

BAB 4

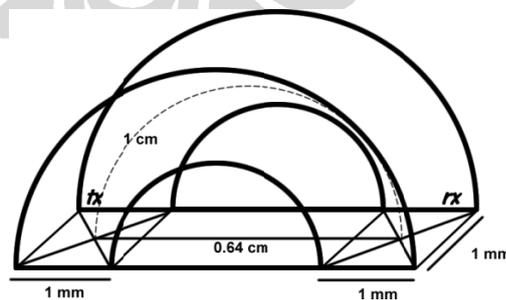
ANALISA & PERHITUNGAN

Berdasarkan teori yang diambil dari beberapa studi literatur pada Bab 2, maka diperjelaskan kembali bahwa karakteristik glukosa tampak pada Tabel 4.1 Oleh sebab penjelasan beberapa literatur, maka riset ini dilakukan pemodelan terhadap glukosa dalam bentuk nilai *capacitance* yang memiliki sifat permittivitas.

Tabel 4.1 Tabel Hasil Studi Literatur terhadap Glukosa

Glukosa Berdasarkan Karakteristik	Keterangan
Substrat Equivalent	Dielectric [19]
Dielectric Dispersion	β dispersion [7]
Sifat Atomic	Molekular [9]

Parameter yang terutama dalam menganalisa besaran suatu nilai *resistance* atau *conductance* yaitu besaran *constant length*. Besarnya merupakan luas area yang akan diukur antara TX dan RX (*2 electrode methode*). Tampak pada Gambar 4.1, menggambarkan besar luas area medium yang diasumsikan akan dilewati signal dimana seakan medium ini merupakan bagian dari sebuah *reactance* atau *conductance*.



Gambar 4.1 Batas ukuran *sample* pada sebuah jari (*k*)

Dengan menggunakan Persamaan 2.5 pada Bab 2, maka berdasarkan ukuran asumsi *constant length* untuk tiap bagian lapisan juga berbeda. Besaran *constant length* untuk masing-masing bagian tampak pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tabel ukuran *constant length*

Lapisan	Tebal maks lapisan [<i>l</i>]	Luas Area [<i>A</i>] (assume)	<i>Constant Length</i> [<i>k</i>]
Epidermis	1 mm [16]	1x1 mm ²	1 mm
Dermis	3 mm [16]	1x1 mm ²	$\frac{1}{3}$ mm
Blood / Subkutan	2 mm (assume)	1x1 mm ²	$\frac{1}{2}$ mm

Selain parameter *constant length* (*k*), ada beberapa parameter lainnya yaitu parameter *conductance* dari epidermis, dermis dan phase masing-masing karakteristik. Beberapa parameter lainnya tampak pada Tabel 4.3. Untuk parameter input yang berubah yaitu glukosa memiliki karakteristik berada pada daerah β dispersion memiliki beberapa syarat parameter *constant* yang tampak pada Tabel 4.4. Nilai Parameter Glukosa ini akan ditambahkan ke dalam unsur nilai *capacitance* di bagian dermis pada model 1 dan *capacitance* di bagian darah pada model 2.

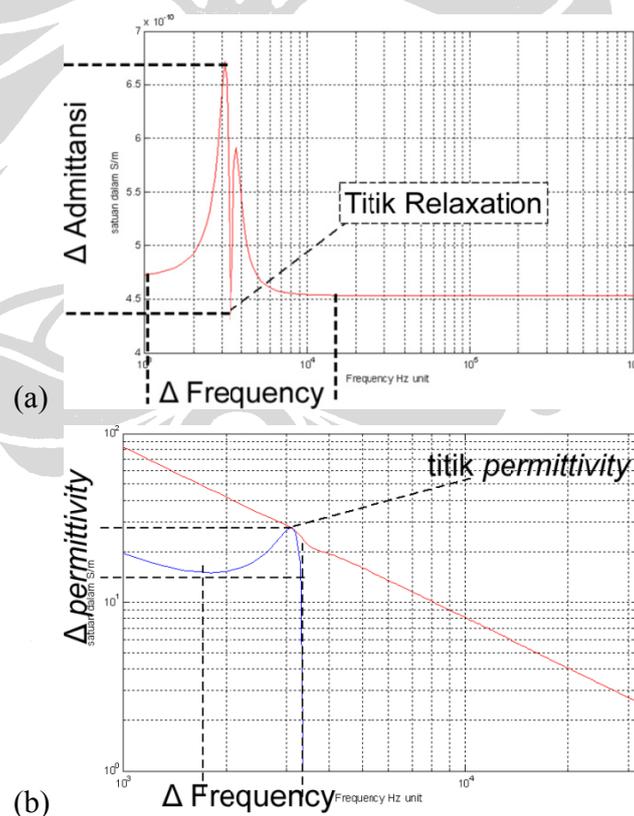
Tabel 4.3 Perincian Data yang Dipergunakan [7]

Lapisan	σ (S/m) 1Hz – 10KHz (Tipe Data 1)	σ (S/m) 1MHz (Tipe Data 2)	Φ_{max} @ 10MHz
Epidermis (Human skin Dry)	10^{-7}	10^{-4}	80
Dermis (Human skin Wet)	10^{-5}	10^{-4}	30
Blood	0,7	0,7	20

Tabel 4.4 Parameter Karakteristik Glukosa [3]

Karakteristik Glukosa	β Dispersion Dielectric	
	Minimum	Maksimum
$\Delta\epsilon_r$	10^2	10^5
$\Delta\sigma$	0	1
Range Frekuensi	10^3	10^6

Model 1 dan Model 2 yang digambarkan pada Bab 3 disimulasikan ke dalam program Matlab dengan menggunakan fungsi *frequency domain* dimana besaran hasil nilai admittansi yang diukur *dependent* terhadap besaran *frequency*. Parameter yang menjadi tolak ukur yaitu, Δ Permittivity / Δ Conductivity, dan Δ Frekuensi. Ketiga parameter dapat dijelaskan pada Gambar 4.2.



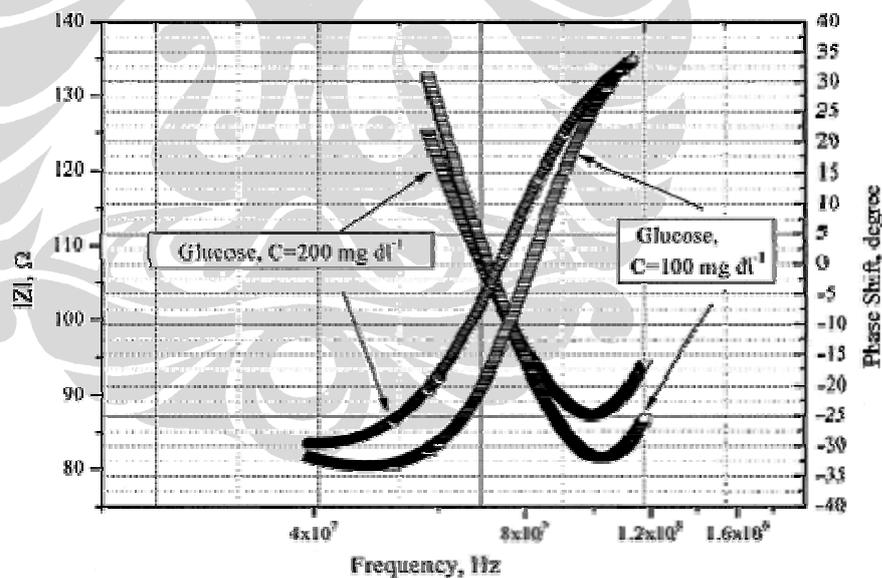
Gambar 4.2 Parameter Ukur

Hubungan perubahan permittivitas glukosa pada frekuensi memiliki hubungan yang terbalik. Hal ini dibuktikan pada Persamaan 4.2. Pada persamaan ini karakteristik perubahan frekuensi dari frekuensi yang rendah ke frekuensi tinggi menjelaskan perubahan permittivitas dari besar ke permittivitas yang kecil. Dalam hal ini besar permittivitas diasumsikan mempengaruhi jumlah kadar glukosa darah dalam tubuh yang tampak pada persamaan muatan listrik pada Persamaan 4.3.

$$\frac{1}{2\pi fC} = k \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \dots\dots\dots (4.2)$$

$$Q = k \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot V \dots\dots\dots (4.3)$$

Besarnya perubahan permittivitas berkurang seiring dengan pertambahan frekuensi ini juga dijelaskan oleh A.Caduff pada Gambar 4.3. sehingga Glukosa maksimum ada pada *Lower Frequency*.



Gambar 4.3. Karakteristik Permittivitas Glukosa menurut A.Caduff [12]

4.1 Analisa Hasil Perubahan *Admittance*

Analisa hasil dari pemodelan model 1 dan model 2 dibuat kedalam karakteristik admittansi dari masing-masing model. Rumus yang dipergunakan yaitu rumus Maxwell-Wagner dan P.Debye pada Bab 3. Hasil Gambar simulasi dengan menggunakan program Matlab dapat dilihat pada Lampiran 3 Gambar Pemodelan. Hasil analisa dari gambar pemodelan pada Gambar.1 hingga Gambar.8 dirangkum ke dalam Tabel hasil simulasi Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Tabel Hasil Simulasi terhadap Titik *Dispersion Relaxation* Perubahan Admittansi

PEMODELAN	TIPE DATA	ΔY	Frekuensi $\Delta\phi$	ΔY	Frekuensi $\Delta\phi$
		Maxwell-Wagner	Maxwell-Wagner	P.Debye	P.Debye
Model 1	1 Hz – 10 KHz	$4,3 \cdot 10^{-10}$	1KHz – 10KHz	$0,75 \cdot 10^{-9}$	2KHz – 4KHz
	1 MHz	$0,75 \cdot 10^{-7}$	3KHz – 20KHz	$1 \cdot 10^{-7}$	6KHz – 20 KHz
Model 2	1 Hz – 10 KHz	$4,6 \cdot 10^{-10}$	0.2MHz – 10GHz	0	0.6MHz – 0.7MHz
	1 MHz	$0,5 \cdot 10^{-7}$	0.2MHz – 10GHz	$0,5 \cdot 10^{-8}$	0.6MHz – 0.7MHz

Jika dilihat dari Tabel 4.5 , maka jarak dari frekuensi rata-rata antara model 1 dan model 2 dapat dicari besar kemungkinan besar perubahan admittansi terjadi pada *range* frekuensi tertentu dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Panjang Rata-rata Frekuensi berdasarkan admittansi

PEMODELAN	Frekuensi
Model 1	3KHz – 4 KHz 6KHz – 10 KHz
Model 2	0.6MHz – 0.7MHz

Jika dilihat dari besar antara hubungan Maxwell-Wagner model dan teori dari P.Debye, besar *range* perubahan admittansi lebih jelas dengan menggunakan Maxwell-Wagner model. Untuk *range* frekuensi pada perubahan admittansi dengan menggunakan teori P.Debye lebih pendek. Maka pada model 1

4.2 Analisa Hasil Perubahan *Permittivity & Conductivity*

Analisa perubahan lainnya yang dapat diperhatikan yaitu perubahan permittivitas dan konduktivitas. Persamaan yang dapat menggambarkan permittivitas dan konduktivitas tampak pada Persamaan 4.4. data hasil analisa tampak pada Tabel 4.6

$$Y = k(\sigma + j\omega\varepsilon)$$

$$\varepsilon^* = \frac{\omega\varepsilon}{\omega\varepsilon_0} - j\frac{\sigma}{\omega\varepsilon_0} \dots\dots\dots (4.4)$$

Dari persamaan 4.4, besaran admittansi tersebut disimulasikan ke dalam besaran permittivitas dan nilai imajiner nya merupakan nilai dari konduktivitas. Perubahan frekuensi dan perubahan permittivitas / konduktivitas yang terjadi tampak pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Tabel Hasil Simulasi terhadap Titik *Dispersion Relaxation*
Perubahan Permittivitas & Konduktivitas

PEMODELAN	TIPE DATA	$\Delta\varepsilon$ & $\Delta\sigma$ Maxwell-Wagner	Frekuensi $\Delta\varphi$ Maxwell-Wagner	$\Delta\varepsilon$ & $\Delta\sigma$ P.Debye	Frekuensi $\Delta\varphi$ P.Debye
Model 1	1 Hz – 10 KHz	25	1KHz – 100KHz	-110	1KHz – 6KHz
	1 MHz	0,75	2KHz – 7KHz	0	6KHz – 20KHz
Model 2	1 Hz – 10 KHz	0	0.4MHz – 10GHz	0	0.6MHz – 0.7MHz
	1 MHz	0	1GHz – 2GHz	0	0.6MHz – 0.7MHz

Besar perubahan frekuensi pada Tabel 4.7, diambil nilai rata-rata besar frekuensi tersebut dapat dirangkum pada Tabel 4.8. Pada tabel 4.8 diambil kesimpulan bahwa besar model 1 berada pada low frequency dan Model 2 pada Frekuensi yang lebih tinggi.

Tabel 4.8 Panjang Rata-rata Frekuensi berdasarkan admittansi

PEMODELAN	Frekuensi
Model 1	2KHz – 6 KHz
Model 2	0.6MHz – 0.7MHz

Dilihat dari hubungan permittivitas dengan dengan model 1 dan model 2 , maka pada model 1 dapat dilihat titik *Dispersion Relaxation* antara perubahan permitivitas glukosa di dalam model 1. Pada model 2 tidak ditemukan perubahan glukosa dalam simulasi model 2 sehingga glukosa tidak mudah terbaca pada model 2.

4.3 Ringkasan Hasil Analisa

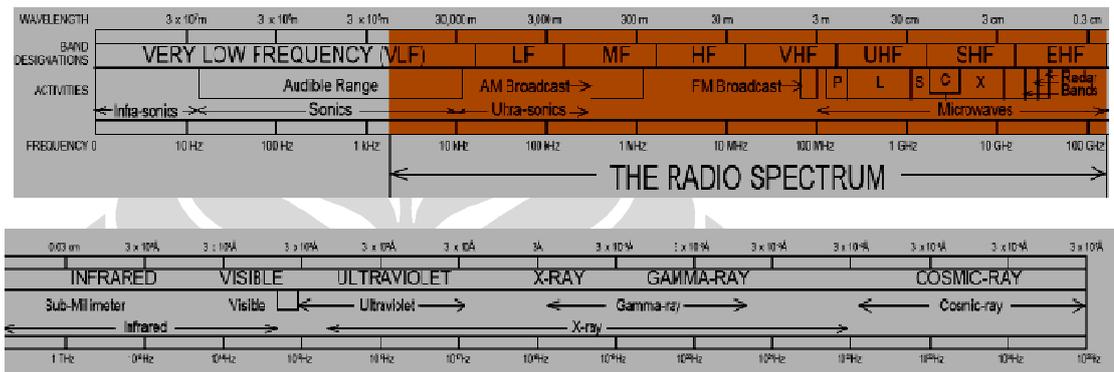
Dari hasil Tabel 4.5 hingga Tabel 4.8, dirangkum ke dalam Tabel 4.9. Tabel yang berisikan data *point maksimum* pada hasil grafik simulasi. Didapat dari besar model 1 memiliki titik permittivitas yang dapat dibaca dibandingkan dengan model 2. Dan besar admittansi yang terukur pada nilai 10^{-9} pada model 1 dan besar admittansi yang terukur pada nilai 10^{-6} pada model 2. Pada model 2 nilai admittansi memiliki bilangan mikro yang lebih besar dibandingkan dengan model 1 yang memiliki bilangan nano.

Tabel 4.9 Tabel Point Maksimum

Model	Data	$\Delta\epsilon$ glucose	$\Delta\epsilon$	Y maks (S/m)	$\Delta\phi$ maks
Model 1	1Hz – 10KHz	10^{-2} – 10^{-5} Nilai C glucose antara 0.1uF Hingga 0.1 nF	25	$0.6 \cdot 10^{-9}$	40
	1MHz		0.75	$2 \cdot 10^{-6}$	180
Model 2	1Hz – 10KHz		-	$0.4 \cdot 10^{-9}$	-20
	1MHz		-	$2 \cdot 10^{-6}$	-160

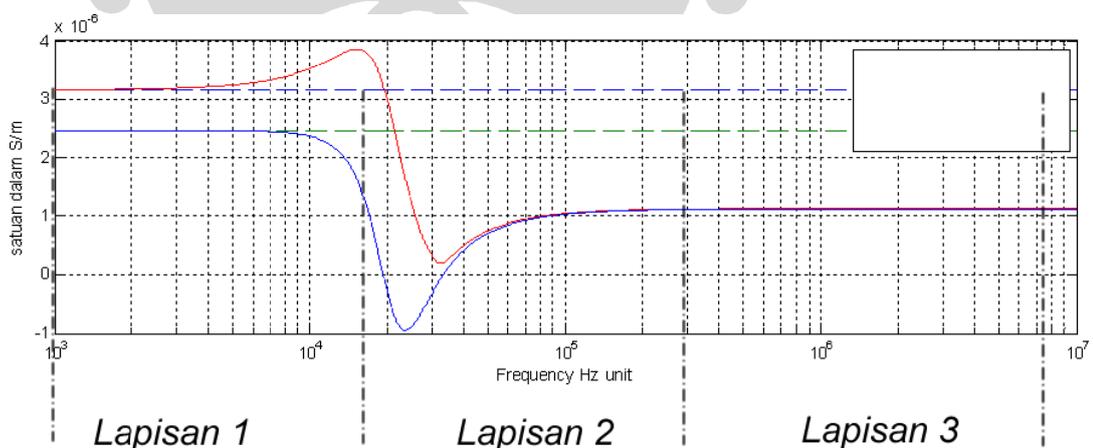
4.4 Analisa Analogi Biological dan Electrical

Hubungan karakteristik glukosa yang terdapat pada β dispersion ini memiliki range frekuensi yang berada pada KHz hingga MHz. Sehingga range pengukuran pada ada pada frekuensi radio yang tampak pada Gambar 4.5. Berdasarkan A. Caduff yang memodelkan besar glukosa berada juga pada MHz.



Gambar 4.4 Frequency Spectrum [20]

Jembatan yang menghubungkan biologis dan elektronik yaitu pada pendeskripsian grafik pada saat grafik bergerak hingga frekuensi yang lebih tinggi maka grafik tersebut secara tidak langsung menggambarkan perubahan yang terjadi pada beberapa lapisan kulit. Untuk lebih jelas lihat Gambar 4.6.



Gambar 4.5 Biologi Analogi Model to Graph

Sehingga dalam pemodelan jika dibuat sebanyak 3 buah model RC paralel yang mirip dengan model Maxwell-Wagner maka Grafik akan terus bergerak pada frekuensi yang lebih tinggi. Untuk pemodelan model 1 dan 2 memiliki perbedaan yaitu nilai frekuensi KHz – MHz untuk model 1 dan frekuensi MHz – GHz untuk model 2.

