

Modul 5

PENGUKURAN MOBILITAS ELEKTRON LOGAM PERAK MENGGUNAKAN METODE EFEK HALL

5.1 Tujuan

1. Dapat menjelaskan proses fisis terjadinya efek Hall pada suatu bahan
2. Dapat melakukan pengukuran dan mengamati pengaruh perubahan arus yang melalui bahan terhadap potensial Hall yang dihasilkan
3. Dapat menentukan besar konstanta Hall dari suatu bahan

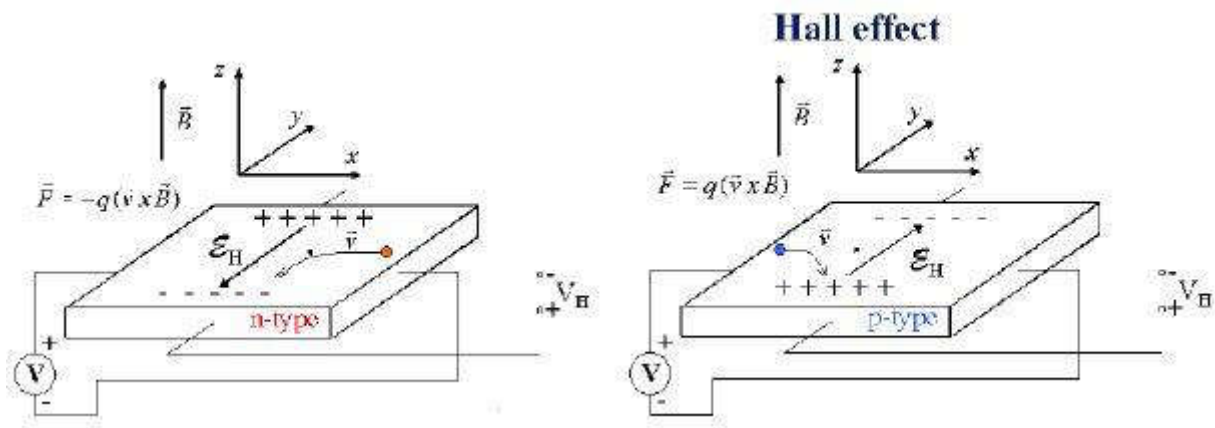
5.2 Alat dan Bahan

1. Hall effect apparatus silver
2. Variable low voltage power supply
3. Mikrovoltmeter
4. Intibesi
5. Coil, 250 lilitan (satu pasang)
6. Multimeter
7. Sadle base
8. Konektor timah
9. Keping wolfram

5.3 Teori Dasar

Ketika arus listrik (I) mengalir dalam suatu bahan dan bahan itu juga terdapat medan magnet (B) yang arahnya tegak lurus terhadap arus, maka pembawa muatan (charge carrier) yang bergerak dalam bahan akan mengalami pembelokkan oleh medan magnet. Akibatnya, setelah beberapa saat akan terjadi pengumpulan muatan pada salah satu sisi bahan, sehingga sisi tersebut lebih elektropositif atau elektronegatif, bergantung pada jenis muatannya. Maka, akan muncul beda potensial diantara kedua sisi bahan.

Peristiwa diatas disebut sebagai efek Hall. Beda potensial yang terukur antara dua sisi bahan sering disebut sebagai potensial Hall (V_H). Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar-gambar berikut:



Gambar 3.1. Efek Hall pada (a) muatan positif atau hole dan (b) muatan negatif atau elektron. Gambar 3(a) dan 3(b) memperlihatkan perbedaan efek Hall yang terjadi pada suatu bahan bila pembawa muatan berbeda. Pada gambar 3(a), terdapat injeksi muatan positif (hole) dari kiri ke kanan dengan medan magnet kearah atas. Melalui gaya Lorentz, muatan positif ini akan mengalami gaya kearah luar, sehingga sisi luar akan lebih positif daripada sisi dalam bahan.

Sedangkan pada gambar 3(b), terdapat injeksi muatan negative (elektron) dari kanan ke kiri dengan medan magnet kearah atas. Gaya Lorentz membuat muatan ini berbelok kearah luar, sehingga sisi luar akan lebih negative dibandingkan sisi dalam bahan. Untuk kedua gambar, bila kita memasang voltmeter diantara sisi dalam dan luar bahan, maka akan terukur potensial Hall.

Potensial Hall (V_H) sangat bergantung pada besarnya medan magnet (B) yang digunakan dan arus (I) yang mengalir dalam bahan. Hubungan antara ketiga besaran diatas dapat ditulis sebagai berikut.

$$V_{hall} = R_H \frac{BI}{d} \quad (3.1)$$

dan rumusan mobilitas elektron / hole dalam bahan adalah

$$\mu_e = \sigma R_H \quad (3.2)$$

dengan R_H adalah konstanta Hall, d adalah ketebalan bahan, dan σ adalah konduktivitas listrik.

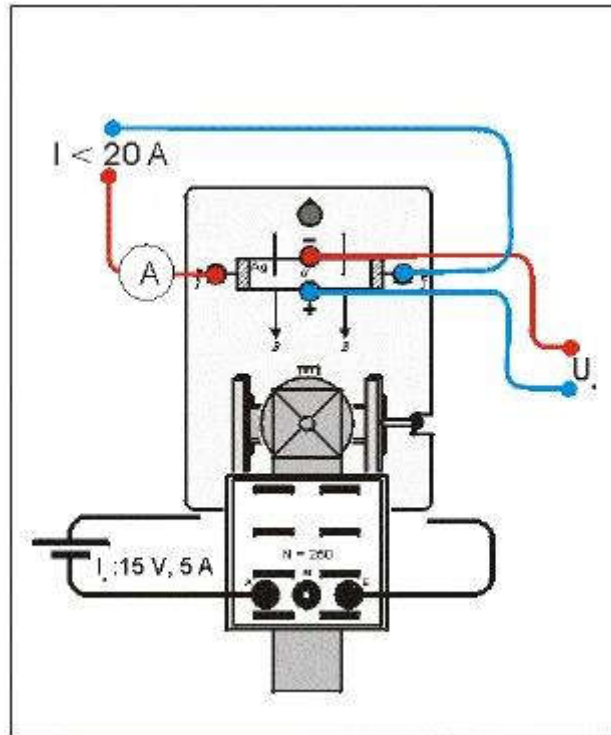
Pada praktikum ini, praktikan diharapkan mampu merangkai dan mengerti fungsi dari masing-masing alat percobaan. Selain itu, praktikan juga mampu membedakan jenis pembawa muatan yang bergerak didalam bahandengan karakteristiknya yang berbeda. Penekanan selanjutnya adalah kemampuan praktikan untuk menjelaskan tentang gejala efek Hall. Karena

itulah, praktikan diharapkan proaktif dalam melakukan praktikum dengan cara mencari berbagai referensi yang berhubungan dengan praktikum efek Hall.

5.4 Langkah Percobaan

Rangkaian Alat Percobaan

Skema peralatan kalibrasi medan magnet dan percobaan efek Hall



Gambar 3.2 Skema set peralatan percobaan efek Hall

Cara penyusunan alat

1. Pemasangan arus pada kumparan disusun dari sumber arus → multimeter → kumparan I bagian jack A → kumparan I jack E ke kumparan II jack E → kumparan II jack A ke ground sumber arus
2. Atau pemasangan arus pada kumparan disusun dari sumber arus → multimeter → kumparan I bagian jack E → kumparan I jack A ke jack ke kumparan II jack A → kumparan II jack E ke ground sumber arus
3. Setelah kumparan digunakan untuk menghasilkan medan magnet, sebelum digunakan kembali dengan arus yang berbeda terlebih dahulu kumparan diberikan arus AC selama 1 menit untuk menghilangkan medan magnet yang tersisa.
4. Penggunaan mikrovoltmeter. Jika mikrovoltmeter belum dinyalakan, maka perlu dinyalakan terlebih dahulu selama 1 menit.
5. Penggunaan mikrovoltmeter. Sebelum melakukan pengukuran, tekan tombol auto. Comp untuk menghasilkan beda potensial terbaca adalah 0 V.

Menentukan konstanta Hall dengan mengubah arus pada bahan (arus yang melewati bahan)

1. Susun rangkain seperti gambar 2 dan cek arah medan magnet.
2. Tentukan arus yang melalui kumparan
3. Tentukan arus yang melalui bahan
4. Catat beda tegangan pada kedua sisi perak yang terbaca pada mikrovoltmeter
5. Lakukan percobaan langkah percobaan dari bagian 3 dan 4 diatas untuk mendapatkan konstanta Hall dengan bahan perak dengan variasi 10 pasang data dengan range arus pada bahan 0 hingga 5 Ampere
6. Lakukan langkah percobaan 2 hingga diatas dengan variasi data 3 arus yang mengalir pada kumparan dengan batas 0 hingga 2,5 Ampere.

5.5 Tugas Pendahuluan

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan Efek Hall ! prinsip-prinsip fisika apakah yang mendasari terjadinya efek Hall? (sertakan rumus bila ada).
2. Gambarkan skema peristiwa dari efek Hall untuk injeksi muatan positif dan negative dengan arah aliran yang sama!
3. Turunkanlah persamaan (1) dan (2) pada modul secara rinci!
4. Apa yang dimaksud dengan konstanta Hall? Berapa nilai konstanta Hall untuk perak pada literatur?(sertakan referensi yang Anda temukan).
5. Carilah juga nilai konduktivitas listrik untuk perak pada literatur! (sertakan referensi yang Anda temukan).
6. Jelaskan apa yang terjadi apabila arah medan magnet tidak tegak lurus (apa yang terjadi jika parallel) dengan arus listrik! apa akibatnya apabila arus kumparan dalam percobaan dibalik?
7. 7. Bagaimanakah cara untuk membedakan muatan apakah itu muatan positif atau muatan negatif yang melalui plat pada percobaan. Apabila kutub sumber tegangan tetap (tidak dibolak-balik)

5.6 Tugas Akhir

Pengolahan Data

1. Buatlah kurva potensial Hall terhadap arus yang melalui bahan untuk perak dan lakukan fitting dengan fungsi linear dan sertakan masing-masing persamaan dan nilai konstanta yang didapat.

2. Tentukanlah nilai konstanta Hall untuk perak dari gradient persamaan yang didapat.
3. Tentukan nilai konsentrasi elektron untuk perak
4. Hitunglah nilai mobilitas muatan dan collision time (asumsi $m^* = m_{elektron}$) pada perak menggunakan nilai konduktivitas dari referensi

Analisis dan Pertanyaan

1. Bandingkan hasil konstanta Hall yang diperoleh dengan literatur. Jelaskan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi perbedaan nilai itu!
2. Bandingkan pula hasil mobilitas muatan dan konsentrasi muatan yang diperoleh dengan literatur!
3. Apa pengaruh nilai waktu tumbukan (collision time) pada material terhadap konduktivitas dan mobilitas elektron?
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan mobilitas elektron / hole dan apa saja yang mempengaruhi nilai mobilitas elektron /hole pada material? Mengapa besaran ini menjadi penting untuk menentukan kualitas suatu bahan konduktor / semikonduktor?
5. Jelaskan proses terjadinya efek Hall pada material semikonduktor?
6. Apakah jenis muatan yang mengalir dalam bahan? Jelaskan bagaimana cara menentukannya?
7. Apa yang terjadi jika arus pada bahan dibalik? Jika arus pada kumparan dibalik? Bagaimanakah nilai potensial Hall yang terukur?
8. Sebut dan jelaskan minimal satu aplikasi yang menggunakan prinsip Hall!

Prosedur Keamanan

- Arus maksimal 15 A atau arus magnet dibawah 5A, hanya pada saat saklar ON alat akan memanaskan dengan cepat atau overloading pada kumparan. Alat ini didesain maksimum 5A.
- Rangkaian dihubungkan menggunakan kabel yang maksimum memuat 20A (hubungkan ke 50120 ff atau lebih aman hubungkan ke 500 610)
- Lindungi alat eksperimen pada saat mengukur tegangan Hall.