

SIMULASI KARAKTERISTIK DIODA DENGAN MENGGUNAKAN BAHASA PEMROGRAMAN DELPHI 7.0

Nuzulul Istichoroh

S1-Fisika, FMIPA, UNESA, mbiz_elnino@yahoo.co.id

Agus Prihanto

UNESA, cogierb201@yahoo.com

Abstrak

Karakteristik dioda sangat penting untuk diketahui sebagai salah satu bagian dari perangkat elektronika. Dengan memahami karakteristik suatu komponen tersebut diharapkan tidak akan terjadi kesalahan dalam aplikasinya pada suatu rangkaian listrik. Dioda sendiri merupakan suatu komponen elektronika yang berfungsi untuk menghasilkan tegangan searah dari tegangan bolak-balik. Oleh karena itu, dengan mengetahui karakteristik dioda, berarti nantinya dapat memperkirakan tegangan minimum yang dapat dilalui oleh dioda sehingga arus dapat mengalir melaluinya dan dapat menghasilkan tegangan searah. Untuk dapat menentukan karakteristik dioda dapat dilakukan dengan melakukan percobaan elektronika menggunakan suatu rangkaian listrik. Tetapi pada penelitian ini akan dibuat suatu simulasi tentang karakteristik dioda yang diharapkan dapat mempermudah penentuan karakteristik dioda dibandingkan dengan melakukan praktikum dengan menggunakan rangkaian listrik. Pada penelitian ini telah dibuat suatu simulasi yang dapat digunakan untuk menentukan nilai karakteristik dioda yang dapat digunakan sebagai media pengganti praktikum dengan judul yang sama. Simulasi ini dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7.0 yang hasilnya telah disesuaikan dengan teori. Dari hasil pembuatan simulasi dapat diperoleh grafik karakteristik dioda untuk dioda jenis germanium dan silikon. Pada grafik simulasi ini didapatkan nilai tegangan dioda yang merupakan karakteristik dioda. Nilai karakteristik untuk dioda germanium adalah sebesar 0,3 volt dan untuk dioda silikon sebesar 0,7 volt.

Kata Kunci: karakteristik dioda, dioda germanium, dioda silikon.

Abstract

Diode characteristics is very important to be known as a part of the electronic device. By understanding the characteristics of a component is expected will not to be in error in its application to the electrical circuit. The diode itself is an electronic component that produces direct voltage of an alternating voltage. Therefore, by knowing the characteristics of the diode, means will be able to estimate the minimum voltage that can be passed by the diode so that current can flow through it and can generate direct voltage. In order to determine the characteristics of the diode can be done by performing experiments using an electronic circuit. But in this research will be made of a simulation of the characteristics of a diode that is expected to facilitate the determination of the characteristics of diode compared to doing the lab by using the electrical circuit. In this research, has created a simulation that can be used to determine the characteristics of diode that can be used as a replacement for the media lab with the same title. The simulation was created using Delphi 7.0 programming language that has been adapted to the theoretical results. From the simulation results obtained graph creation diode characteristics for the type germanium and silicon diodes. In this simulation graphs obtained values of diode voltage which are the characteristics of the diode. Characteristics values for germanium diode is 0.3 Volt and 0.7 Volt for silicon diode.

Keywords: characteristic of the diode, germanium diode, silicon diode.

PENDAHULUAN

Bidang ilmu fisika merupakan salah satu cabang ilmu sains yang mempunyai cukup banyak sub-sub ilmu bagian. Dari beberapa bagian ilmu fisika tersebut, tidak semuanya dapat dipahami dengan mudah dan dapat ditemukan dalam aplikasi kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, untuk memahami suatu bidang ilmu terutama pada pokok bahasan tertentu, maka dibutuhkan suatu cara

untuk dapat mewujudkannya. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan cara yang tepat, maka ilmu yang dipelajari akan lebih mudah dimengerti dan dapat selalu diingat.

Salah satu percobaan elektronika yang dapat dibuat simulasinya adalah percobaan tentang penentuan karakteristik dioda, yang bertujuan untuk mendapatkan karakteristik dari suatu dioda. Hasil dari percobaan ini adalah suatu grafik hubungan antara arus yang mengalir pada rangkaian dengan tegangan pada ujung-ujung dioda

tersebut. Dengan menggunakan *software* Delphi 7.0 yang mempunyai kelebihan mengolah data dalam bentuk grafik, maka simulasi dengan menggunakan Delphi ini diharapkan dapat membantu untuk memahami materi karakteristik dioda dengan lebih mudah.

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan di atas, maka dalam penelitian ini yang menjadi permasalahan adalah :

1. Bagaimana membuat kurva karakteristik dioda dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7.0 ?
2. Bagaimana hasil simulasi karakteristik dioda untuk dioda semikonduktor jenis germanium dan silikon ?
3. Berapakah nilai karakteristik tegangan potong dioda semikonduktor jenis germanium dan silikon yang didapat pada simulasi karakteristik dioda tersebut ?

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Membuat simulasi percobaan tentang materi karakteristik dioda.
2. Mendapatkan kurva karakteristik dioda untuk dioda semikonduktor jenis germanium dan silikon.
3. Mendapatkan nilai karakteristik tegangan potong dioda semikonduktor jenis germanium dan silikon.

Sedangkan manfaat yang ingin dicapai adalah:

1. Simulasi yang telah dibuat ini bisa digunakan sebagai alat bantu untuk dapat memahami materi tentang elektronika terutama pada pokok bahasan dioda.
2. Dapat digunakan sebagai media pengganti praktikum elektronika yang berjudul penentuan karakteristik dioda.
3. Dapat dijadikan sebagai perbandingan nilai karakteristik dioda yang diperoleh melalui praktikum dengan melalui simulasi ini.
4. Dapat diperoleh gambar mengenai kurva karakteristik dioda beserta nilai karakteristik dari dioda dengan menggunakan bahan germanium dan silikon.

Semikonduktor merupakan bahan dengan konduktivitas listrik yang berada diantara bahan isolator dan bahan konduktor. Disebut sebagai bahan semikonduktor, karena bahan ini memang bukan konduktor murni. Elektron yang menempati lapisan terluar disebut sebagai elektron valensi. Atom silikon dan germanium masing mempunyai empat elektron valensi. Oleh karena itu baik atom silikon maupun atom germanium disebut juga dengan atom bervalensi empat. Empat elektron valensi tersebut terikat dalam struktur kisi-kisi, sehingga setiap elektron valensi akan membentuk ikatan kovalen dengan elektron valensi dari atom-atom yang bersebelahan. Untuk dapat menjadi konduktor, suatu atom dapat diberikan pengotor yang dimaksudkan untuk mendapatkan elektron valensi bebas dalam jumlah lebih

banyak dan permanen, yang diharapkan akan dapat menghantarkan listrik.

Jika bahan silikon dikotori dengan bahan yang ketidakmurniannya bervalensi lima, maka diperoleh semikonduktor tipe-n. Bahan pengotor yang bervalensi lima ini misalnya antimoni, arsenik, dan pospor. Apabila bahan semikonduktor murni dikotori dengan bahan yang ketidakmurniannya bervalensi tiga, maka akan diperoleh semikonduktor tipe-p. Bahan pengotor yang bervalensi tiga tersebut misalnya boron, galium, dan indium.

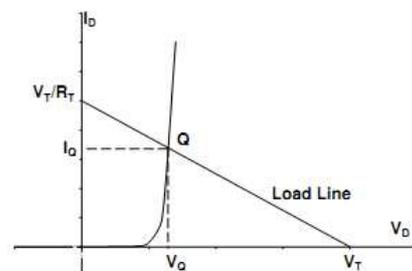
Salah satu contoh bahan semikonduktor yang merupakan elemen dasar dari komponen elektronika adalah dioda. Bentuk dioda yang lazim digunakan terdiri dari semikonduktor jenis-p yang dibuat bersambung dengan semikonduktor jenis-n. Pada sambungan sisi-p terdapat *hole* bebas dan (-) sebagai atom pengotor akseptor yang diionisasi dengan konsentrasi sama dan secara keseluruhan bersifat netral. Pada sambungan sisi-n terdapat elektron bebas dan sejumlah atom pengotor donor yang diionisasi. Pembawa mayoritas pada sisi-p adalah *hole* dan sisi-n adalah elektron.

Bias *forward* merupakan suatu keadaan pada saat ujung bahan-p dan bahan-n dihubungkan dengan suatu sumber tegangan, yaitu bahan-p dihubungkan dengan kutub positif dan bahan-n dengan kutub negatif. Karena keadaan ini, maka arus akan dapat melewati dioda.

Untuk selanjutnya, arus yang mengalir melalui dioda adalah hasil penjumlahan dari arus injeksi dan arus saturasi. Sehingga dari pengertian itu didapatkan rumus umum untuk penyelesaian persamaan dioda adalah sebagai berikut:

$$I_d = -I_s (e^{qV_d / \eta kT} - 1) \tag{1}$$

Dari persamaan diatas tersebut dapat digunakan untuk mencari nilai karakteristik dioda yaitu hubungan antara tegangan dioda (V_d) dan arus dioda (I_d). Karakteristik dioda sendiri adalah grafik hubungan antara besar kuat arus yang melewati dioda dan beda tegangan antara kedua ujung dioda. Berikut merupakan lengkung karakteristik untuk dioda sambungan p-n.



Gambar 1. Ciri karakteristik dioda bias *forward*

Metode numerik yang digunakan pada program karakteristik dioda adalah dengan menggunakan metode Newton-Raphson. Metode Newton-Raphson ini sangat

cocok digunakan untuk penyelesaian grafik nonlinier. Metode Newton-Raphson yang dibahas disini adalah metode untuk menentukan harga tegangan kerja dioda (v) pada fungsi $f(v)=0$.

Sedangkan persamaan untuk titik potong dioda dan fungsi linier dari gambar di atas adalah:

$$f(v_n) = 0 = I_s * (e^{V_d/\eta.V_T} - 1) - (V - V_d)/R \quad (2)$$

Dari persamaan di atas dapat diturunkan menjadi:

$$f'(v_n) = (I_s / \eta.V_T) * (e^{V_d/\eta.V_T}) + 1/R \quad (3)$$

Sehingga metode Newton-Raphson untuk keperluan iterasi adalah:

$$v_d \text{ baru} = v_d - \frac{I_s * (e^{V_d/\eta.V_T} - 1) - \frac{v}{R} + \frac{V_d}{R}}{(I_s / \eta.V_T) * e^{V_d/\eta.V_T} + \frac{1}{R}} \quad (4)$$

Dengan nilai V_d bisa didapat dari persamaan:

$$v_d = \eta.V_T * \ln\left(1 + \left(\frac{V}{R}\right) / I_s\right) \quad (5)$$

Iterasi dihentikan bila $\frac{(v_d - v_d \text{ baru})}{(v_d + v_d \text{ baru})} < 0,001$

dengan 0,001 adalah nilai error yang harganya ditentukan.

Pada pembuatan simulasi ini digunakan bahasa pemrograman Borland Delphi 7.0. Berikut ini akan dijelaskan beberapa hal yang perlu diketahui dari bahasa pemrograman Borland Delphi 7.0 yang akan digunakan dalam pembuatan simulasi. Delphi adalah sebuah aplikasi pengembangan visual produksi Borland. Sebagai aplikasi pengembangan visual, Delphi memakai notasi sintaksis sekunder berupa objek Pascal yang merupakan bahasa pemrograman yang bersifat prosedural.

Dengan menggunakan Pascal sebagai bahasa pemrograman atau notasi sekunder, membuat Borland Delphi lebih mudah dipelajari untuk programmer yang awam sekalipun dengan bantuan dan petunjuk dari fitur help yang dokumentasinya terintegrasi dan mudah diakses.

Microsoft Access merupakan suatu aplikasi yang dapat digunakan untuk membuat database dalam waktu relatif singkat. Data yang telah dibuat pada Microsoft Access ini dapat diolah/ dimodifikasi dengan menggunakan Delphi. Data yang nantinya diolah dalam Microsoft Access akan didatabasekan sedemikian rupa sehingga dapat memberikan informasi yang informatif bagi penggunaanya.

Database adalah sekumpulan informasi yang berguna yang disusun secara khusus pada suatu tabel, query, form, report, makro, dan modul. Misalnya, buku telepon adalah suatu kumpulan nama-nama, alamat-alamat, serta nomor-nomor telepon para pelanggan. Kita menciptakan

database supaya informasi itu dapat disimpan secara efisien dan digunakan bilamana perlu. Database dapat memudahkan penyimpanan dan penggunaan data.

METODE

Pada tahap, langkah pertama yang dilakukan yaitu mengidentifikasi masalah yang akan diteliti, dalam hal ini adalah bagaimana untuk dapat membuat simulasi tentang karakteristik dioda. Langkah selanjutnya adalah penelusuran kajian pustaka yaitu mencari teori-teori yang mendukung dalam hal program yang digunakan dan juga tentang karakteristik dioda itu sendiri.

Pada tahap kedua dalam melaksanakan penelitian ini yaitu tahap perancangan dan pembuatan sistem. Langkah-langkah yang harus dilakukan yaitu merancang desain program dan membuat programnya sesuai dengan teori.

Pada tahap ketiga dalam melaksanakan penelitian ini yaitu pengujian dan pelaporan hasil dengan langkah-langkah yang harus dilakukan yaitu menguji kecocokan program dengan teori secara analitik dengan cara membandingkan keduanya. Dari hasil tersebut kemudian dianalisa data yang diperoleh dan akhirnya melaporkan hasil penelitian yang diperoleh.

Studi pustaka dilakukan melalui pemahaman materi tentang karakteristik dioda dari berbagai referensi seperti, buku-buku, jurnal yang serupa dan dari internet. Pemahaman materi meliputi pemahaman teori, pemahaman metode numerik dan pemahaman bahasa pemrograman yang akan digunakan.

Untuk teknik pengumpulan data dapat dilakukan dengan langkah-langkah seperti, menyusun persamaan dioda

Pada simulasi program akan digunakan persamaan dioda untuk menentukan arus yang mengalir pada keadaan bias forward adalah :

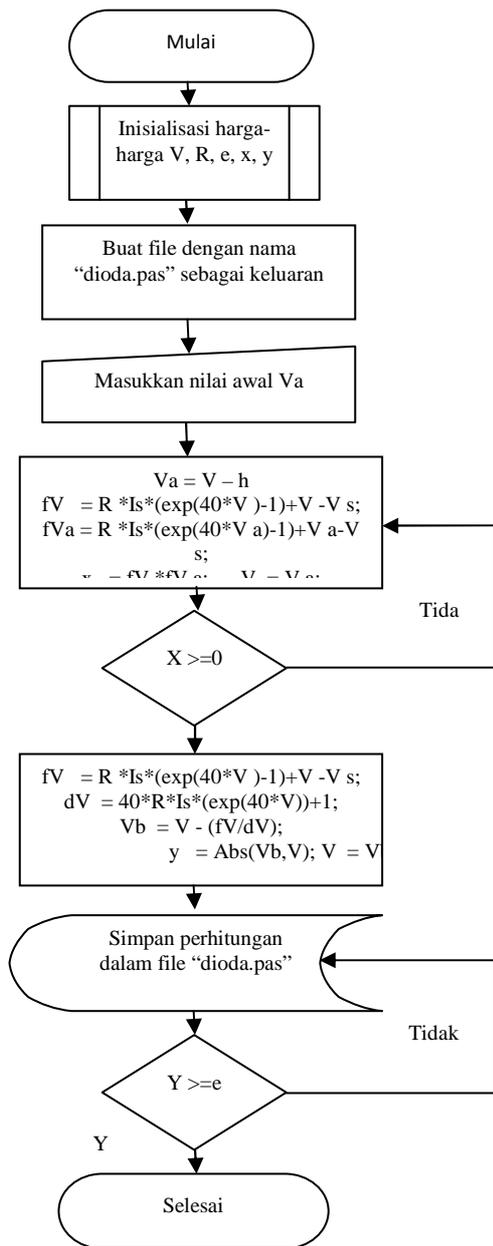
$$I_d = I_s (e^{V_d/\eta.V_T} - 1) \quad (6)$$

Persamaan umum untuk dioda diatas akan digunakan sebagai perbandingan nilai tegangan potong (V_d) yang didapatkan dari hasil numeriknya.

Setelah itu memilih solusi numerik. Metode numerik yang digunakan pada program karakteristik dioda adalah dengan menggunakan metode Newton-Raphson. Metode Newton-Raphson ini sangat cocok digunakan untuk penyelesaian grafik nonlinier. Metode Newton-Raphson yang dibahas di sini adalah metode untuk menentukan harga tegangan kerja dioda v pada fungsi $f(v)=0$.

Dengan menggunakan metode numerik diatas, maka penyelesaian persamaan dioda untuk keperluan iterasi dan mendapatkan hasil berupa nilai tegangan potong dioda dapat diselesaikan. Nilai tegang potong ini sudah merupakan gabungan antara penyelesaian numerik dengan metode Newton-Raphson dengan penyelesaian analitik dengan menggunakan persamaan dioda.

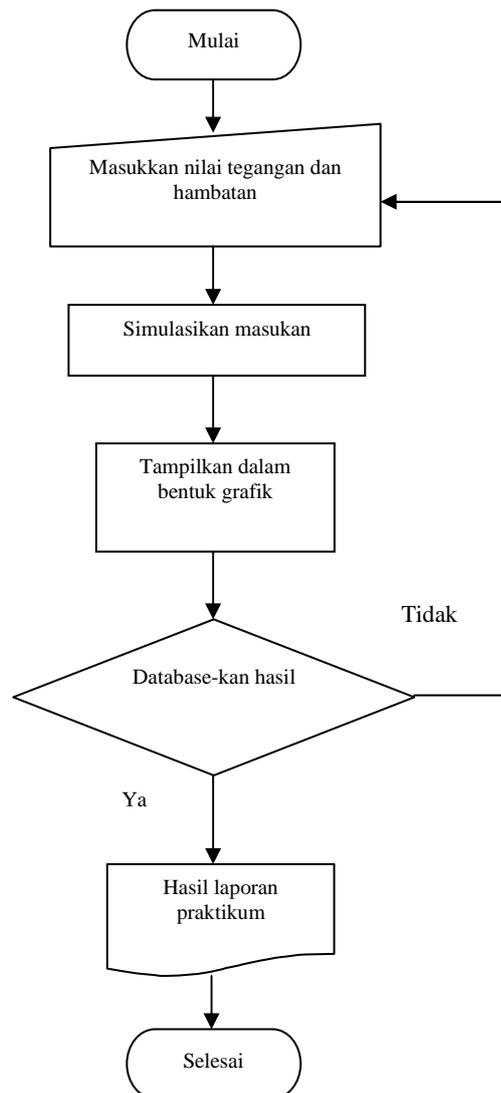
Berikut adalah diagram alir untuk pembuatan program dan penggunaan program:



Gambar 2. Diagram alir program

Dari diagram alir tersebut dapat dijelaskan bahwa:

- Untuk memulai membuat program tersebut dapat dilakukan dengan menentukan nilai- nilai besaran yang terkait seperti, tegangan, hambatan dan besaran-besaran yang lain.
- Setelah itu membuat programnya pada software Delphi.
- Setelah memasukkan listing program dengan mempertimbangkan metode numeriknya, maka tinggal menguji apakah program tersebut sudah sesuai dengan teoritis atau belum.
- Jika program belum sesuai dengan teori, maka dilakukan uji terhadap metode numerik yang digunakan sampai didapatkan nilai yang paling mendekati dengan teori.



Gambar 3. Diagram alir program

Dari diagram alir tersebut dapat dijelaskan bahwa:

- Untuk melakukan simulasi dapat dimulai dengan memasukkan nilai-nilai yang menjadi nilai awal yaitu nilai tegangan dan hambatan.
- Setelah itu pilih simulasikan program dan akan didapatkan hasil grafiknya.
- Hasil yang diperoleh bisa dicetak dalam bentuk laporan ataupun tidak.
- Jika ingin melakukan pengambilan data lagi, bisa dimulai dari langkah awal.

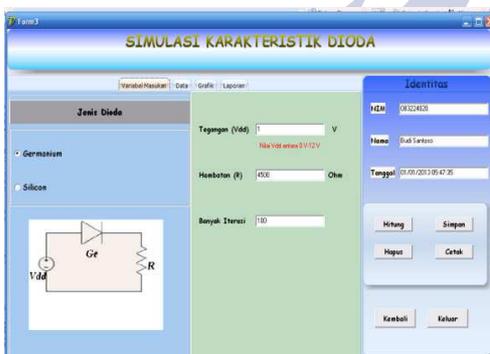
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian ini, maka didapatkan suatu simulasi yang ditampilkan seperti gambar di bawah berikut:



Gambar 4. Tampilan awal program “Simulasi Karakteristik Diode”

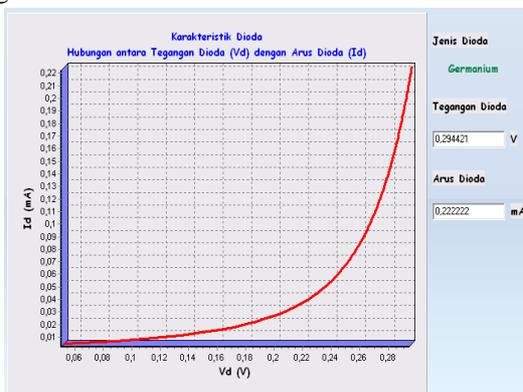
Gambar diatas merupakan tampilan awal dari penelitian tentang simulasi karakteristik diode. Pada tampilan awal tersebut terdapat 3 buah menu yang dapat dipilih untuk menjalankan program.



Gambar 5. Tampilan dari menu “Simulasi”

Pada bagian ini merupakan tampilan utama dari program yang merupakan bagian untuk memasukkan nilai-nilai dari besaran fisika yang digunakan dalam percobaan karakteristik diode. Nilai-nilai yang dimaksud adalah seperti nilai dari hambatan (R), tegangan (V), dan banyak iterasi yang terdapat pada bagian tengah tampilan. Sedangkan pada bagian kiri terdapat pilihan dari jenis diode yang akan digunakan untuk praktikum beserta dengan gambar rangkaiannya.

Dengan memberi nilai masukan tegangan sebesar 1 Volt dan hambatan sebesar 4500 Ohm, serta memilih diode germanium, didapatkan hasil kurva karakteristik sebagai berikut:



Gambar 6. Karakteristik diode germanium pada tegangan 1 Volt

Dengan menggunakan diode silikon dengan memberi nilai masukan tegangan sebesar 1 Volt dan hambatan sebesar 4500 Ohm, didapatkan hasil kurva karakteristik sebagai berikut:



Gambar 7. Karakteristik diode silikon pada tegangan 1 Volt

Pada pengambilan beberapa data diatas, selanjutnya dapat dicetak untuk dapat dijadikan laporan praktikum dengan judul penentuan karakteristik diode. Berikut adalah contoh laporan praktikum yang telah dicetak.

LABORATORIUM ELEKTRONIKA DASAR
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

LAPORAN PRAKTIKUM ELEKTRONIKA DASAR
PENENTUAN KARAKTERISTIK DIODA

TANGGAL	NOMOR	JENIS DIODA	VDD (V)	Vd (V)	Id (mA)
01/01/2013	1	Silicon	0,01	0,0588716244	0,002222222
01/01/2013	2	Silicon	0,02	0,1113653601	0,004444444
01/01/2013	3	Silicon	0,03	0,1543657435	0,006666666
01/01/2013	4	Silicon	0,04	0,1892039428	0,008888888
01/01/2013	5	Silicon	0,05	0,2198153401	0,011111111
01/01/2013	6	Silicon	0,06	0,2452999271	0,013333333
01/01/2013	7	Silicon	0,07	0,2673205688	0,015555555
01/01/2013	8	Silicon	0,08	0,2865695661	0,017777777
01/01/2013	9	Silicon	0,09	0,3036664739	0,02
01/01/2013	10	Silicon	0,1	0,3187079211	0,022222222
01/01/2013	11	Silicon	0,11	0,3323016355	0,024444444
01/01/2013	12	Silicon	0,12	0,3446899625	0,026666666
01/01/2013	13	Silicon	0,13	0,3557663136	0,028888888
01/01/2013	14	Silicon	0,14	0,365870400	0,031111111
01/01/2013	15	Silicon	0,15	0,3753798706	0,033333333
01/01/2013	16	Silicon	0,16	0,3843602492	0,035555555
01/01/2013	17	Silicon	0,17	0,3928060221	0,037777777

Gambar 8. Laporan hasil praktikum

Nilai tegangan pada diode ini dipengaruhi oleh banyaknya muatan yang melalui sambungan. Muatan tersebut berasal dari muatan positif dan negatif dari bahan pembentuk diode. Besar muatan ini sendiri ditentukan dari nomor atom unsur-unsur yang membentuk diode.

Pada diode yang terbuat dari bahan germanium mempunyai tegangan diode yang lebih kecil daripada tegangan diode yang terbuat dari bahan silikon meskipun sama-sama mempunyai elektron valensi sebanyak 4 buah. Hal ini dikarenakan atom germanium mempunyai nomor atom yang lebih banyak daripada silikon. Dengan demikian, maka jumlah elektron germanium juga akan lebih besar daripada silikon dan menyebabkan arus yang mengalir pada germanium lebih besar daripada silikon,

sehingga arus pada dioda germanium sudah bisa lewat pada tegangan yang lebih kecil daripada silikon.

Selain itu, atom germanium juga mempunyai konduktivitas yang lebih besar daripada silikon, sehingga menyebabkan aliran arus yang lebih besar daripada silikon. Tetapi meskipun demikian, silikon mempunyai sifat lebih tahan panas dibandingkan germanium, sehingga banyak dioda semikonduktor yang terbuat dari bahan silikon.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut

1. Telah dibuat suatu program simulasi yang bertujuan untuk dapat mempermudah pemahaman materi dengan bahasan karakteristik dioda. Dari simulasi yang dibuat didapatkan hasil grafik karakteristik dan nilai tegangan minimum dioda dari bahan germanium maupun silikon yang nilainya tidak berbeda jauh dengan teori yang ada.
2. Program simulasi ini bisa digunakan sebagai alternatif pengganti percobaan elektronika yang biasa dilakukan secara manual dengan menggunakan rangkaian ataupun sebagai bagian dari perbandingan antara hasil yang didapat melalui percobaan yang dilakukan secara manual di laboratorium elektronika dengan hasil yang didapat melalui simulasi.
3. Berdasarkan simulasi yang telah dibuat, telah didapatkan nilai karakteristik dioda yaitu tegangan potong dioda. Pada dioda germanium diperoleh tegangan potong sebesar kira-kira 0,3 V dan pada dioda silikon diperoleh nilai tegangan potong sebesar kira-kira 0,7 V.

Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk hasil terbaik dalam membuat suatu program simulasi adalah:

1. Memilih metode numerik yang sesuai dengan judul yang akan dibahas. Pemilihan metode yang kurang tepat akan menyebabkan hasil yang didapatkan kurang presisi dan proses yang terjadi tidak bisa efektif. Pada simulasi ini dipilih metode Newton-Raphson yang merupakan metode yang digunakan untuk penyelesaian kurva polinomial.
2. Karena keterbatasan waktu, maka penulis hanya mampu menyelesaikan simulasi untuk dioda jenis germanium dan silikon. Kedepannya penulis menyarankan untuk membuat simulasi dengan menggunakan jenis dioda yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Brendley, Keith. 2005. *Starting Electronics Third Edition*. British : Newnes.
- Ichwan.M.2011.*Pemrograman Basis Data Delphi7 dan MySQL*. Bandung: Informatika.

Purwadi, Bambang, dkk. 1993. *Elektronika 1*. Jakarta: Departemen Pendidikan & Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.

Pemrograman Borland Delphi 7 (Jilid 1). Yogyakarta: Andi, Madiun: MADCOMS, 2002

Sutrisno. 1987. *Elektronika 2 Teori dan Penerapannya*. Bandung : ITB.

Tim Laboratorium Elektronika. 2007. *Buku Panduan Praktikum Elektronika Dasar 1*. Unipress : Unesa.