

SIMULASI ANTENA MIKROSTRIP BIDANG SEGIEMPAT TUNGGAL DENGAN *SOFTWARE* MATLAB

M. Fuad Hasan^{*)}, Darjat, and Ajub Ajulian Zahra

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Sudharto,SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)E-mail : ad_fu06@yahoo.co.id}

Abstrak

Antena mikrostrip cukup pesat perkembangannya terutama dalam hal desain. Antena mikrostrip memiliki banyak kelebihan antara lain desain antena yang ringkas, praktis, ringan terutama pada komunikasi nirkabel, tetapi antena ini juga memiliki beberapa kekurangan, seperti gain yang rendah dan bandwidth yang sempit. Penelitian tentang bidang (patch) antena mikrostrip telah mengalami kemajuan pesat pada saat ini. Kebutuhan akan fungsi yang berbeda mengharuskan antena mikrostrip mempunyai karakteristik yang berda dalam hal frekuensi kerja, ukuran atau dimensi, efisiensi, gain, dan impedansi karakteristik. Penelitian ini merancang suatu program simulasi yang akan digunakan untuk menganalisis pengaruh frekuensi kerja, bahan substrat, dan ketebalan substrat terhadap dimensi atau ukuran dan karakteristik antena mikrostrip bentuk segiempat tunggal dengan beberapa varian yaitu varian 5 bahan substrat (Bakelite, FR4 Glass Epoxy, RO4003, Taconic TLC dan RT Duroid), varian level frekuensi (2,25 GHz, 2,3 GHz, 2,4GHz, dan 3,35 GHz), serta varian ketebalan substrat (3 mm, 1,575 mm, 0,787 mm, dan 0,508 mm) untuk jenis bahan substrat RT duroid. Program dirancang dengan menggunakan software matlab. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, bahan RT duroid antena mikrostrip bentuk segiempat tunggal memiliki kinerja paling bagus karena menunjukkan efisiensi sebesar 0.93326 % dan gain sebesar 14.3904 dBi.

Kata kunci : Antena Mikrostrip bidang segiempat, Frekuensi, Substrat.

Abstract

Microstrip antenna dependence rapid development, especially in terms of design. Microstrip antenna has many advantages, such as compact antenna design, practical, lightweight, especially in wireless communication, but it also has some shortcomings, such as low gain and narrow bandwidth. Research on patch microstrip antenna has boomed this time. The different functions require specific microstrip antenna characteristics in terms of operating frequency, size or dimensions, efficiency, gain, and impedance characteristics. This research is aimed to design a simulation program that will be used to analyze the influence of the working frequency, substrate material, and substrate thickness to the dimensions and characteristics of a single rectangular shape microstrip antenna with multiple variants, 5 different substrate materials (Bakelite, FR4 Epoxy Glass, RO4003, Taconic TLC and RT Duroid), various frequencies (2.25 GHz, 2.3GHz, 2.4GHz, and 3.35GHz), as well as variants of the substrate thicknesses (3 mm, 1.575mm, 0.787mm, and 0.508mm) to RT Duroid types of substrate materials. Based on the results of tests RT Duroid based single rectangular shape microstrip antenna has the best performance because it indicates an efficiency of 0.93326% and a gain of 14.3904 dBi.

Keywords: Microstrip Patch Antenas, Frequency, Substrat.

1. Pendahuluan

Antena merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam sebuah sistem telekomunikasi, baik dari segi pengiriman data dan atau informasi maupun dari segi penerimaan. Antena berfungsi sebagai transformator antara gelombang terbimbing dengan gelombang bebas, maupun sebaliknya. Dalam perancangannya, antena memiliki bentuk yang berbeda berdasarkan frekuensi

kerja dan ukurannya masing-masing sesuai dengan fungsinya.

Ilmu pengetahuan mengenai antena masih perlu dikembangkan untuk aplikasi-aplikasi komunikasi, khususnya di Indonesia. Salah satu contoh antena yang perlu dikembangkan adalah antena mikrostrip. Pada saat sekarang ini, industri antena terus menerus berkembang. Berbagai macam antena dikembangkan untuk memenuhi

tuntutan teknologi komunikasi yang semakin maju. Salah satu jenis antena tersebut adalah antena mikrostrip. Antena mikrostrip ini merupakan antena yang memiliki masa ringan, ukuranya kecil, biaya produksinya lebih murah dan mampu memberikan unjuk kerja yang cukup baik. Hal tersebut merupakan alasan pemilihan antena mikrostrip digunakan dalam berbagai macam aplikasi, GPS, WLAN, WiMAX dan yang lainnya.

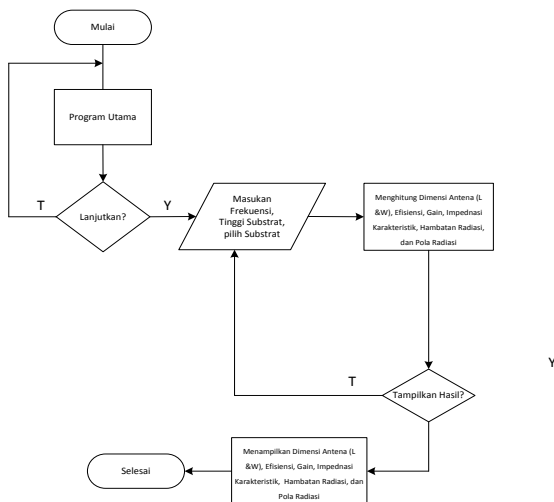
Secara umum antena mikrostrip terdiri atas 3 bagian, yaitu *patch*, substrat, dan *ground plane*. *Patch* terletak di atas substrat, sementara *ground plane* terletak pada bagian paling bawah. Substrat sendiri merupakan material antara *patch* dan *ground plane*. Terdapat banyak substrat dengan nilai konstanta dielektrik yang berbeda, dan perbedaan konstanta dielektrik tersebut akan mempengaruhi kinerja dari suatu antena mikrostrip yang dibuat.

Dasar pemikiran tersebut mendasari penulis untuk membuat suatu program simulasi yang dapat membantu menganalisis karakteristik antena mikrostrip bidang segiempat dengan tunggal dengan varian bahan substrat, frekuensi kerja dan ketebalan substrat menggunakan bantuan bahasa pemrograman *Matlab*.

2. Metode

Metode dalam perancangan program simulasi ini meliputi desain diagram alir program simulasi, program utama, dan program simulasi.

2.1 Diagram Alir



Gambar 1. Diagram alir program

Diagram alir pada Gambar 1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Program dijalankan kemudian user memasukan parameter masukan berupa frekuensi, tinggi substrat dan memilih jenis substrat.

2. Setelah langkah pertama selesai, tekan tombol simulasikan untuk memunculkan hasil keluaran berupa gambar pola radiasi, panjang dan lebar bidang antena mikrostrip, *radiated resistance*, efisiensi dan gain, serta impedansi karakteristik.

Tampilan program ini dirancang dalam 2 tampilan, yaitu program utama dan program simulasi.

2.2 Program Utama

Program utama merupakan tampilan yang pertama kali muncul saat simulasi dijalankan.



Gambar 2. Tampilan program utama

Program utama terdiri dari tiga pilihan tombol, yaitu tombol keluar, tombol sejarah program, dan tombol program simulasi.

Tombol keluar digunakan jika *user* tidak ingin melanjutkan simulasi program.

Tombol sejarah program digunakan jika *user* ingin mengetahui dasar penyusunan program dan sejauh mana penulis mengembangkannya.

Tombol program simulasi digunakan jika *user* ingin melanjutkan simulasi program.

2.3 Program Simulasi

Perancangan program simulasi melalui beberapa tahapan, yang antara lain perhitungan panjang (L) dan lebar (W) bidang mikrostrip.

Dalam merancang bidang antena mikrostrip ini ada beberapa perhitungan yang perlu diketahui yaitu panjang (L) dan lebar (W). Adapun langkah-langkah perhitungannya yaitu:

a. Menghitung lebar bidang mikrostrip segiempat (W)

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (1)$$

b. Menghitung konstanta dielektrik efektif (ϵ_{eff})

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-1/2} \quad (2)$$

c. Menghitung panjang efektif (L_{eff})

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (3)$$

d. Menghitung perluasan panjang (ΔL)

$$\Delta L = 0,412h (\epsilon_{eff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right) \frac{1}{(\epsilon_{eff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (4)$$

e. Menghitung panjang bidang mikrostrip *rectangular* (L)

$$L = L_{eff} - 2 \Delta L \quad (5)$$

Impedansi karakteristik pada saluran mikrostrip untuk $w/h \leq 2$, dinyatakan dengan Persamaan 2.29^[6]

$$Z_0 = \frac{119,9}{\sqrt{2(\epsilon_r + 1)}} \left[\ln \left(\frac{4h}{w} + \sqrt{\left(\frac{4h}{w} \right)^2 + 2} \right) - \frac{\epsilon_r - 1}{2(\epsilon_r + 1)} \left(0,4516 + \frac{0,2416}{\epsilon_r} \right) \right] (\Omega) \quad (6)$$

Impedansi karakteristik pada saluran mikrostrip untuk $w/h \geq 2$, dinyatakan dengan Persamaan 2.30^[6]

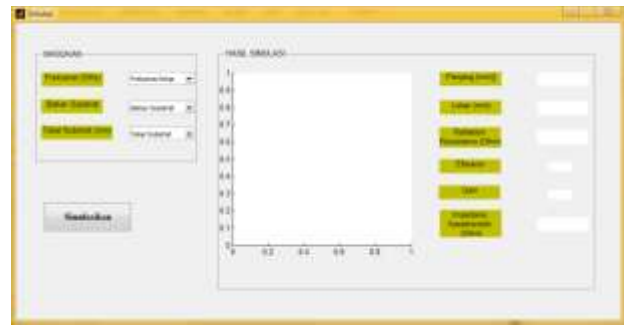
$$Z_0 = \frac{376,7}{\sqrt{\epsilon_r}} \left[\frac{w}{h} + 0,8825 + 0,1645 \left(\frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r^2} \right) + \frac{\epsilon_r + 1}{\pi \epsilon_r} \left\{ 1,4516 + \ln \left(\frac{w}{2h} + 0,94 \right) \right\} \right]^{-1} (\Omega) \quad (7)$$

Ide dalam penyusunan penelitian ini, tidak seluruhnya berasal dari pemikiran penyusun, melainkan mengadopsi dan sedikit mengubah dari jurnal yang didapatkan dari Department of Electronic and Communication Engineering, GIT, GITAM University, Visakhapatnam, AP, India.

Perubahan yang terjadi yaitu pada :

1. Tampilan Program.
2. Menu masukan yang saya gunakan terbatas pada 4 variasi frekuensi (2,25 GHz, 2,3 GHz, 2,4 GHz, dan 3,35 GHz), 5 jenis substrat (RT Duroid $\epsilon_r=2,2$; Taconic TLC $\epsilon_r=3,2$; RO4003 $\epsilon_r=3,4$; Glass Epoxy FR4 $\epsilon_r=4,36$; dan Bakelite $\epsilon_r=4,78$), dan 4 variasi ketebalan substrat (3,175mm, 1,575mm, 0,787mm, dan 0,508mm).
3. Perhitungan Panjang dan Lebar antena, saya sedikit mengevaluasi dan mengubah beberapa poin dari penyusun aslinya.
4. Perhitungan Gain antena, dengan memasukkan direktivitas.

Tampilan untuk program simulasi ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Tampilan program simulasi sebelum dijalankan

3. Hasil dan Analisis

3.1 Hubungan antara Jenis Substrat Antena Mikrostrip dengan Mikrostrip dengan Dimensi Mikrostrip, Hambatan Radiasi, Efisiensi, Gain, dan Impedansi Karakteristik Mikrostrip

Tabel 1. Pengaruh jenis substrat terhadap dimensi mikrostrip, hambatan radiasi, efisiensi, gain, dan impedansi karakteristik

Jenis Substrat	L (mm)	W (mm)	Hambatan Radiasi (Ohm)	Efisiensi (%)	Gain (dBi)	Impedansi Karakteristik (Ohm)
RT Duroid ($\epsilon_r=2,2$)	20.797	51.558	1734.2458	0.93326	14.390	102.0868
Taconic TLC ($\epsilon_r=3,2$)	16.731	45.004	1734.2458	0.97431	13.861	98.7828
RO4003 ($\epsilon_r=3,4$)	16.079	43.969	1734.2458	0.63501	13.600	98.2214
Glass Epoxy FR4 ($\epsilon_r=4,36$)	13.466	39.837	1734.2458	0.59727	10.153	93.9356
Bakelite ($\epsilon_r=4,78$)	12.532	38.363	1734.2458	0.88268	11.546	95.124

Berdasarkan tabel., dapat diketahui bahwa jenis substrat yang dipilih akan mempengaruhi panjang dan lebar mikrostrip, dimana semakin besar konstanta dielektrik, maka ukuran mikrostrip akan semakin kecil.

Jenis substrat yang dipilih berpengaruh terhadap besar kecilnya gain mikrostrip, dimana semakin besar konstanta dielektrik yang dimiliki bahan substrat, maka gain mikrostrip akan semakin kecil.

Jenis substrat yang dipilih juga berpengaruh terhadap impedansi karakteristik mikrostrip, dimana semakin besar konstanta dielektrik yang dimiliki bahan substrat, maka nilai impedansi karakteristiknya akan semakin kecil.

Pengujian pada variasi bahan substrat dengan tingkat frekuensi kerja dan ketebalan substrat yang sama menunjukkan ketika terjadi kenaikan nilai konstanta dielektrik bahan substrat sebesar 53,9749%, maka terjadi penurunan ukuran panjang sebesar 39,7399% dan penurunan ukuran lebar sebesar 26,7572%.

3.2 Hubungan antara Frekuensi Kerja Mikrostrip dengan Dimensi Mikrostrip, Hambatan Radiasi, Efisiensi, Gain, dan Impedansi Karakteristik Mikrostrip

Tabel 2. Pengaruh frekuensi kerja terhadap dimensi mikrostrip, hambatan radiasi, efisiensi, gain, dan impedansi karakteristik

Aplikasi Mikrostrip	L (mm)	W (mm)	Hambatan Radiasi (Ohm)	Efisiensi (%)	Gain (dBi)	Impedansi Karakteristik (Ohm)
GPS (2,25 GHz)	51.742 1	52.704 6	1764.589 5	0.92474	14.360 2	102.0301
Wimax (2,3 GHz)	20.797 5	51.558 9	1734.245 8	0.93326	14.390 4	102.0868
WLAN (2,4GHz)	19.033 6	49.410 6	1676.086 2	0.95207	14.456 4	102.1959
Sistem Komunikasi Wireless (3,35 GHz)	7.84	35.398 6	1354.744 5	1.3384	15.805 5	103.0089

Berdasarkan tabel2., dapat diketahui bahwa frekuensi kerja yang digunakan akan mempengaruhi panjang dan lebar bidang mikrostrip, dimana semakin tinggi level frekuensi yang dipakai, maka ukuran bidang mikrostrip akan semakin kecil.

Pemilihan level frekuensi kerja berpengaruh terhadap hambatan radiasi mikrostrip, dimana semakin tinggi level frekuensi yang digunakan, maka nilai hambatan radiasinya akan semakin kecil

Pemilihan level frekuensi kerja berpengaruh terhadap impedansi karakteristik mikrostrip, dimana semakin besar level frekuensi yang dipakai, maka nilai impedansi karakteristiknya akan semakin besar.

Pengujian pada variasi bahan substrat dengan tingkat frekuensi kerja dan ketebalan substrat yang sama menunjukkan ketika terjadi kenaikan nilai konstanta dielektrik bahan substrat sebesar 53,9749%, maka terjadi penurunan ukuran panjang sebesar 39,7399% dan penurunan ukuran lebar sebesar 26,7572%.

3.3 Hubungan antara Ketebalan Substrat Mikrostrip dengan Dimensi Mikrostrip, Hambatan Radiasi, Efisiensi, Gain, dan Impedansi Karakteristik Mikrostrip

Tabel 3. Pengaruh frekuensi kerja terhadap dimensi mikrostrip, hambatan radiasi, efisiensi, gain, dan impedansi karakteristik

Ketebalan substrat	L (mm)	W (mm)	Hambatan Radiasi (Ohm)	Efisiensi (%)	Gain (dBi)	Impedansi Karakteristik (Ohm)
3.175 mm	20.797 5	51.558 9	1734.245 8	0.93326	14.390 4	102.0868
1,575 mm	32.439 9	51.558 9	1603.680 2	0.81113	13.897 3	100.1486
0,787 mm	38.637 7	51.558 9	1574.647	0.85644	14.083 1	98.1116

0,508 mm	40.793 2	51.558 9	1569.132 5	0.89359	14.217 5	96.8912
----------	-------------	-------------	---------------	---------	-------------	---------

Berdasarkan tabel3., dapat diketahui bahwa ketebalan substrat yang dipilih akan mempengaruhi panjang bidang mikrostrip, tetapi tidak berpengaruh pada lebar bidang mikrostrip, dimana semakin tinggi level frekuensi yang dipakai, maka ukuran mikrostrip akan semakin kecil.

Pemilihan ketebalan substrat berpengaruh terhadap hambatan radiasi mikrostrip, dimana semakin tebal substrat yang dipilih, maka nilai hambatan radiasinya akan semakin besar.

Pemilihan ketebalan substrat berpengaruh terhadap efisiensi dan gain mikrostrip, dimana semakin tebal substrat yang dipilih, maka nilai efisiensi dan gain mikrostrip akan semakin besar.

Pemilihan ketebalan substrat juga berpengaruh terhadap impedansi karakteristik mikrostrip, dimana semakin tebal substrat yang dipilih, maka nilai impedansi karakteristiknya akan semakin besar.

Pengujian pada variasi bahan substrat dengan tingkat frekuensi kerja dan ketebalan substrat yang sama menunjukkan ketika terjadi kenaikan nilai konstanta dielektrik bahan substrat sebesar 53,9749%, maka terjadi penurunan ukuran panjang sebesar 39,7399% dan penurunan ukuran lebar sebesar 26,7572%.

3.4 Perbandingan Hasil Program simulasi Dengan Software IE3D

Hasil perbandingan antara simulasi program *MATLAB* dengan *software IE3D* akan ditampilkan pada tabel 8.

Tabel 4. Perbandingan Efisiensi dan Gain antara simulasi menggunakan *MATLAB* dengan simulasi menggunakan *software IE3D*

Variasi	Simulasi <i>MATLAB</i>		Simulasi <i>IE3D</i>		
	Efisiensi (%)	Gain (dBi)	Efisiensi (%)	Gain (dBi)	
Jenis Substrat	RT Duroid (εr=2,2)	0.93326	14.3904	1.83898	-11.437
	Taconic TLC (εr=3,2)	0.97431	13.861	1.04279	-13.425
	RO4003 (εr=3,4)	0.63501	13.6001	0.97391	-13.668
	FR4 Glass Epoxy (εr=4,36)	0.59727	10.1535	0.66839	-15.089
	Bakelite (εr=4,78)	0.86268	11.5466	0.43928	-16.461
Frekuensi Kerja	GPS (2,25 GHz)	0.92474	14.3602	1.79308	-11.559
	Wimax (2,3 GHz)	0.93326	14.3904	1.86941	-11.359
	WLAN (2,4 GHz)	0.95207	14.4564	1.96198	-11.127
	Sistem Komunikasi Wireless (3,35 GHz)	1.3384	15.8055	3.25035	-8.7753
Substrat	3.175 mm	0.93326	14.3904	1.83898	-11.4368

1.575 mm	0.81113	13.8973	0.588564	-16.8005
0.787 mm	0.85644	14.0831	0.168234	-22.4822
0.508 mm	0.89359	14.2175	0.012504	-33.8278

Mengacu pada tabel 4., terlihat adanya sedikit perbedaan antara hasil simulasi menggunakan program *MATLAB* dengan simulasi menggunakan software *IE3D*. Hal ini disebabkan oleh beberapa parameter pada karakteristik bahan substrat seperti factor disipasi, yang dimasukkan dalam simulasi menggunakan *software IE3D* tidak dimasukkan dalam simulasi menggunakan *MATLAB*, sehingga hal ini mempengaruhi hasil simulasi.

Perbedaan ini juga dikarenakan pada saat simulasi menggunakan *MATLAB* teknik pencatutan yang digunakan diabaikan, sedangkan dalam simulasi menggunakan *software IE3D* teknik pencatutan yang digunakan harus dimasukkan.

Akan tetapi, secara umum hasil yang ditampilkan hampir sama, yaitu antena mikrostrip memiliki efisiensi rendah.

4. Kesimpulan

Mengacu pada hasil pengujian dan analisis program simulasi antena mikrostrip segiempat dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Pengujian pada variasi frekuensi dengan bahan substrat dan ketebalan substrat yang sama menunjukkan ketika terjadi kenaikan frekuensi kerja 32,8385%, maka terjadi penurunan ukuran panjang sebesar 84,8479% dan penurunan ukuran lebar sebesar 32,8358%.
2. Pengujian pada variasi bahan substrat dengan tingkat frekuensi kerja dan ketebalan substrat yang sama menunjukkan ketika terjadi kenaikan nilai konstanta dielektrik bahan substrat sebesar 53,9749%, maka terjadi penurunan ukuran panjang sebesar 39,7399% dan penurunan ukuran lebar sebesar 26,7572%.
3. Pengujian pada variasi ketebalan substrat dengan bahan substrat yang sama dan tingkat frekuensi kerja yang sama menunjukkan ketika terjadi penurunan nilai ketebalan substrat sebesar 84%, maka terjadi kenaikan ukuran panjang sebesar 49,0172%, tetapi ukuran lebarnya tetap.
4. Kenaikan frekuensi sebesar 32,8385% mempengaruhi kenaikan efisiensi sebesar 0,41366% dan gain sebesar 10,0646%.
5. Kenaikan nilai konstanta dielektrik sebesar 53,9749% mempengaruhi penurunan efisiensi sebesar 0,07058% dan penurunan gain sebesar 29,4425%.
6. Kenaikan nilai ketebalan substrat sebesar 84% mempengaruhi penurunan efisiensi sebesar 0,03967% dan penurunan gain sebesar 1,2015%.

7. Bahan RT duroid memberikan hasil yang paling bagus, hal ini terlihat dari hasil efisiensi yang didapatkan sebesar 0.93326% dan gain sebesar 14,3904 dBi.

Referensi

- [1]. Aditia, Rian, "Antena Dipole Fractalkurva Koch tipe planar yang dapat bekerja pada pitafrekuensi UHF televisi", Laporan penelitian Teknik Elektro UNDIP, Juni 2011.
- [2]. Amrithesh and singh, K. M., "Design of Square Patch Microstrip Antena for Circular Polarization Using IE3D Software", National Institute of Technology, Roulkela, 2008.
- [3]. Balanis, Constantine A., "Antena Theory", John Wiley & Sons Inc., Kanada, 1997.
- [4]. Balanis, Constantine A., "Antena Theory Analysis and Design (3rd Edition)", John Wiley and Sons Incorporation, 2005.
- [5]. Christyono, Yuli, "Materi kuliah Antena dan Propagasi", Teknik Elektro Undip.
- [6]. Garg, R., Bhartia, P., Bahl, P. and Ittipiboon, A. "Microstrip Antena Design Handbook", Artech House, Boston, London, 2001.
- [7]. James, J. R. and Hall, P. S., "Handbook of Microstrip Antenas", 2nd ed., Peter Peregrinus Ltd., United Kingdom, London, 1989.
- [8]. Khan, Anzar dan Rajesh Nema, "Analysis of Five Different Dielectric Substrates on Microstrip Patch Antena", International Journal of Computer Applications (0975-8887) Volume 55-No.18, Oktober 2012.
- [9]. "Microstrip Patch Antena", pdf, Chapter 3.
- [10]. "Microstrip Patch Antena Design And Results", pdf, Chapter 4.