

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada tanggal 23 Desember 1947, Walter H. dan John Bardeen mendemonstrasikan penguatan pertama menggunakan transistor pada laboratorium Bell Telephone. Transistor yang diperkenalkan berukuran lebih kecil, ringan, tidak membutuhkan pemanas sehingga tidak ada *heat loss*[1]. Karena hal tersebut, transistor lebih efisien dibandingkan dengan perangkat yang biasa digunakan pada saat itu yaitu *vacuum tube*. Transistor tersebut diberi nama BJT atau *Bipolar Junction Transistor*. Pada BJT terdapat 3 buah kaki yaitu *Base*, *Collector*, dan *Emitter* [1]. Prinsip kerja dari alat ini adalah mengubah arus pada kaki basis transistor untuk mengubah daerah deplesi transistor, terdapat dua tipe BJT yaitu NPN dan PNP. Pada tipe NPN, arus mengalir dari *collector* ke *emitter* jika *base* dihubungkan dengan *ground*. Sedangkan pada PNP arus mengalir dari *emitter* ke *collector* jika pin *base* dihubungkan dengan sumber tegangan[1]. BJT dapat berfungsi sebagai penguat (*amplifier*), sakelar (*fast switching*) dan lain sebagainya [2].

Pada masa kini banyak orang yang melakukan penelitian ataupun praktikum menggunakan transistor sebagai bahan pengajaran, biasanya penelitian ataupun pembelajaran tersebut merujuk pada kurva karakteristik arus tegangan (I-V) yang dimiliki oleh BJT. Untuk mendapatkan plot kurva arus dan tegangan biasanya dibuat rangkaian sederhana yang diberi beban kemudian arus dan tegangan keluaran diukur menggunakan multimeter. Pengukuran dan pencatatan data secara manual memakan banyak waktu. Opsi lain untuk mendapatkan kurva karakteristik I-V dari BJT dapat dilakukan dengan menggunakan instrumen komersial Keithley 2400. Alat tersebut dapat memberikan sumber arus, sumber tegangan dan membaca arus dengan rentang 1pA – 1A. Selain itu, alat tersebut juga mampu merekam data pengukuran secara otomatis, menyimpan data pengukuran dalam format Microsoft Excel dan menampilkannya dalam kurva I-V. Karena sudah terintegrasi, tentunya alat tersebut memudahkan pembelajaran untuk transistor terutama dalam mendapatkan kurva karakterisasi I-V. Namun, alat tersebut masih dijual dengan

harga yang relatif tinggi. Diperlukan alat ataupun sistem terintegrasi seperti Keithley 2400 dengan harga yang terjangkau sehingga proses pembelajaran ataupun penelitian terhadap transistor menjadi lebih mudah. Penelitian sebelumnya, telah menghasilkan alat subnanoamperemeter yang dapat mengukur arus dari 100 pA sampai 14 mA [2,4]. Alat lainnya bahkan sudah mampu menampilkan kurva karakterisasi FET dengan ketelitian mencapai 98% menggunakan IC Log 2112 yang mampu mengukur arus dari 100pA – 1mA [2]. Alat terakhir yang dibuat mampu untuk menampilkan kurva karakterisasi FET, dioda, resistor, LED dan *solar cell*[2]. Namun alat tersebut belum mampu menampilkan kurva karakteristik untuk BJT karena belum memiliki sumber arus terkontrol sebagai masukan pada kaki *base* BJT. Selain itu, pembuatan alat tersebut masih memakan biaya yang cukup mahal, karena menggunakan IC LOG2112 yang saat ini masih belum tersedia secara komersil di Indonesia.

Berdasarkan hal tersebut muncul ide untuk merealisasikan alat yang mampu menghasilkan sumber arus bipolar, sumber tegangan bipolar dan juga mampu mengukur arus sampai dengan orde  $\pm 100\mu\text{A}$ . Agar data tercatat secara otomatis, alat tersebut dilengkapi dengan mikrokontroller sebagai pengakuisisi data. Data hasil pengukuran disimpan dan ditampilkan dalam bentuk grafik pada perangkat lunak Microsoft Excel. Selain pengakuisisi data, mikrokontroller juga digunakan untuk memberikan perintah pada sistem untuk mengontrol sumber tegangan dan juga sumber arus. Alat tersebut dikalibrasi menggunakan catu daya komersial Rigol DP832, multimeter Sanwa CD771 dan osiloskop Rigol DS1052 agar tingkat akurasi, presisi dan stabilitas sistem untuk sumber arus, sumber tegangan juga pembacaan arus dapat terukur. Parameter keberhasilan dari penelitian ini adalah ditampilkannya kurva I-V pada BJT dengan tingkat kesalahan kurang dari 2% dan sesuai dengan *datasheet*. Sistem ini diharapkan dapat mempermudah pelaksanaan praktikum ataupun penelitian yang dilakukan terhadap transistor ataupun komponen elektronika lain khususnya di Universitas Telkom.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menghasilkan sumber arus dan tegangan terkontrol dengan keluaran bipolar sebagai masukan BJT.
2. Bagaimana menghasilkan sistem pengukuran arus bipolar dengan resolusi  $\pm 100\mu\text{A}$ .
3. Bagaimana cara merekam dan menampilkan data pengukuran arus dan tegangan.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merealisasikan sumber arus dan tegangan terkontrol dengan keluaran bipolar sebagai masukan untuk BJT.
2. Merealisasikan sistem pengukuran arus bipolar dengan resolusi  $\pm 100\mu\text{A}$ .
3. Merealisasikan sistem perangkat lunak untuk merekam dan menampilkan data pengukuran arus dan tegangan.

## 1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah yang ada pada penelitian ini adalah:

1. Komponen elektronika yang diuji hanya resistor dengan nilai  $500\Omega$ ,  $5\text{k}\Omega$  dan  $10\text{k}\Omega$ , Dioda tipe 1N4007, BJT NPN 2N2369A, dan PNP 9015.
2. Data yang didapatkan dari hasil pengukuran adalah arus dan tegangan searah (*Direct Current*).
3. Efek gangguan elektromagnet dari lingkungan tidak dianalisis.
4. Alat ukur yang dibuat mampu mengukur arus dengan rentang  $-25\text{mA}$  -  $+25\text{mA}$ . Nilai terkecil yang dapat diukur berkisar  $\pm 100\mu\text{A}$ .
5. Sistem perangkat lunak yang direalisasikan menggunakan aplikasi Parallax *Data Acquisition* yang terhubung dengan Microsoft Excel.
6. Pengujian alat dilakukan dengan menggunakan Multimeter Sanwa CD771, Catu Daya Rigol DP832, dan osiloskop Rigol DS1052 di laboratorium Instrumen dan Kontrol, Teknik Fisika Telkom University.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir terbagi menjadi 5 bab. Bab-bab tersebut adalah:

### 1. BAB I Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang perlunya alat ukur BJT untuk kegiatan praktikum di Universitas Telkom, perumusan masalah tentang alat yang dibuat, tujuan pembuatan alat ukur BJT, batasan masalah pengukuran dan pembuatan alat serta sistematika penulisan.

### 2. BAB II Dasar Teori

Bab ini berisi tentang beberapa teori seperti semikonduktor, BJT, OP-AMP dan juga teori tentang sistem elektronika seperti sumber arus, sumber tegangan, hukum-hukum yang berlaku pada sistem elektronika.

### 3. BAB III Model dan Perancangan

Bab ini berisi tentang perancangan juga permodelan sistem elektronika meliputi catu daya bipolar, rangkaian modul sistem untuk Arduino Due, sumber arus (*current source*), sumber tegangan (*voltage source*), sistem pembaca arus yang meliputi *I to V converter*, rangkaian atenuator, dan sistem pemrograman untuk merekam data hasil pengukuran.

### 4. BAB IV Hasil dan Pembahasan

Bab ini berisi tentang hasil pengujian sistem yang telah direalisasikan meliputi catu daya bipolar, sumber arus, sumber tegangan, sistem pembaca arus, dan hasil pengujian sistem terhadap komponen elektronika resistor dengan nilai  $500\Omega$ ,  $5k\Omega$  dan  $10k\Omega$ , Dioda tipe 1N4007, BJT NPN 2N2369A, dan PNP 9015.

### 5. BAB V Penutup

Bab ini berisi tentang simpulan hasil penelitian dan saran berupa rekomendasi untuk sistem dan beberapa IC yang baik untuk digunakan pada pengembangan sistem ini selanjutnya.