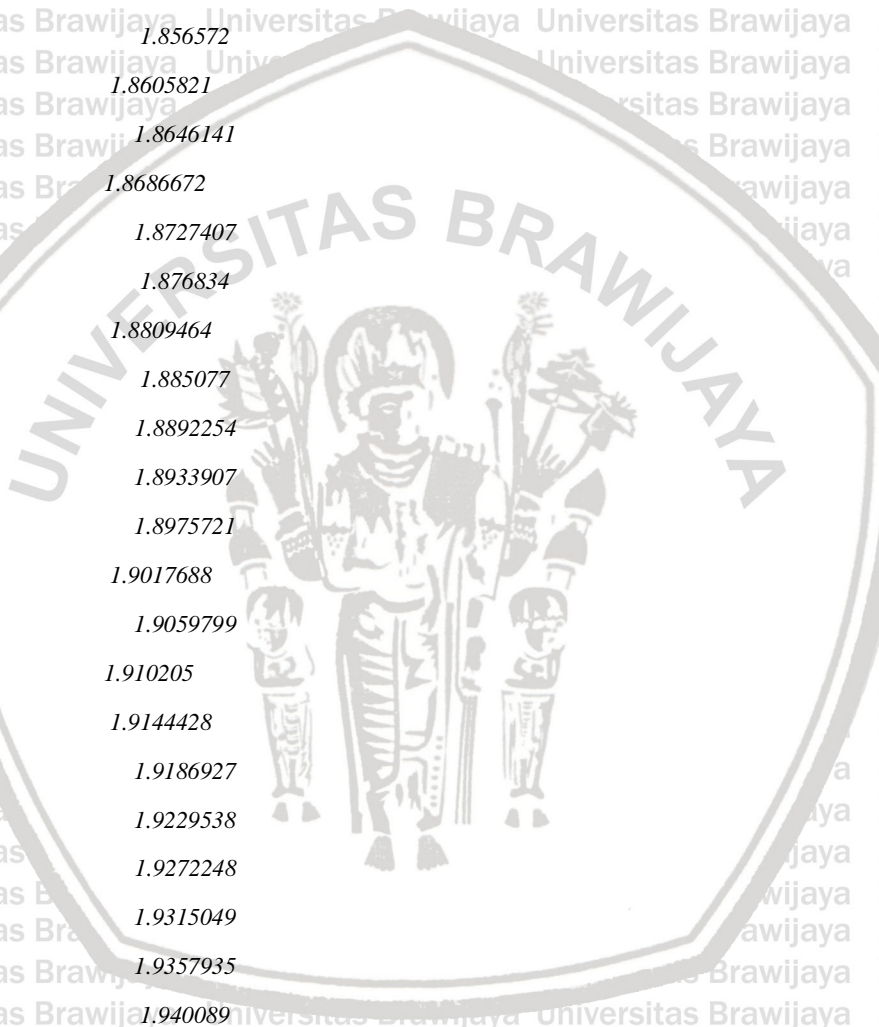


3.1799998	1.7103217
3.1819999	1.7120831
3.184	1.7139296
3.1859999	1.715859
3.188	1.7178691
3.1900001	1.7199587
3.1919999	1.7221249
3.1939998	1.7243662
3.1959999	1.7266805
3.198	1.729066
3.1999998	1.7315206
3.2019997	1.7340425
3.204	1.7366299
3.2060001	1.7392809
3.2079999	1.7419933
3.2099998	1.744766
3.2119999	1.7475969
3.214	1.7504841
3.2159998	1.7534262
3.2179997	1.7564216
3.2199998	1.7594685
3.2220001	1.7625656
3.224	1.7657112
3.2259998	1.7689038
3.2279999	1.7721422
3.23	1.7754248
3.2319999	1.7787505
3.2339997	1.7821177
3.2359998	1.7855255
3.2380002	1.7889724
3.24	1.7924574
3.2419999	1.7959793
3.244	1.799537
3.2460001	1.8031297
3.2479999	1.806756
3.2499998	1.8104152
3.2519999	1.8141062
3.2539999	1.8178283

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



3.2559998	1.8215804
3.2579999	1.8253619
3.26	1.8291717
3.2620001	1.8330091
3.2639999	1.8368734
3.2659998	1.8407638
3.2679999	1.8446797
3.27	1.84862
3.2719998	1.8525845
3.2739997	1.856572
3.276	1.8605821
3.2780001	1.8646141
3.28	1.8686672
3.2819998	1.8727407
3.2839999	1.876834
3.286	1.8809464
3.2879999	1.885077
3.2899997	1.8892254
3.2919998	1.8933907
3.2940001	1.8975721
3.296	1.9017688
3.2979999	1.9059799
3.3	1.910205
3.302	1.9144428
3.3039999	1.9186927
3.3059998	1.9229538
3.3079998	1.9272248
3.3099999	1.9315049
3.3119998	1.9357935
3.3139999	1.940089
3.316	1.9443905
3.3180001	1.9486969
3.3199999	1.9530067
3.3219998	1.9573191
3.3239999	1.9616327
3.326	1.9659458
3.3279998	1.9702577
3.3299997	1.9745661



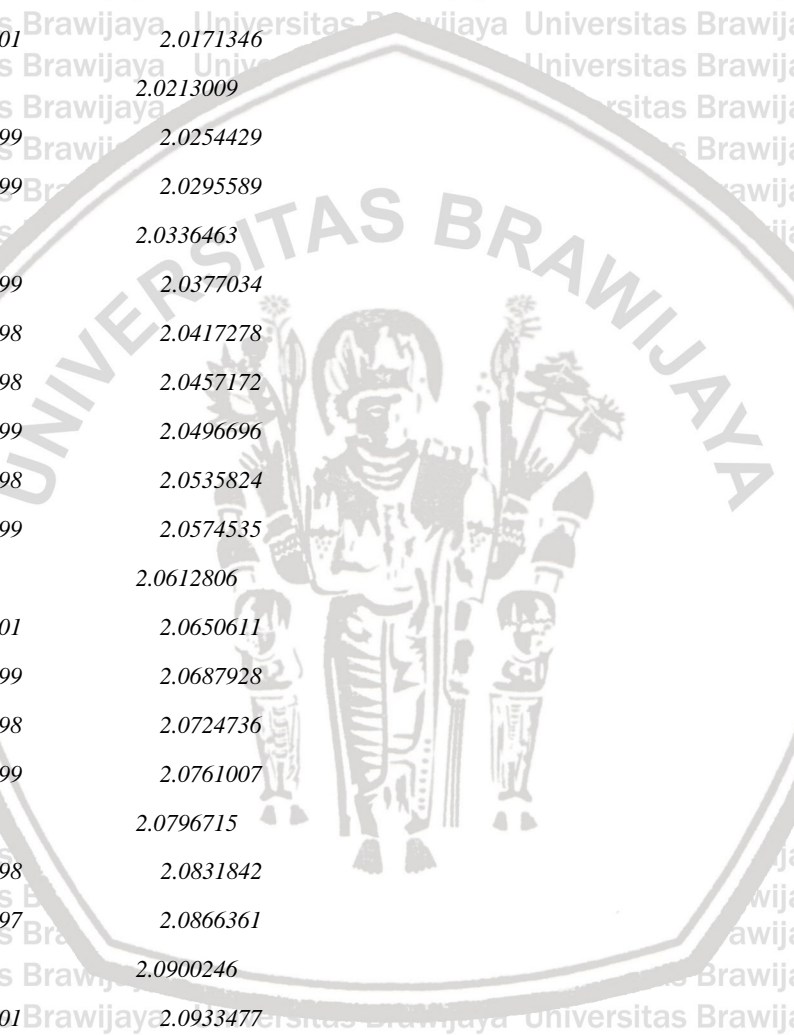


3.332	1.9788703
3.3340001	1.9831685
3.336	1.9874589
3.3379998	1.9917402
3.3399999	1.9960103
3.342	2.000268
3.3439999	2.0045109
3.3459997	2.0087378
3.3479998	2.0129462
3.3500001	2.0171346
3.352	2.0213009
3.3539999	2.0254429
3.3559999	2.0295589
3.358	2.0336463
3.3599999	2.0377034
3.3619998	2.0417278
3.3639998	2.0457172
3.3659999	2.0496696
3.3679998	2.0535824
3.3699999	2.0574535
3.372	2.0612806
3.3740001	2.0650611
3.3759999	2.0687928
3.3779998	2.0724736
3.3799999	2.0761007
3.382	2.0796715
3.3839998	2.0831842
3.3859997	2.0866361
3.388	2.0900246
3.3900001	2.0933477
3.392	2.0966031
3.3939998	2.099788
3.3959999	2.1029003
3.398	2.1059379
3.3999999	2.1088982

Sudut 90 derajat

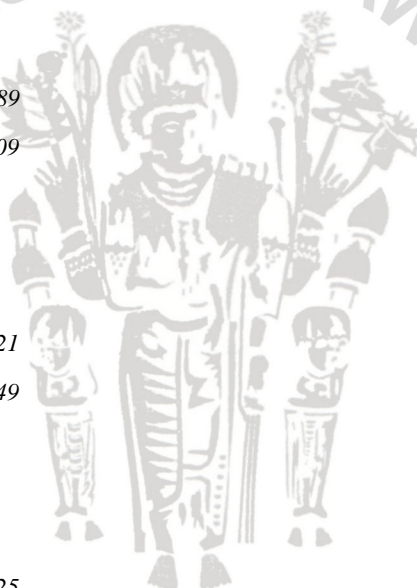
Frequency / GHz

VSWR2/abs,linear



1.4	3.8296944
1.402	3.8398715
1.4039999	3.8500593
1.406	3.8602556
1.408	3.8704553
1.41	3.8806546
1.4119999	3.8908518
1.4139999	3.9010423
1.416	3.9112221
1.418	3.9213909
1.42	3.931541
1.4219999	3.9416712
1.4239999	3.9517781
1.426	3.9618597
1.428	3.9719109
1.4299999	3.9819289
1.4319999	3.9919109
1.434	4.0018532
1.436	4.0117536
1.438	4.0216068
1.4399999	4.0314121
1.4419999	4.0411649
1.444	4.050862
1.446	4.0605011
1.448	4.0700798
1.4499999	4.0795925
1.4519999	4.0890376
1.454	4.0984117
1.456	4.1077124
1.4579999	4.1169354
1.4599999	4.1260791
1.462	4.1351392
1.464	4.1441138
1.466	4.152998
1.4679999	4.1617923
1.4699999	4.1704891
1.472	4.1790874

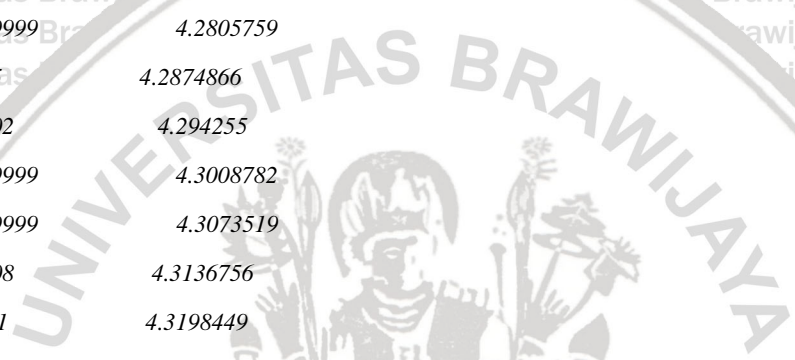
# UNIVERSITAS BRAWIJAYA







1.474	4.187586
1.476	4.195979
1.4779999	4.204266
1.4799999	4.2124426
1.482	4.2205052
1.484	4.2284511
1.4859999	4.2362798
1.4879999	4.2439853
1.49	4.2515656
1.492	4.2590178
1.494	4.2663382
1.4959999	4.2735258
1.4979999	4.2805759
1.5	4.2874866
1.502	4.294255
1.5039999	4.3008782
1.5059999	4.3073519
1.508	4.3136756
1.51	4.3198449
1.512	4.3258585
1.5139999	4.3317105
1.5159999	4.3374012
1.518	4.3429271
1.52	4.3482855
1.522	4.3534727
1.5239999	4.3584868
1.5259999	4.3633278
1.528	4.3679868
1.53	4.3724664
1.5319999	4.3767631
1.5339999	4.3808742
1.536	4.384798
1.538	4.3885286
1.54	4.3920667
1.5419999	4.3954108
1.5439999	4.3985558
1.546	4.401501
1.548	4.4042457



1.55	4.406785
1.5519999	4.4091174
1.5539999	4.4112432
1.556	4.4131585
1.558	4.4148611
1.5599999	4.4163505
1.5619999	4.4176229
1.564	4.418678
1.566	4.4195147
1.568	4.4201301
1.5699999	4.4205241
1.5719999	4.420694
1.574	4.420638
1.576	4.4203569
1.5779999	4.4198482
1.5799999	4.4191112
1.5819999	4.4181451
1.584	4.4169468
1.586	4.4155183
1.5879999	4.4138581
1.5899999	4.4119633
1.592	4.4098351
1.594	4.4074751
1.596	4.4048786
1.5979999	4.4020462
1.5999999	4.3989814
1.602	4.3956806
1.604	4.3921447
1.6059999	4.3883728
1.6079999	4.384366
1.6099999	4.3801253
1.612	4.3756493
1.614	4.3709391
1.6159999	4.3659969
1.6179999	4.3608189
1.62	4.3554114
1.622	4.3497709
1.624	4.3438997

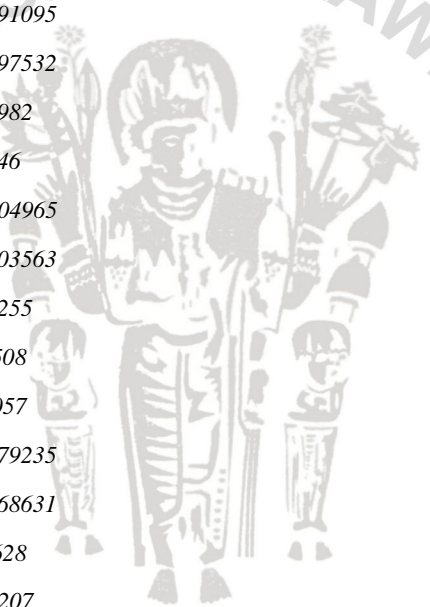
# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



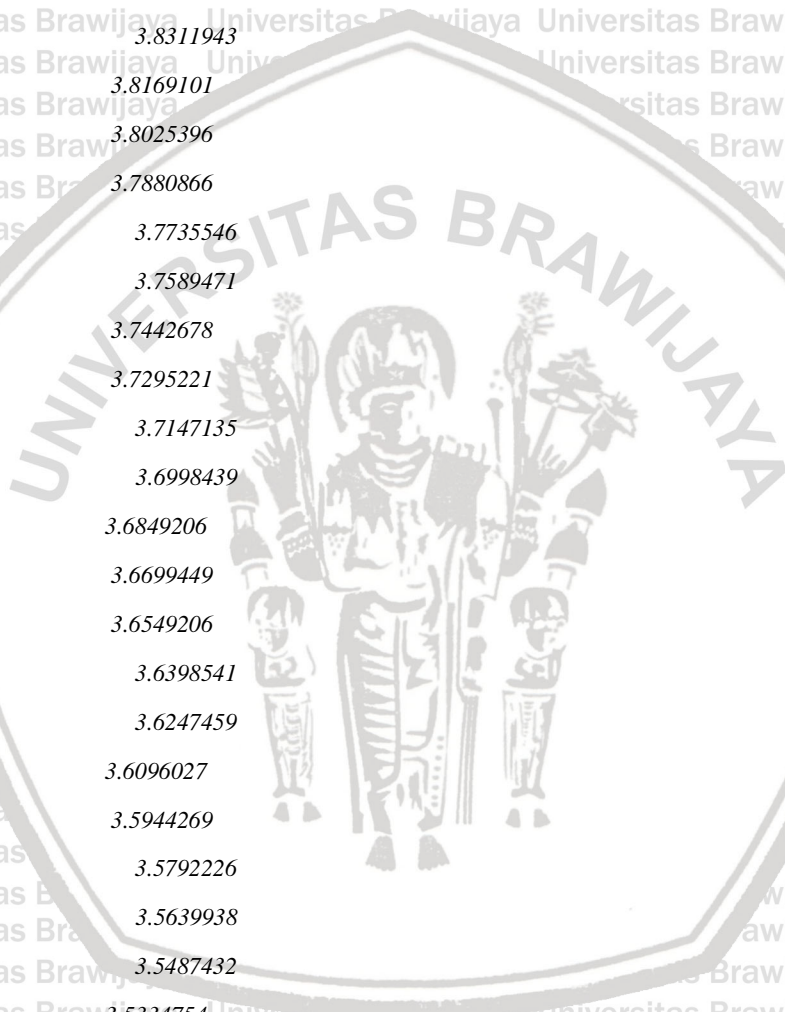


1.6259999	4.3377994
1.6279999	4.3314716
1.63	4.324917
1.632	4.3181358
1.6339999	4.3111305
1.6359999	4.3039022
1.638	4.296452
1.64	4.2887825
1.642	4.280895
1.6439999	4.2727916
1.6459999	4.264475
1.648	4.255946
1.65	4.2472073
1.652	4.2382597
1.6539999	4.2291095
1.6559999	4.2197532
1.658	4.2101982
1.66	4.200446
1.6619999	4.1904965
1.6639999	4.1803563
1.666	4.1700255
1.668	4.159508
1.67	4.1488057
1.6719999	4.1379235
1.6739999	4.1268631
1.676	4.115628
1.678	4.1042207
1.6799999	4.0926454
1.6819999	4.0809055
1.6839999	4.0690029
1.686	4.0569433
1.688	4.0447278
1.6899999	4.0323606
1.6919999	4.0198466
1.694	4.0071878
1.696	3.9943881
1.698	3.9814519
1.6999999	3.9683823

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



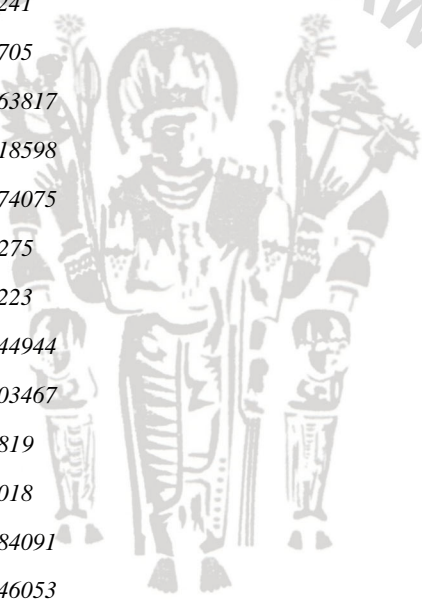
1.7019999	3.9551836
1.704	3.941859
1.706	3.9284119
1.7079999	3.914847
1.7099999	3.9011683
1.7119999	3.8873782
1.714	3.8734822
1.716	3.8594835
1.7179999	3.8453865
1.7199999	3.8311943
1.722	3.8169101
1.724	3.8025396
1.726	3.7880866
1.7279999	3.7735546
1.7299999	3.7589471
1.732	3.7442678
1.734	3.7295221
1.7359999	3.7147135
1.7379999	3.6998439
1.74	3.6849206
1.742	3.6699449
1.744	3.6549206
1.7459999	3.6398541
1.7479999	3.6247459
1.75	3.6096027
1.752	3.5944269
1.7539999	3.5792226
1.7559999	3.5639938
1.7579999	3.5487432
1.76	3.5334754
1.762	3.5181941
1.7639999	3.5029038
1.7659999	3.4876061
1.768	3.4723065
1.77	3.4570067
1.772	3.4417124
1.7739999	3.4264252
1.7759999	3.4111495



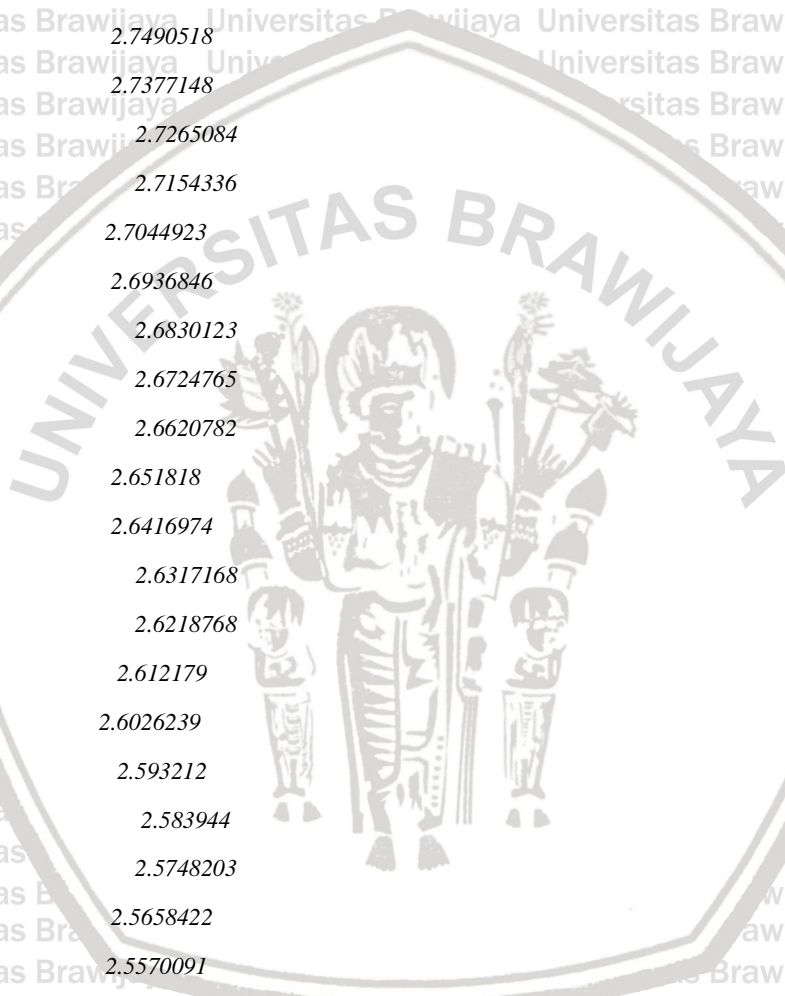


1.778	3.3958885
1.78	3.3806457
1.7819999	3.3654254
1.7839999	3.3502293
1.7859999	3.3350613
1.788	3.3199247
1.79	3.3048228
1.7919999	3.2897586
1.7939999	3.2747353
1.796	3.2597562
1.798	3.2448243
1.8	3.2299413
1.8019999	3.2151124
1.8039999	3.2003388
1.806	3.1856241
1.808	3.1709705
1.8099999	3.1563817
1.8119999	3.1418598
1.8139999	3.1274075
1.816	3.1130275
1.818	3.0987223
1.8199999	3.0844944
1.8219999	3.0703467
1.824	3.0562819
1.826	3.0423018
1.8279999	3.0284091
1.8299999	3.0146053
1.8319999	3.0008938
1.834	2.9872759
1.836	2.9737549
1.8379999	2.960332
1.8399999	2.9470093
1.8419999	2.9337893
1.844	2.920674
1.846	2.907665
1.8479999	2.8947647
1.8499999	2.8819744
1.852	2.8692964

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



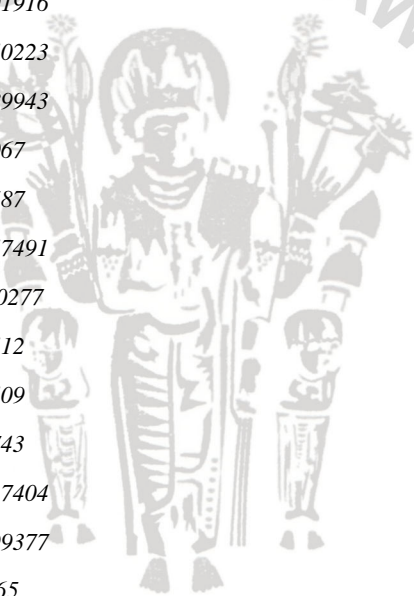
1.854	2.8567322
1.8559999	2.8442839
1.8579999	2.8319526
1.8599999	2.8197403
1.862	2.8076483
1.864	2.7956792
1.8659999	2.7838329
1.8679999	2.7721122
1.87	2.7605181
1.872	2.7490518
1.874	2.7377148
1.8759999	2.7265084
1.8779999	2.7154336
1.88	2.7044923
1.882	2.6936846
1.8839999	2.6830123
1.8859999	2.6724765
1.8879999	2.6620782
1.89	2.651818
1.892	2.6416974
1.8939999	2.6317168
1.8959999	2.6218768
1.898	2.612179
1.9	2.6026239
1.902	2.593212
1.9039999	2.583944
1.9059999	2.5748203
1.908	2.5658422
1.91	2.5570091
1.9119999	2.5483226
1.9139999	2.5397825
1.9159999	2.531389
1.918	2.523143
1.92	2.5150445
1.9219999	2.5070936
1.9239999	2.4992908
1.926	2.4916357
1.928	2.4841288



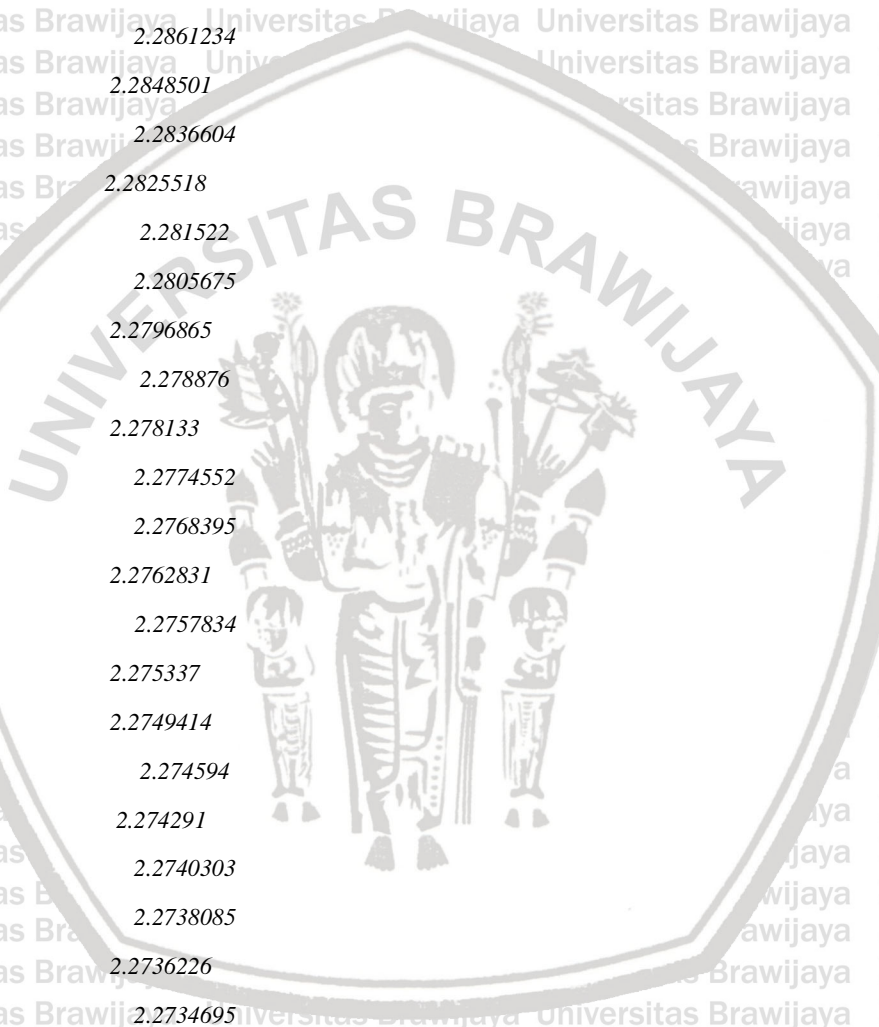


1.9299999	2.4767703
1.9319999	2.4695596
1.9339999	2.4624969
1.936	2.4555823
1.938	2.4488154
1.9399999	2.4421957
1.9419999	2.4357233
1.9439999	2.429398
1.946	2.423219
1.948	2.4171859
1.9499999	2.4112984
1.9519999	2.405556
1.954	2.3999577
1.956	2.3945032
1.9579999	2.3891916
1.9599999	2.3840223
1.9619999	2.3789943
1.964	2.3741067
1.966	2.3693587
1.9679999	2.3647491
1.9699999	2.360277
1.972	2.3559412
1.974	2.3517409
1.976	2.3476743
1.9779999	2.3437404
1.9799999	2.3399377
1.982	2.336265
1.984	2.3327212
1.9859999	2.329304
1.9879999	2.3260125
1.9899999	2.3228446
1.992	2.3197989
1.994	2.3168738
1.9959999	2.3140672
1.9979999	2.3113775
2	2.3088028
2.0019999	2.3063414
2.0039999	2.3039908

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



2.006	2.3017492
2.0079999	2.2996147
2.01	2.2975851
2.0119998	2.295658
2.0139999	2.2938311
2.016	2.2921027
2.0179999	2.2904701
2.02	2.288931
2.0219998	2.2874827
2.0239999	2.2861234
2.026	2.2848501
2.0279999	2.2836604
2.03	2.2825518
2.0319998	2.281522
2.0339999	2.2805675
2.036	2.2796865
2.0379999	2.278876
2.04	2.278133
2.0420001	2.2774552
2.0439999	2.2768395
2.046	2.2762831
2.0479999	2.2757834
2.05	2.275337
2.052	2.2749414
2.0539999	2.274594
2.056	2.274291
2.0579998	2.2740303
2.0599999	2.2738085
2.062	2.2736226
2.0639999	2.2734695
2.066	2.2733467
2.0679998	2.2732506
2.0699999	2.2731786
2.072	2.2731275
2.0739999	2.273094
2.076	2.2730754
2.0779998	2.2730686
2.0799999	2.2730703



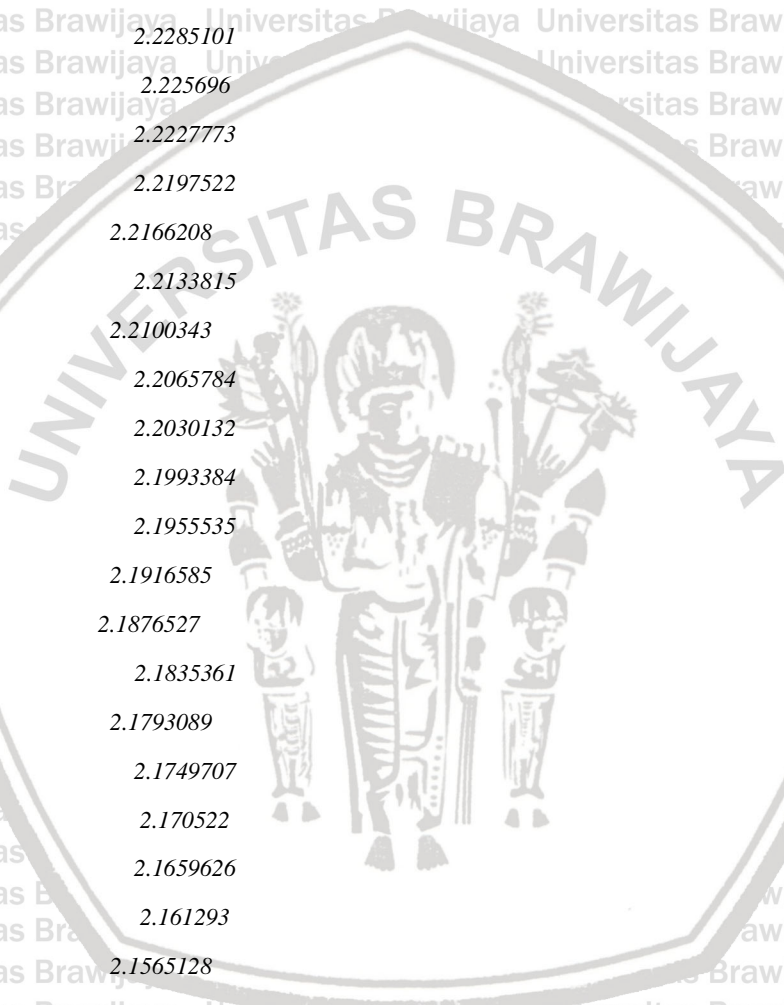


2.082	2.273078
2.0839999	2.2730882
2.086	2.2730981
2.0880001	2.2731045
2.0899999	2.2731045
2.092	2.2730949
2.0939999	2.273073
2.096	2.2730358
2.098	2.2729803
2.0999999	2.2729034
2.102	2.2728022
2.1039999	2.2726742
2.1059999	2.2725158
2.108	2.272325
2.1099999	2.2720984
2.112	2.2718335
2.1139998	2.2715272
2.1159999	2.271177
2.118	2.2707805
2.1199999	2.2703345
2.122	2.2698367
2.1239998	2.2692843
2.1259999	2.2686751
2.128	2.2680064
2.1299999	2.2672758
2.132	2.2664806
2.1339998	2.2656191
2.1359999	2.2646881
2.138	2.2636865
2.1399999	2.2626108
2.142	2.2614597
2.1440001	2.2602309
2.1459999	2.2589222
2.148	2.2575319
2.1500001	2.2560577
2.152	2.2544979
2.1539998	2.252851
2.1559999	2.2511149

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



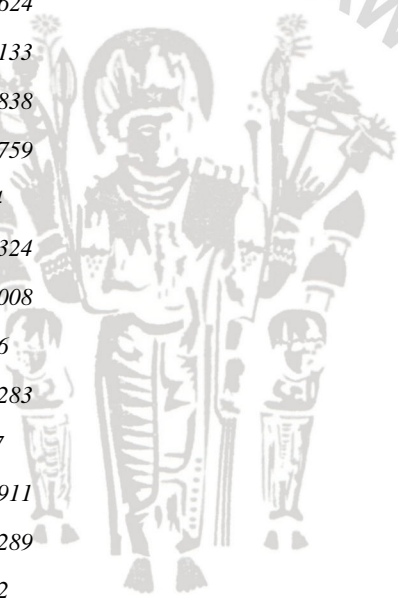
2.158	2.2492877
2.1599998	2.2473682
2.1619997	2.2453546
2.164	2.2432457
2.1660001	2.2410397
2.168	2.2387352
2.1699998	2.2363313
2.1719999	2.2338266
2.174	2.2312198
2.1759999	2.2285101
2.1779997	2.225696
2.1799998	2.2227773
2.1820002	2.2197522
2.184	2.2166208
2.1859999	2.2133815
2.188	2.2100343
2.1900001	2.2065784
2.1919999	2.2030132
2.1939998	2.1993384
2.1959999	2.1955535
2.198	2.1916585
2.2	2.1876527
2.2019999	2.1835361
2.204	2.1793089
2.2060001	2.1749707
2.2079999	2.170522
2.2099998	2.1659626
2.2119999	2.161293
2.214	2.1565128
2.2159998	2.1516232
2.2179997	2.146624
2.22	2.1415163
2.2220001	2.1363
2.224	2.1309763
2.2259998	2.1255454
2.2279999	2.1200082
2.23	2.1143656
2.2319999	2.1086186



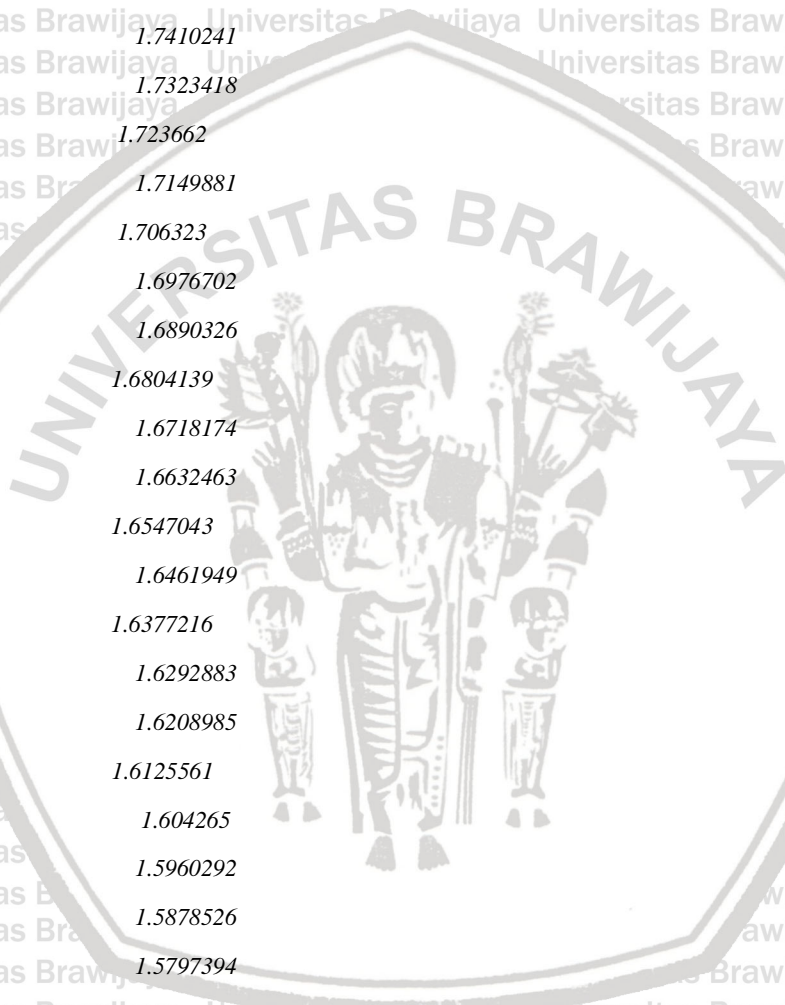


2.2339997	2.102768
2.2359998	2.0968149
2.2380002	2.0907602
2.24	2.084605
2.2419999	2.078351
2.244	2.0719991
2.2460001	2.0655505
2.2479999	2.0590066
2.2499998	2.0523691
2.2519999	2.0456393
2.2539999	2.0388191
2.256	2.0319092
2.2579999	2.0249121
2.26	2.0178293
2.2620001	2.0106624
2.2639999	2.0034133
2.2659998	1.9960838
2.2679999	1.9886759
2.27	1.9811914
2.2719998	1.9736324
2.2739997	1.9660008
2.276	1.9582986
2.2780001	1.9505283
2.28	1.9426917
2.2819998	1.9347911
2.2839999	1.9268289
2.286	1.9188072
2.2879999	1.9107283
2.2899997	1.9025946
2.2919998	1.8944084
2.2940001	1.8861722
2.296	1.8778885
2.2979999	1.8695597
2.3	1.8611886
2.302	1.8527775
2.3039999	1.8443288
2.3059998	1.8358457
2.3079998	1.8273303

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

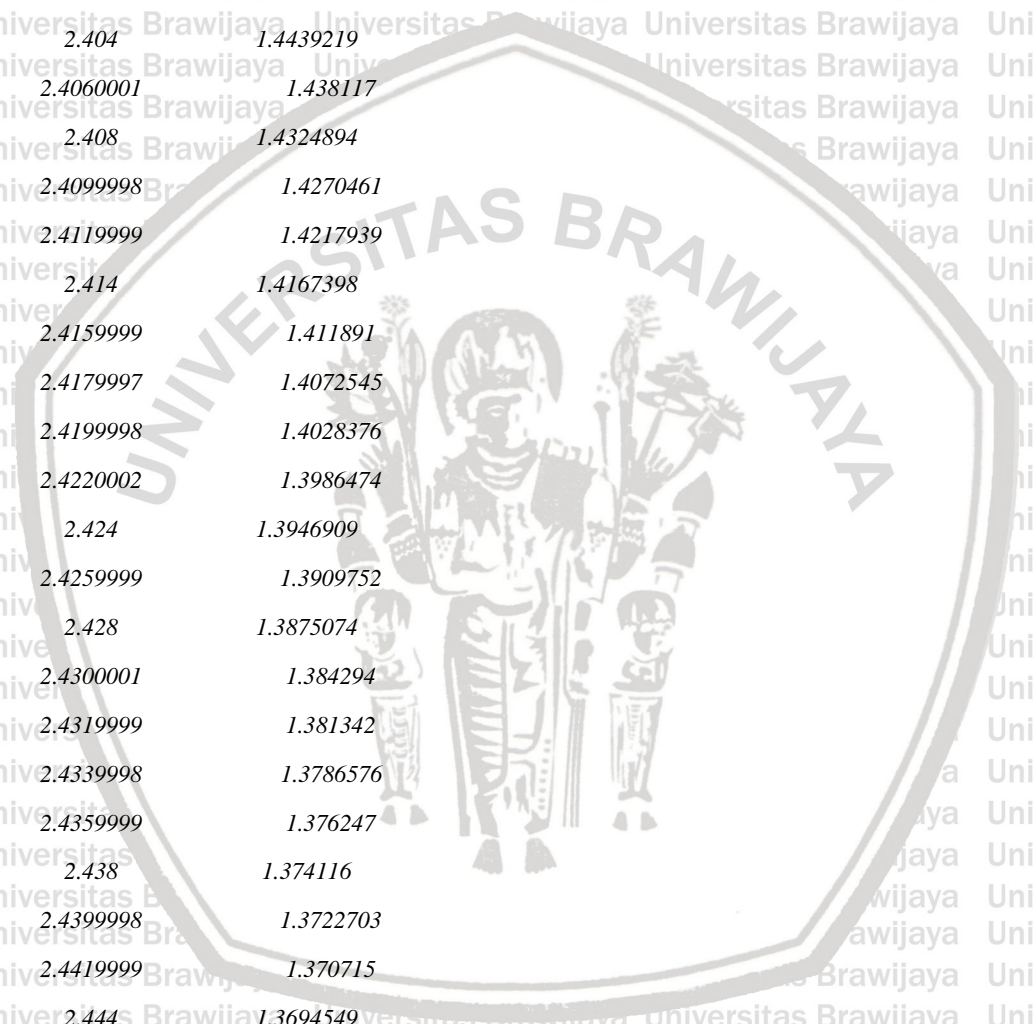


2.3100002	1.8187857
2.312	1.8102144
2.3139999	1.8016192
2.316	1.7930029
2.3180001	1.7843685
2.3199999	1.7757187
2.3219998	1.7670562
2.3239999	1.7583844
2.326	1.7497062
2.3279998	1.7410241
2.3299999	1.7323418
2.332	1.723662
2.3340001	1.7149881
2.336	1.706323
2.3379998	1.6976702
2.3399999	1.6890326
2.342	1.6804139
2.3439999	1.6718174
2.3459997	1.6632463
2.348	1.6547043
2.3500001	1.6461949
2.352	1.6377216
2.3539999	1.6292883
2.3559999	1.6208985
2.358	1.6125561
2.3599999	1.604265
2.3619998	1.5960292
2.3639998	1.5878526
2.3660002	1.5797394
2.368	1.5716939
2.3699999	1.5637203
2.372	1.5558232
2.3740001	1.5480069
2.3759999	1.5402763
2.3779998	1.5326359
2.3799999	1.5250907
2.382	1.5176457
2.3839998	1.510306

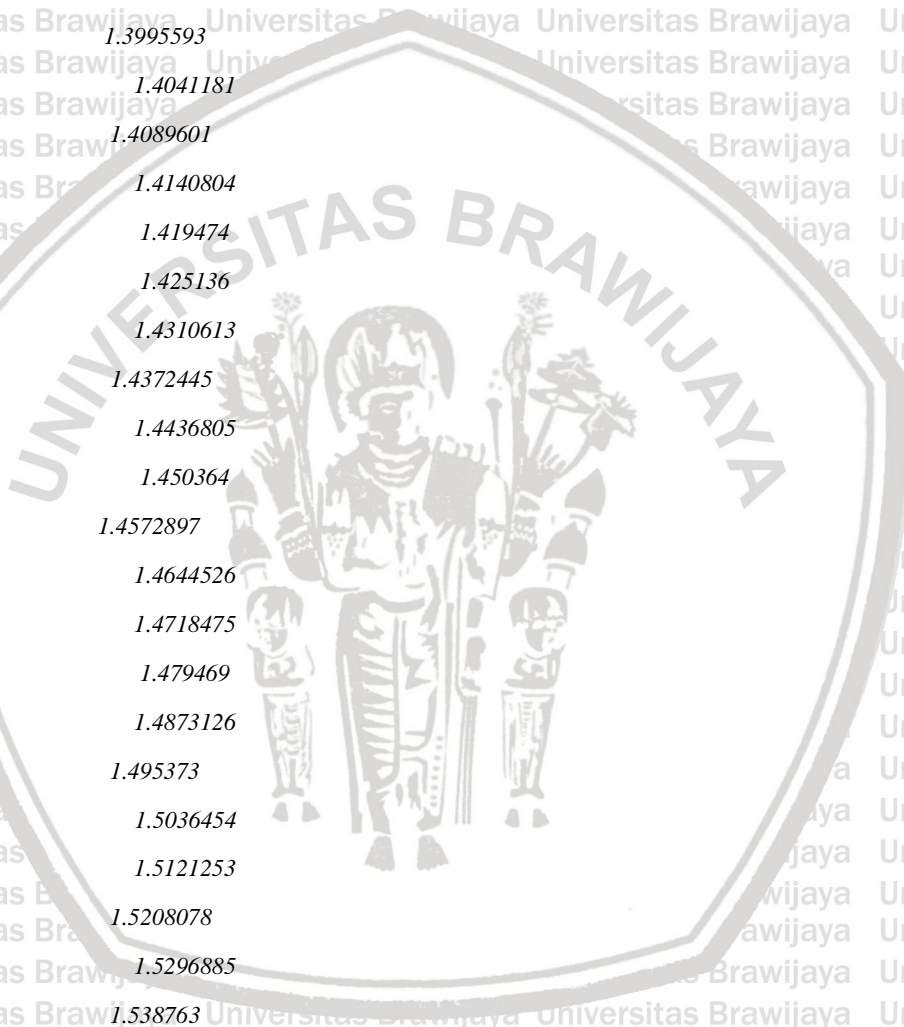




2.3859999	1.5030767
2.388	1.4959635
2.3900001	1.4889716
2.392	1.4821069
2.3939998	1.4753749
2.3959999	1.468782
2.398	1.4623338
2.3999999	1.4560369
2.4019997	1.4498974
2.404	1.4439219
2.4060001	1.438117
2.408	1.4324894
2.4099998	1.4270461
2.4119999	1.4217939
2.414	1.4167398
2.4159999	1.411891
2.4179997	1.4072545
2.4199998	1.4028376
2.4220002	1.3986474
2.424	1.3946909
2.4259999	1.3909752
2.428	1.3875074
2.4300001	1.384294
2.4319999	1.381342
2.4339998	1.3786576
2.4359999	1.376247
2.438	1.374116
2.4399998	1.3722703
2.4419999	1.370715
2.444	1.3694549
2.4460001	1.368494
2.448	1.3678365
2.4499998	1.3674855
2.4519999	1.3674438
2.454	1.3677135
2.4559999	1.3682964
2.4579997	1.3691935
2.46	1.3704052



2.4620001	1.3719316
2.464	1.373772
2.4659998	1.3759253
2.4679999	1.3783897
2.47	1.3811631
2.4719999	1.3842429
2.4739997	1.387626
2.4759998	1.391309
2.4780002	1.3952881
2.48	1.3995593
2.4819999	1.4041181
2.484	1.4089601
2.4860001	1.4140804
2.4879999	1.419474
2.4899998	1.425136
2.4919999	1.4310613
2.494	1.4372445
2.4959998	1.4436805
2.4979999	1.450364
2.5	1.4572897
2.5020001	1.4644526
2.5039999	1.4718475
2.5059998	1.479469
2.5079999	1.4873126
2.51	1.495373
2.5119998	1.5036454
2.5139997	1.5121253
2.516	1.5208078
2.5180001	1.5296885
2.52	1.538763
2.5219998	1.5480267
2.5239999	1.5574757
2.526	1.5671058
2.5279999	1.5769128
2.5299997	1.5868931
2.5319998	1.5970426
2.5340002	1.6073576
2.536	1.6178345



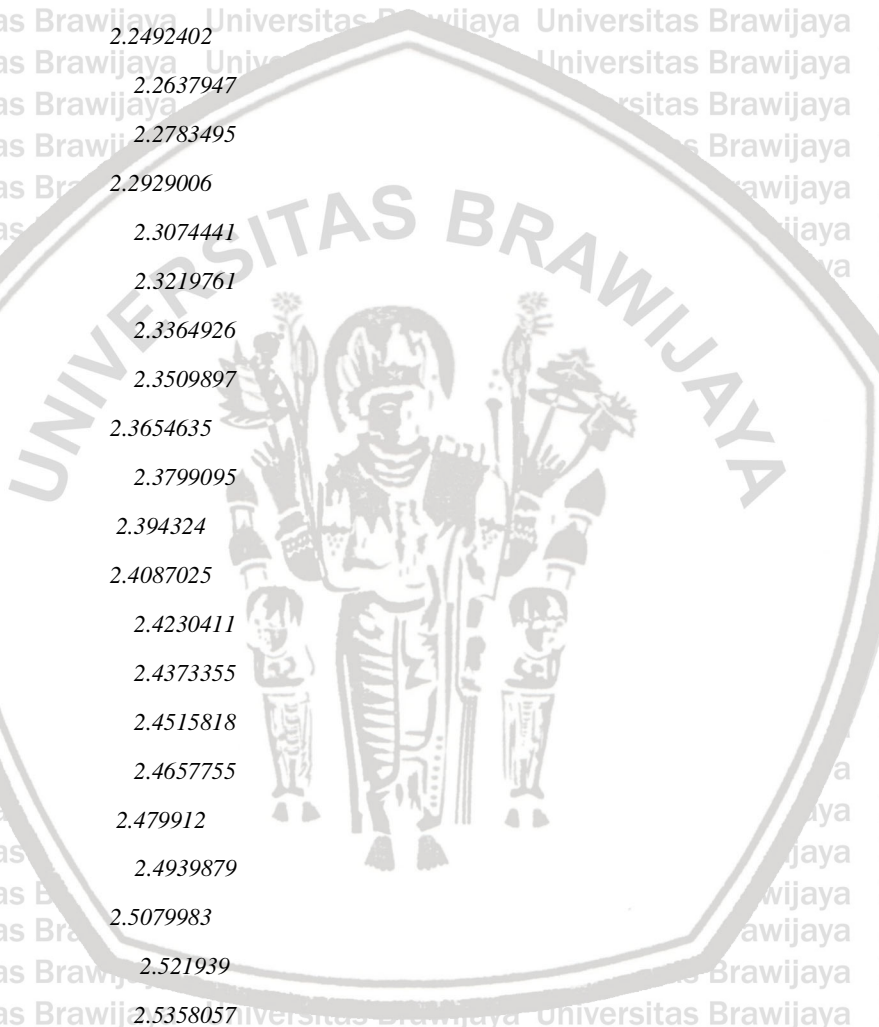


2.5379999	1.6284697
2.54	1.6392598
2.5420001	1.6502013
2.5439999	1.6612908
2.5459998	1.6725249
2.5479999	1.6839007
2.55	1.6954146
2.552	1.7070638
2.5539999	1.7188448
2.556	1.730755
2.5580001	1.7427912
2.5599999	1.75495
2.5619998	1.7672291
2.5639999	1.779625
2.566	1.792135
2.5679998	1.804756
2.5699997	1.8174852
2.572	1.8303199
2.5740001	1.8432567
2.576	1.8562929
2.5779998	1.8694257
2.5799999	1.8826521
2.582	1.895969
2.5839999	1.9093735
2.5859997	1.9228629
2.5879998	1.9364338
2.5900002	1.9500834
2.592	1.9638086
2.5939999	1.9776064
2.596	1.9914736
2.598	2.0054073
2.5999999	2.0194041
2.6019998	2.0334608
2.6039999	2.0475743
2.6059999	2.0617415
2.608	2.0759588
2.6099999	2.0902231
2.612	2.104531

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA

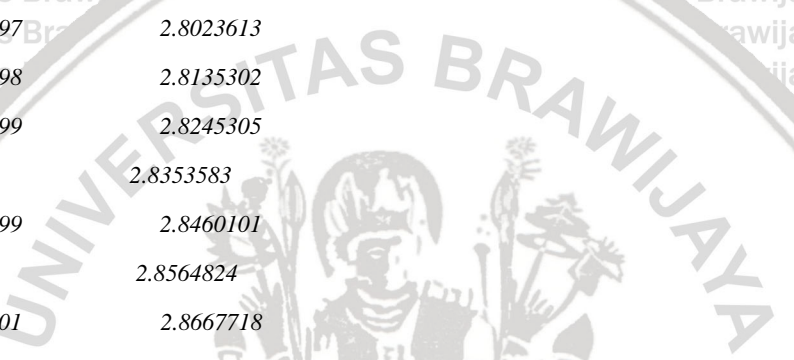


2.6140001	2.1188792
2.6159999	2.1332641
2.6179998	2.147682
2.6199999	2.1621299
2.622	2.1766039
2.6239998	2.1911007
2.6259997	2.2056164
2.628	2.2201473
2.6300001	2.2346898
2.632	2.2492402
2.6339998	2.2637947
2.6359999	2.2783495
2.638	2.2929006
2.6399999	2.3074441
2.6419997	2.3219761
2.6439998	2.3364926
2.6460001	2.3509897
2.648	2.3654635
2.6499999	2.3799095
2.652	2.394324
2.654	2.4087025
2.6559999	2.4230411
2.6579998	2.4373355
2.6599998	2.4515818
2.6619999	2.4657755
2.664	2.479912
2.6659999	2.4939879
2.668	2.5079983
2.6700001	2.521939
2.6719999	2.5358057
2.6739998	2.5495943
2.6759999	2.5633001
2.678	2.5769192
2.6799998	2.5904473
2.6819997	2.6038797
2.684	2.6172126
2.6860001	2.6304409
2.688	2.6435613

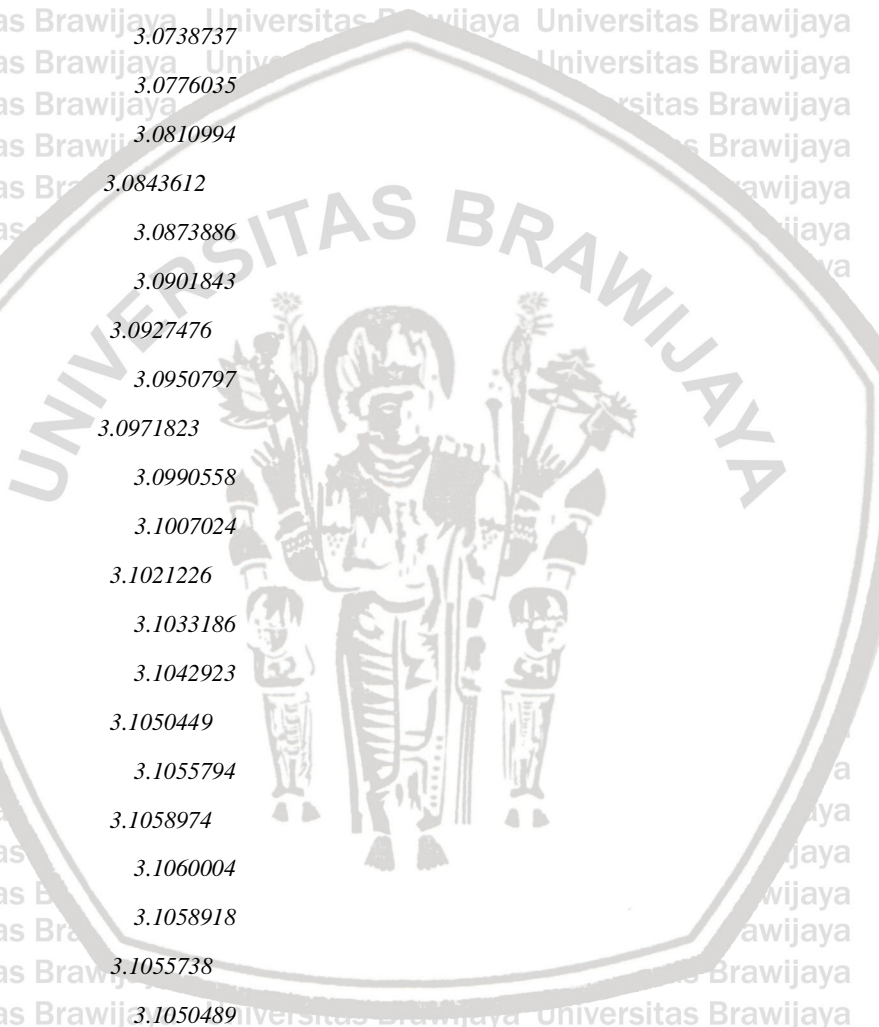




2.6899998	2.656569
2.6919999	2.6694598
2.694	2.6822295
2.6959999	2.6948739
2.6979997	2.7073892
2.6999998	2.7197705
2.7020001	2.7320143
2.704	2.7441162
2.7059999	2.7560725
2.7079999	2.767879
2.71	2.7795322
2.7119999	2.7910273
2.7139997	2.8023613
2.7159998	2.8135302
2.7179999	2.8245305
2.72	2.8353583
2.7219999	2.8460101
2.724	2.8564824
2.7260001	2.8667718
2.7279999	2.8768754
2.7299998	2.8867893
2.7319999	2.896511
2.734	2.906037
2.7359998	2.9153644
2.7379997	2.9244902
2.74	2.9334119
2.7420001	2.9421269
2.744	2.9506324
2.7459998	2.9589261
2.7479999	2.9670057
2.75	2.9748686
2.7519999	2.982513
2.7539997	2.9899372
2.7559998	2.9971386
2.7580001	3.0041165
2.76	3.010868
2.7619998	3.0173931
2.7639999	3.023689



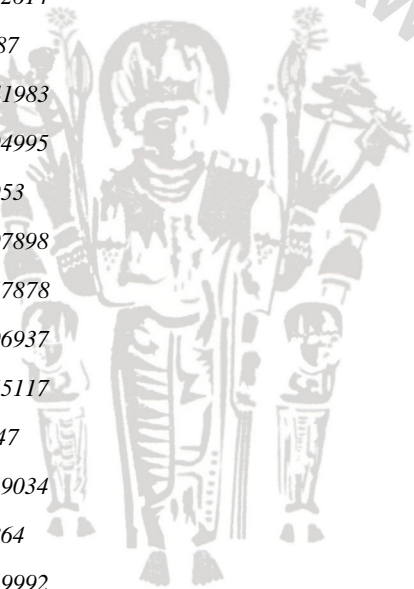
2.766	3.0297555
2.7679999	3.0355908
2.7699997	3.0411943
2.7719998	3.0465649
2.7740002	3.0517023
2.776	3.0566056
2.7779999	3.0612749
2.78	3.0657097
2.7820001	3.0699093
2.7839999	3.0738737
2.7859998	3.0776035
2.7879999	3.0810994
2.79	3.0843612
2.7919998	3.0873886
2.7939999	3.0901843
2.796	3.0927476
2.7980001	3.0950797
2.8	3.0971823
2.8019998	3.0990558
2.8039999	3.1007024
2.806	3.1021226
2.8079998	3.1033186
2.8099997	3.1042923
2.812	3.1050449
2.8140001	3.1055794
2.816	3.1058974
2.8179998	3.1060004
2.8199999	3.1058918
2.822	3.1055738
2.8239999	3.1050489
2.8259997	3.1043199
2.8279998	3.1033893
2.8300002	3.1022601
2.832	3.1009349
2.8339999	3.0994189
2.836	3.0977122
2.8380001	3.0958195
2.8399999	3.0937452





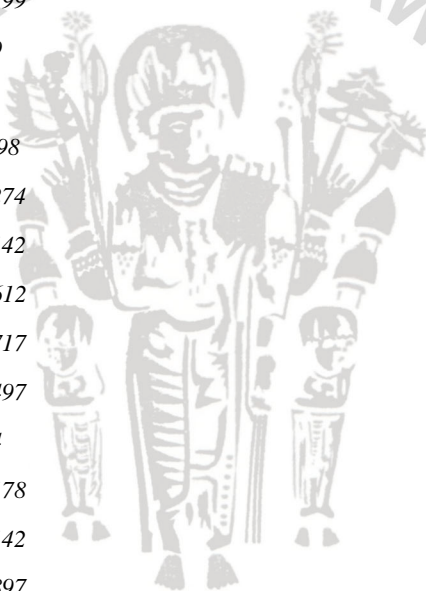
2.8419998	3.0914915
2.8439999	3.0890623
2.846	3.0864608
2.8479998	3.0836921
2.8499999	3.0807584
2.852	3.0776644
2.8540001	3.0744139
2.8559999	3.0710104
2.8579998	3.0674588
2.8599999	3.0637627
2.862	3.0599265
2.8639998	3.0559534
2.8659997	3.0518486
2.868	3.0476168
2.8700001	3.0432614
2.872	3.038787
2.8739998	3.0341983
2.8759999	3.0294995
2.878	3.0246953
2.8799999	3.0197898
2.8819997	3.0147878
2.8839998	3.0096937
2.8860002	3.0045117
2.888	2.999247
2.8899999	2.9939034
2.892	2.9884864
2.8940001	2.9829992
2.8959999	2.9774471
2.8979998	2.9718351
2.8999999	2.9661671
2.902	2.9604473
2.9039998	2.954681
2.9059999	2.948872
2.908	2.9430249
2.9100001	2.9371449
2.9119999	2.9312353
2.9139998	2.9253011
2.9159999	2.9193466

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



2.918	2.9133757
2.9199998	2.9073929
2.9219997	2.901403
2.924	2.8954097
2.9260001	2.889417
2.928	2.8834292
2.9299998	2.8774506
2.9319999	2.8714848
2.934	2.8655365
2.9359999	2.8596091
2.9379997	2.853706
2.9399998	2.8478322
2.9420002	2.8419906
2.944	2.8361853
2.9459999	2.8304199
2.948	2.8246979
2.95	2.8190225
2.9519999	2.813398
2.9539998	2.8078274
2.9559999	2.8023142
2.9579999	2.7968612
2.9599998	2.7914717
2.9619999	2.7861497
2.964	2.7808974
2.9660001	2.7757178
2.9679999	2.7706142
2.9699998	2.7655897
2.9719999	2.7606465
2.974	2.7557878
2.9759998	2.7510158
2.9779997	2.7463336
2.98	2.7417432
2.9820001	2.7372471
2.984	2.7328477
2.9859998	2.7285476
2.9879999	2.7243485
2.99	2.7202529
2.9919999	2.7162626

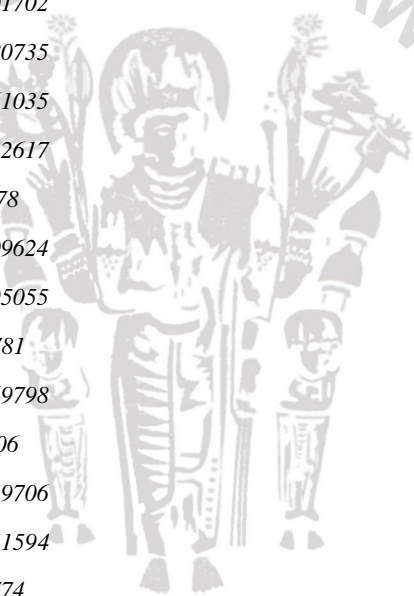
# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



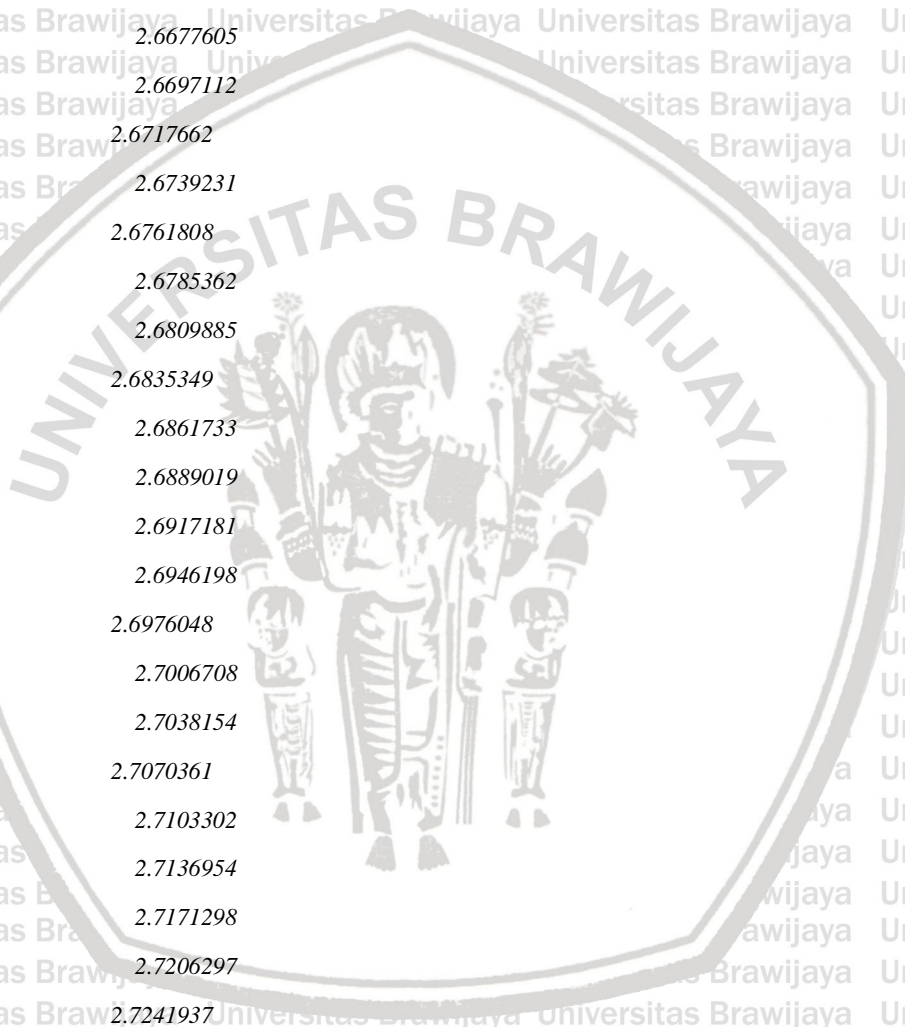


2.9939997	2.7123794
2.9959998	2.7086051
2.9980001	2.7049423
3	2.7013913
3.0019999	2.6979554
3.0039999	2.6946345
3.006	2.6914312
3.0079999	2.6883465
3.0099998	2.6853814
3.0119998	2.6825376
3.0139999	2.679816
3.016	2.6772174
3.0179999	2.6747433
3.02	2.6723937
3.0220001	2.6701702
3.0239999	2.6680735
3.0259998	2.6661035
3.0279999	2.6642617
3.03	2.6625478
3.0319998	2.6609624
3.0339997	2.6595055
3.036	2.6581781
3.0380001	2.6569798
3.04	2.6559106
3.0419998	2.6549706
3.0439999	2.6541594
3.046	2.6534774
3.0479999	2.652924
3.0499997	2.6524987
3.0519998	2.6522012
3.0540001	2.6520308
3.056	2.6519873
3.0579998	2.6520698
3.0599999	2.6522777
3.062	2.6526101
3.0639999	2.6530666
3.0659997	2.6536443
3.0679998	2.6543447

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



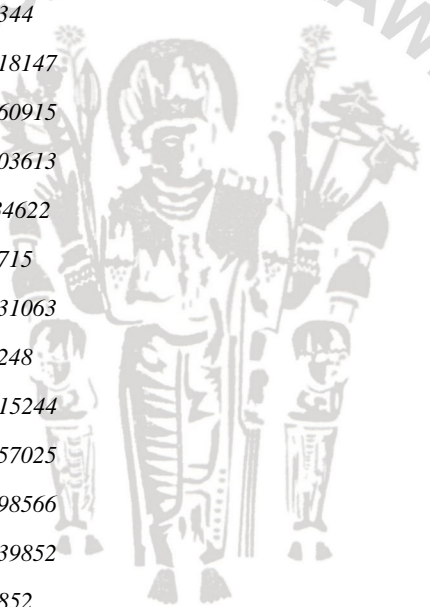
3.0699999	2.6551655
3.072	2.6561052
3.0739999	2.6571636
3.076	2.6583384
3.0780001	2.6596292
3.0799999	2.6610337
3.0819998	2.6625504
3.0839999	2.6641786
3.086	2.6659156
3.0879998	2.6677605
3.0899997	2.6697112
3.092	2.6717662
3.0940001	2.6739231
3.096	2.6761808
3.0979998	2.6785362
3.0999999	2.6809885
3.102	2.6835349
3.1039999	2.6861733
3.1059997	2.6889019
3.1079998	2.6917181
3.1100001	2.6946198
3.112	2.6976048
3.1139998	2.7006708
3.1159999	2.7038154
3.118	2.7070361
3.1199999	2.7103302
3.1219997	2.7136954
3.1239998	2.7171298
3.1259999	2.7206297
3.128	2.7241937
3.1299999	2.7278185
3.132	2.7315015
3.1340001	2.7352402
3.1359999	2.7390322
3.1379998	2.7428743
3.1399999	2.7467664
3.142	2.7506999
3.1439998	2.7546766



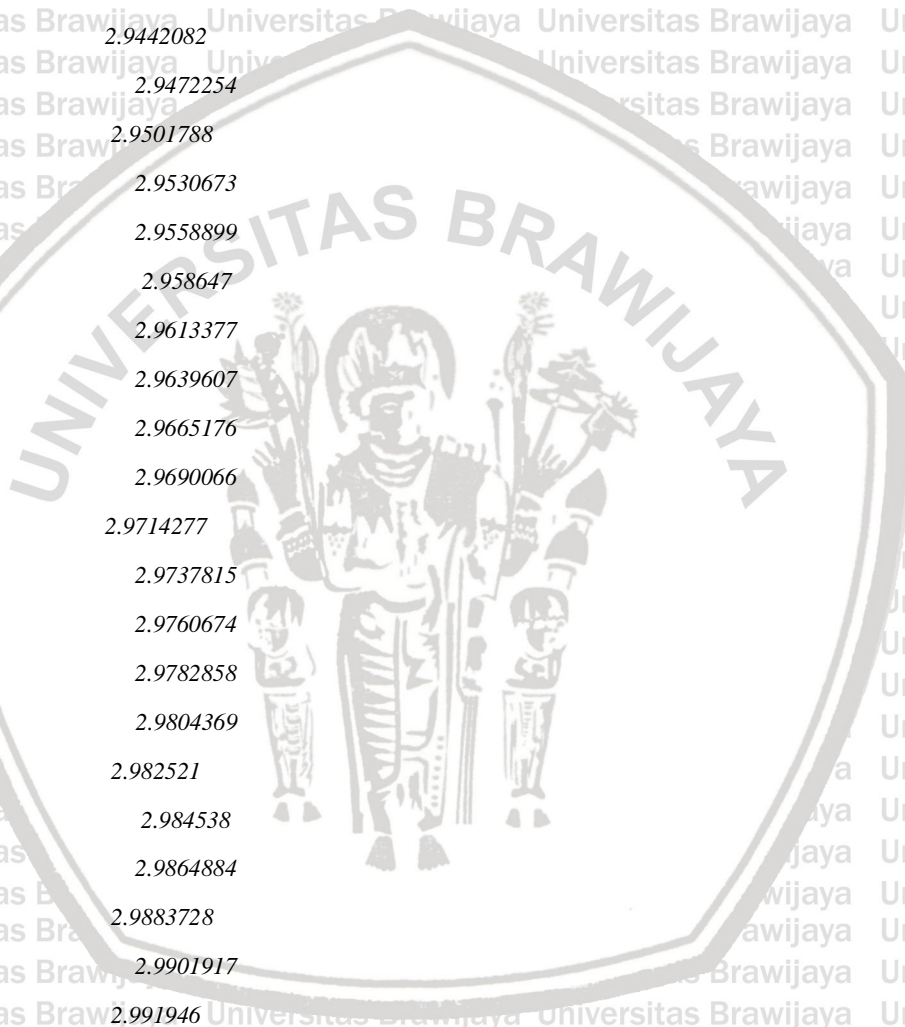


3.1459997	2.7586927
3.148	2.7627462
3.1500001	2.7668334
3.152	2.770952
3.1539998	2.7750991
3.1559999	2.7792721
3.158	2.7834681
3.1599998	2.7876838
3.1619997	2.7919176
3.1639998	2.7961657
3.1660001	2.8004262
3.168	2.804696
3.1699998	2.8089726
3.1719999	2.8132528
3.174	2.8175344
3.1759999	2.8218147
3.1779997	2.8260915
3.1799998	2.8303613
3.1819999	2.834622
3.184	2.8388715
3.1859999	2.8431063
3.188	2.8473248
3.1900001	2.8515244
3.1919999	2.8557025
3.1939998	2.8598566
3.1959999	2.8639852
3.198	2.8680852
3.1999998	2.8721543
3.2019997	2.8761913
3.204	2.8801931
3.2060001	2.8841583
3.2079999	2.8880845
3.2099998	2.8919697
3.2119999	2.8958127
3.214	2.8996107
3.2159998	2.9033623
3.2179997	2.9070658
3.2199998	2.9107196

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



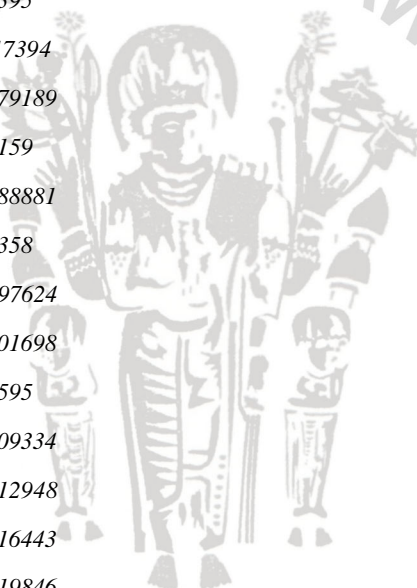
3.2220001	2.9143221
3.224	2.9178719
3.2259998	2.9213673
3.2279999	2.9248071
3.23	2.92819
3.2319999	2.9315144
3.2339997	2.9347797
3.2359998	2.9379845
3.2380002	2.9411275
3.24	2.9442082
3.2419999	2.9472254
3.244	2.9501788
3.2460001	2.9530673
3.2479999	2.9558899
3.2499998	2.958647
3.2519999	2.9613377
3.2539999	2.9639607
3.2559998	2.9665176
3.2579999	2.9690066
3.26	2.9714277
3.2620001	2.9737815
3.2639999	2.9760674
3.2659998	2.9782858
3.2679999	2.9804369
3.27	2.982521
3.2719998	2.984538
3.2739997	2.9864884
3.276	2.9883728
3.2780001	2.9901917
3.28	2.991946
3.2819998	2.9936363
3.2839999	2.9952628
3.286	2.996827
3.2879999	2.9983296
3.2899997	2.9997716
3.2919998	3.0011538
3.2940001	3.0024777
3.296	3.0037443





3.2979999	3.0049547
3.3	3.0061105
3.302	3.0072127
3.3039999	3.0082635
3.3059998	3.009263
3.3079998	3.0102136
3.3099999	3.0111173
3.3119998	3.0119748
3.3139999	3.012788
3.316	3.0135594
3.3180001	3.0142892
3.3199999	3.0149804
3.3219998	3.0156349
3.3239999	3.0162539
3.326	3.0168395
3.3279998	3.017394
3.3299997	3.0179189
3.332	3.0184159
3.3340001	3.0188881
3.336	3.0193358
3.3379998	3.0197624
3.3399999	3.0201698
3.342	3.0205595
3.3439999	3.0209334
3.3459997	3.0212948
3.3479998	3.0216443
3.3500001	3.0219846
3.352	3.0223173
3.3539999	3.0226447
3.3559999	3.0229688
3.358	3.023292
3.3599999	3.0236157
3.3619998	3.0239419
3.3639998	3.0242734
3.3659999	3.0246103
3.3679998	3.024956
3.3699999	3.0253118
3.372	3.0256798

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



3.3740001 3.0260061  
3.3759999 3.0264576  
3.3779998 3.0268717  
3.3799999 3.0273038  
3.382 3.0277568  
3.3839998 3.0282311  
3.3859997 3.0287288  
3.388 3.0292508  
3.3900001 3.0297986  
3.392 3.0303741  
3.3939998 3.0309774  
3.3959999 3.0316104  
3.398 3.0322741  
3.3999999 3.0329691

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

