

**Analisis Pengaruh Penambahan Fototransistor PNP pada Sistem Serat Optik****Faisal Arrasyid**

Universitas Panca Budi Medan, Indonesia

faisalarrasyid1505@gmail.com***Penulis Korespondensi****Histori Artikel:**

Submit: 2022-05-30

Diterima: 2022-06-04

Dipublikasikan: 2022-06-04

Kata Kunci:

Pengaruh, PNP, Fototransistor, Penguatan Internal

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis unjuk kerja fototransistor PNP berbahan Gallium Arsenide (GaAs) dan Silicon (Si). Berdasarkan analisis untuk fototransistor galium arsenida dan silikon PNP, arus emitor pada keluaran lebih besar daripada arus foton pada saat kejadian. Dengan $= 1017^3$; $= 1016^3$ dan $= 1019^3$; $= 1016^3$ Arus input untuk material GaAs masing-masing adalah $1,6865 \times 10^{-7}$ dan $8,0331 \times 10^{-6}A$. Dengan penambahan internal gain pada materi GaAs yaitu; keuntungan internal basis umum (β) = 0,9991; 0,8974 dan penguatan internal emitor bersama (β) = 1125; 8.7488, maka setiap arus keluaran adalah $1,8973 \times 10^{-4}$ dan $7,028 \times 10^{-5}$. Dengan penambahan penguatan internal pada fototransistor, diperoleh SNR = 26256 dan 8022. Adapun bahan silikon dengan $= 1017m^3$; $= 1016^3$ dan $= 1019^3$; $= 1016^3$ arus input dan arus keluaran masing-masing $1,0766 \times 10^{-7}$ dan $1,266 \times 10^{-6}$. Dengan internal gain pada bahan silikon yaitu; untuk keuntungan internal basis umum (β) = 0,9994; 0,9220 dan penguatan internal emitor bersama (β) = 1563; 11,818, maka arus keluarannya masing-masing adalah $1,6831 \times 10^{-4}A$ dan $1,4827 \times 10^{-5}A$. Dengan penambahan penguatan internal, SNR untuk silikon masing-masing adalah $8,3766 \times 10^{-5}$ dan $3,3609 \times 10^{-6}$.

Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer

is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

LATAR BELAKANG

Sistem serat optik diperlukan untuk mengubah sinyal cahaya kembali menjadi bentuk sinyal listrik di ujung penerima untuk diproses lebih lanjut dan menampilkan informasi yang dikirimkan. Tugas ini biasanya dilakukan oleh detektor cahaya. Persyaratan detektor sangat mirip dengan sumber cahaya, yaitu; harus memiliki sensitivitas tinggi pada panjang gelombang operasi, akurasi tinggi, respons cepat, ketahanan uji, kebisingan rendah, biaya rendah. Selanjutnya, ukurannya harus proporsional dengan inti serat yang digunakan dalam sambungan ringan. Persyaratan ini mudah ditemukan pada detektor yang terbuat dari bahan semikonduktor.

Fototransistor merupakan salah satu komponen yang berfungsi sebagai pendeteksi cahaya. Fototransistor memiliki kelebihan dibandingkan komponen lainnya, yaitu mampu mendeteksi dan memperkuat sinyal dengan satu komponen. Pada Tugas Akhir ini, penulis akan membahas bagaimana kinerja dari fototransistor PNP sebagai pendeteksi cahaya yang berfungsi mengubah energi cahaya menjadi energi listrik pada komunikasi serat optik, berapa besar arus input dan output, daya optik yang dihasilkan, tegangan bias pada basis-emitor, efisiensi kuantum, daya tanggap, bandwidth pada fototransistor dan seberapa besar SNR pada fototransistor PNP.





STUDI LITERATUR

Semikonduktor adalah bahan dengan daya hantar listrik yang berada di antara isolator dan konduktor. Semikonduktor sangat berguna dalam elektronika, karena konduktivitasnya dapat diubah dengan menyuntikkan bahan lain (biasa disebut doping). Bahan semikonduktor dibagi menjadi dua, yaitu semikonduktor intrinsik dan semikonduktor ekstrinsik.

Fototransistor adalah detektor optik yang memberikan penguatan internal. Fototransistor adalah transistor bipolar yang dihasilkan oleh sinyal optik dan kemudian mengubahnya menjadi arus foto (arus yang dikumpulkan dalam perangkat). Secara fisik phototransistor mirip dengan transistor konvensional, hanya permukaan atasnya saja yang dapat terkena cahaya yang dilengkapi dengan. Selain itu, ada beberapa jenis phototransistor yang tidak ada base pinnya (jadi hanya ada 2 kaki). Fototransistor dengan tegangan bias balik berada di persimpangan basis-kolektor, di mana sebagian besar cahaya diserap. Skema fototransistor dapat dilihat pada Gambar 1. Fototransistor dibagi menjadi 2 jenis seperti halnya transistor, yaitu tipe NPN dan tipe PNP.



Gambar 1. Bentuk dan Simbol Fototransistor

Fototransistor PNP adalah fototransistor yang muatan hole-nya lebih banyak daripada muatan elektronnya, dalam hal ini jumlah akseptor lebih besar dari konsentrasi total donor. Pada fototransistor PNP, muatan positif (lubang) berada pada bagian atau kaki emitor dan kolektor, sedangkan pada bagian dasar muatannya adalah elektron. Pada kolektor, tegangan yang dihasilkan merupakan tegangan bias balik, sehingga arus yang dihasilkan pada kolektor sangat kecil (mendekati nol).

METODE

Langkah-langkah yang digunakan untuk melakukan analisis kinerja fototransistor pada sistem komunikasi serat optik ini terdiri dari:

Studi kepustakaan, yaitu dengan membaca teori-teori yang berkaitan dengan penelitian ini, yang terdiri dari buku, tesis, jurnal, artikel, dan artikel dari internet.

Menentukan asumsi parameter yang diperlukan dalam menghitung unjuk kerja fototransistor, yaitu:

- a. Sebuah konsentrasi atom donor dan akseptor masing-masing bahan adalah sama, yaitu 10^{16}cm^{-3} untuk donor dan 10^{17}cm^{-3} untuk akseptor.
- b. Konsentrasi atom donor dan akseptor masing-masing bahan adalah sama, yaitu 10^{16}cm^{-3} untuk donor dan 10^{19}cm^{-3} untuk akseptor.



Menganalisis unjuk kerja fototransistor Gallium Arsenide (GaAs) dan Silicon sebagai bahan pembentuk fototransistor PNP

Parameter Fototransistor sebagai detektor foto dalam komunikasi serat optik yang digunakan adalah sebagai berikut.

- Tegangan Bias Maju. Tegangan bias maju akan sangat mempengaruhi besarnya arus cahaya pada emitor.
- Pemancar Arus Cahaya. Besarnya arus cahaya pada emitor akan menentukan besarnya arus listrik yang akan dibangkitkan. Persamaan arus pemancar cahaya.
- Efisiensi Kuantum. Efisiensi kuantum merupakan parameter yang sangat penting dalam detektor foto, semakin kecil koefisien refleksi pada semikonduktor, semakin besar efisiensi kuantum.
- Ketanggapan. Besarnya daya tanggap sangat bergantung pada besarnya daya dan arus yang dihasilkan.
- Gain Internal dan Arus Listrik di Emitter. Besarnya arus listrik yang terdapat pada fototransistor bergantung pada arus pemancar cahaya dan penguatan internal yang terdapat pada fototransistor.
- Kebisingan. Besarnya noise sangat berpengaruh terhadap arus yang dihasilkan, semakin kecil noise maka fluks foton yang dihasilkan akan sangat baik.

HASIL

Langkah pertama dalam menganalisis kinerja fototransistor pnp adalah menghitung parameter bahan semikonduktor yang digunakan dalam fototransistor PNP. Parameter semikonduktor dengan asumsi = 10^{17} cm^{-3} dan 10^{19} cm^{-3} dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Parameter semikonduktor dengan 10^{17} cm^{-3} dan 10^{19} cm^{-3}

Parameter	Bahan Semikonduktor	
	GaAs	Si
Lebar deplesi (cm)	4.33×10^{-5}	3.34×10^{-5}
Lebar deplesi (cm)	3.94×10^{-5}	3.03×10^{-5}
Lebar penipisan emitor (cm)	4.34×10^{-8}	3.43×10^{-8}
Medan listrik (V/m)	5.91×10^4	5.25×10^4
Difusi basa (cm ² /s)	221	39
Difusi emitor (cm ² /s)	10.4	11.7
Waktu aliran	2.7×10^{-11}	1.88×10^{-11}
Kecepatan aliran (cm/s)	1.5×10^{-6}	1.8×10^{-6}
Panjang difusi dasar (cm)	0,004	0,009
Panjang difusi emitor (cm)	0,001	0,005
Diameter (cm)	2.38×10^{-5}	2.09×10^{-5}
Area aktif (cm)	1.03×10^{-9}	7.18×10^{-10}
Koefisien penyerapan bahan (cm ⁻¹)	8.74×10^{-3}	2.98105



Parameter semikonduktor dengan asumsi $n = 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ dan $p = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter semikonduktor dengan $n = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ dan $p = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$

Parameter	Bahan Semikonduktor	
	GaAs	Si
Lebar deplesi (cm)	4.33×10^{-5}	3.42×10^{-5}
Lebar deplesi (cm)	4.34×10^{-5}	3.42×10^{-5}
Parameter	Bahan Semikonduktor	
	GaAs	Si
Lebar penipisan emitor (cm)	3.94×10^{-6}	3.03×10^{-6}
Medan listrik (V/m)	5.41×10^{-4}	4.65×10^{-4}
Difusi basa (cm ² /s)	221	39
Difusi emitor (cm ² /s)	10.4	11.7
Waktu aliran	3.3×10^{-11}	2.42×10^{-11}
Kecepatan aliran (cm/s)	1.3×10^{-6}	1.37×10^{-6}
Panjang difusi dasar (cm)	0,004	8.4×10^{-3}
Panjang difusi emitor (cm)	9.79×10^{-4}	4.6×10^{-3}
Diameter (cm)	2.62×10^{-5}	2.38×10^{-5}
Area aktif (cm)	1.13×10^{-9}	7.96×10^{-10}
Koefisien penyerapan bahan (cm ⁻¹)	8.74×10^{-3}	2.98105

PEMBAHASAN

Parameter fototransistor PNP sebagai foto detektor bilangan $n = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ dan $p = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Fototransistor sebagai Fotodetektor, $n = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ dan $p = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$

Parameter	Bahan Semikonduktor	
	GaAs	Si
Koefisien pantulan	0.32	0,3
Efisiensi kuantum	0,46	3.23×10^{-5}
Tegangan bias maju (volt)	1.06	0,7
Arus masuk (ampere)	1.68×10^{-7}	1.07×10^{-7}
Responsivitas (A/W)	0.32	2.91×10^{-5}
Keuntungan internal basis umum	0,99	0,99
Penguatan internal emitor bersama	1125	1563
Arus keluar (ampere)	1.89×10^{-4}	1.68×10^{-4}



Fluks foton (s-1)	5.47x10 ¹⁴	3.39x10 ⁻¹⁰
Bandwidth (Hz)	4,8x10 ⁹	6.55x10 ⁹
SNR	2656	8.37x10 ⁻⁵
Daya optik (watt)	5.19x10 ⁻⁷	3,7x10 ⁻³

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Banyaknya donor dan akseptor bahan semikonduktor akan sangat mempengaruhi besarnya arus yang dihasilkan. Untuk material GaAs dan Si, arus keluaran yang dihasilkan dengan $= 10^{17} \text{ 3} = 10^{16} \text{ 3}$ adalah $1.8973 \times 10^{-4} \text{ A}$ dan $1.6831 \times 10^{-4} \text{ A}$. Sementara itu, dengan $= 10^{19} \text{ 3} = 10^{16} \text{ 3}$ arus keluaran masing-masing adalah $7,028 \times 10^{-5} \text{ A}$ dan $1,4827 \times 10^{-5} \text{ A}$.
- Responsivitas fototransistor sangat dipengaruhi oleh besaran arus yang dihasilkan. Responsivitas GaAs lebih besar daripada Silicon.
- Jumlah elektron dan konsentrasi hole sangat mempengaruhi daerah penipisan. Jika konsentrasi donor lebih kecil dari akseptor, maka daerah penipisan di sisi n akan lebih besar dari sisi p, dan sebaliknya.
- Semakin kecil daerah penipisan, semakin besar medan listriknya.

REFERENSI

- [1] AHNoviyanto, "Pengujian Sensor Cahaya Phototransistor dan Photodiode Pada Pemantau Denyut jantung dengan Metode Photoplethysmograph Refleksi", Jurnal Teknik Industri, Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer, 10(1), hlm. 2019.
- [2] N.Suliyani, SWSuciyati, "Rancang Bangun Alat Ukur Kekeruhan Air Menggunakan Fototransistor dan Led Inframeah Berbasis Arduino Uno", Journal of Energy, Material, and Instrumentation Technology, 2(2), hlm.12-22, 2021.
- [3] M.Sova, Warsito, A.Supriyanto, "Rancang Bangun Alat Ukur Curah Hujan dengan Metode Timbangan Menggunakan Sensor Fototransistor Berbasis Arduino Uno", Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika, 5(2),hl.10-15,2017.
- [4] H. Hoshi, H. Ishizuka, A. Kobayashi dan A. Minamikawa, "Sebuah Estimasi Lokasi Dalam Ruangan Menggunakan BLE Beacons Mengingat Obstruksi Bergerak," Konferensi Internasional Kespuluh 2017 tentang Komputasi Seluler dan Jaringan Ubiquitous (ICMU), hlm. 1-2, 2017.
- [5] Novrianda.R, "Implementasi SMS Gateway Pada Sistem Pengendali Lampu Ruangan Berbasis Mikrokontroler", Jurnal Maklumatika, 3(2), hlm.130-139,2017.
- [6] SK Dewi, RD Nyoto, dan ED Marindani, "Perancangan Prototipe Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban pada Gedung Walet dengan Mikrokontroler berbasis Mobile", JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelit. Inform., vol. 4, no. 1, hlm. 36–42 , 2018.