

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Yang Relevan

Penelitian sebelumnya tentang model pembelajaran *concept attainment* dilakukan oleh Halimatus Sa'diyah dengan judul "Model Pembelajaran *Concept Attainment* Disertai Metode Demonstrasi Pada Pembelajaran IPA-Fisika Di SMP". Jenis penelitian menggunakan penelitian eksperimen. Desain yang digunakan dalam penelitian adalah *post test only control design*. Penentuan daerah penelitian menggunakan metode *purposive sampling area*. pengujian dan analisis penelitian menggunakan uji *Independent sample t-test*. Dari hasil analisis data diperoleh bahwa aktivitas belajar siswa yang diajar dengan menggunakan model pembelajaran *concept attainment* disertai metode demonstrasi lebih baik daripada yang diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran langsung.¹⁰

Penelitian lain tentang model pembelajaran *concept attainment* dilakukan oleh Ellya Estri Septianingrum. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mendeskripsikan keterlaksanaan pembelajaran interaktif dalam model pencapaian konsep (*Concept attainment*) dengan memperhatikan hasil belajar dan respon siswa. Hasil belajar yang dianalisis dalam penelitian ini adalah hasil belajar kognitif siswa pada materi usaha dan energi. Desain penelitian yang digunakan adalah *Pre-Experimental Design*

¹⁰ Halimatus Sa'diyah, *Model Pembelajaran Concept Attainment Disertai Metode Demonstrasi Pada Pembelajaran Ipa-Fisika Di SMP*, Jurnal Pembelajaran Fisika Vol.4 No.3, 2015,h.224

dengan jenis *One Group Pretest-Posttest Design*. Populasi penelitian yaitu siswa XI IPA di SMA Negeri 1 Tuban, sebanyak 7 kelas. Berdasarkan hasil uji normalitas dan homogenitas kelas XI IPA 6 dipilih sebagai sampel penelitian. Teknik analisis data yang digunakan yaitu uji-t berpasangan dan uji gain ternormalisasi yang dilakukan pada hasil pretest dan posttest. Hasil analisis data menggunakan uji-t berpasangan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada hasil *pretest* dan *posttest*. Sedangkan hasil analisis data *pretest* dan *posttest* menggunakan uji gain ternormalisasi menunjukkan peningkatan hasil belajar pada sampel penelitian yang berkriteria sedang. Selain itu juga diperoleh persentase rata-rata pengelolaan pembelajaran sebesar 78,75 % yang berkriteria baik, dan rata-rata respon siswa terhadap model pembelajaran interaktif dalam model pencapaian konsep sebesar 85,72 % juga berkriteria sangat baik.¹¹

B. Belajar dan Pembelajaran

1. Pengertian Belajar

Belajar merupakan proses internal yang kompleks. Yang terlibat dalam proses internal tersebut adalah seluruh mental yang meliputi ranah-ranah kognitif, afektif, dan psikomotor. Proses belajar yang mengaktualisasi ranah-ranah tersebut tertuju pada bahan belajar tertentu.¹²

¹¹ Ellya Estri Septianingrum, *Penerapan Pembelajaran Interaktif Dalam Model Pencapaian Konsep Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Usaha Dan Energi*, Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF) Vol. 03 No. 02 Tahun 2014, h.6-9

¹² Dimiyati dan mudjiono, *Belajar dan Pembelajaran*, Jakarta : Rineka Cipta, 2009, h. 18.

Dalam pengertian yang umum dan sederhana, belajar seringkali diartikan sebagai aktivitas untuk memperoleh pengetahuan.¹³ Burton, dalam sebuah buku “*The Guidance Of Learning Activities*” merumuskan pengertian belajar sebagai perubahan tingkah laku terhadap individu berkat adanya interaksi antara individu dengan individu dan individu dengan lingkungannya sehingga mereka mampu berinteraksi dengan lingkungannya.¹⁴ James O. Whittaker mengemukakan belajar adalah proses pemunculan dan perubahan tingkah laku melalui latihan dan pengalaman. Belajar adalah suatu proses yang dilakukan individu untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku yang baru secara keseluruhan, sebagai hasil pengalaman individu itu sendiri di dalam interaksi dengan lingkungannya.¹⁵

2. Tujuan Belajar

Belajar memiliki beberapa tujuan, yaitu :

- a. Untuk mendapatkan pengetahuan

Pengetahuan ditandai dengan kemampuan berpikir karena kemampuan berpikir tidak dapat dikembangkan tanpa bahan pengetahuan, sebaliknya kemampuan berpikir akan memperkaya pengetahuan.

- b. Penanaman konsep dan keterampilan

¹³ Aunurrahman, *Belajar dan Pembelajaran*, Bandung : Alfabeta, 2012, h. 38.

¹⁴ *Ibid*, h. 35

¹⁵ *Ibid*, h. 35

Guru dalam menanamkan konsep atau merumuskan konsep memerlukan keterampilan yang bersifat jasmani dan rohani. Keterampilan jasmani adalah keterampilan yang dapat dilihat dan diamati, sedangkan keterampilan rohani adalah keterampilan yang bersifat abstrak, menyangkut penghayatan, berpikir dan kreativitas untuk menyelesaikan dan merumuskan masalah/konsep.

c. Pembentukan sikap

Siswa selalu mengobservasi, melihat, mendengar, dan meniru semua perilaku guru, oleh karena itu dalam menumbuhkan sikap, mental, perilaku dan pribadi siswa guru harus memperhatikan apa yang diperbuatnya.¹⁶

3. Ciri-Ciri Belajar

Belajar menurut Hasibuan dan Moedjiono memiliki ciri-ciri sebagai berikut: (a) Belajar menyebabkan perubahan pada aspek-aspek kepribadian, (b) Belajar adalah perbuatan sadar, (c) Belajar hanya terjadi melalui pengalaman, (d) Belajar menyebabkan perubahan menyeluruh, yang meliputi norma, sikap, fakta, pengertian, kecakapan, dan keterampilan, (e) Perubahan tingkah laku berlangsung dari yang paling sederhana sampai pada yang paling kompleks.¹⁷

Beberapa ciri umum kegiatan belajar adalah sebagai berikut;¹⁸

¹⁶ Sardiman, *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*, Jakarta : Raja Grafindo Persada, 2000, h. 26-28.

¹⁷ Hasibuan & Moedjiono, *Proses Belajar Mengajar*, Bandung: Remaja Rosdakarya, 1988, h.3

¹⁸ Aunurrahman, . . , h. 36.

- a) Belajar menunjukkan suatu aktivitas pada diri seseorang yang disadari atau disengaja. Oleh sebab itu pemahaman pertama yang sangat penting adalah bahwa kegiatan belajar merupakan kegiatan yang disengaja atau direncanakan oleh pembelajar sendiri dalam bentuk suatu aktivitas tertentu.
- b) Belajar merupakan interaksi individu dengan lingkungannya. Lingkungan dalam hal ini dapat berupa manusia atau objek-objek lain yang memungkinkan individu memperoleh pengalaman-pengalaman atau pengetahuan, baik pengalaman atau pengetahuan baru maupun sesuatu yang pernah diperoleh atau ditemukan sebelumnya akan tetapi menimbulkan perhatian kembali bagi individu tersebut sehingga memungkinkan terjadinya interaksi.
- c) Hasil belajar ditandai dengan perubahan tingkah laku. Walaupun tidak semua perubahan tingkah laku merupakan hasil dari belajar, akan tetapi aktivitas belajar umumnya disertai dengan perubahan tingkah laku.

4. Pengertian Pembelajaran

Pembelajaran adalah kegiatan guru secara terprogram dalam desain instruksional, untuk membuat siswa belajar secara aktif, yang menekankan pada penyediaan sumber belajar. UUSPN No. 20 tahun 2003 mendefinisikan pembelajaran sebagai proses belajar yang dibangun oleh guru untuk mengembangkan kreatifitas berfikir.¹⁹ Kreatifitas

¹⁹ Saiful Sagala, *Konsep dan Makna Pembelajaran*, h.62

berfikir dikembangkan guna meningkatkan kemampuan berfikir siswa, serta kemampuan mengkonstruksi pengetahuan baru sebagai upaya meningkatkan penguasaan yang baik terhadap materi pelajaran.²⁰

C. Model Pembelajaran *Concept Attainment*

1. Pengertian Model Pembelajaran *Concept Attainment*

Concept Attainment berasal dari bahasa Inggris yang terdiri dua kata, yaitu *concept* dan *attainment*. Dalam bahasa Indonesia *concept* berarti konsep. Sedangkan *attainment* berarti pencapaian, yaitu tindakan atau proses mencapai sesuatu. Sehingga *concept attainment* dapat diartikan sebagai suatu tindakan atau proses untuk mencapai suatu konsep. *concept attainment* (Pencapaian konsep) merupakan “proses mencari dan mendaftar sifat-sifat yang dapat digunakan untuk membedakan contoh-contoh yang tepat dengan contoh-contoh yang tidak tepat dari berbagai kategori”.²¹ Model pembelajaran *concept attainment* bertujuan untuk mengembangkan kemampuan berfikir induktif, mengembangkan konsep, dan kemampuan analisis.²²

Model pembelajaran *concept attainment* mensyaratkan adanya sajian contoh-contoh negatif (salah) dan contoh positif (benar) penerapan konsep yang diajarkan, kemudian dengan mengamati contoh-contoh diperoleh definisi konsep-konsep tersebut. Hal yang paling utama

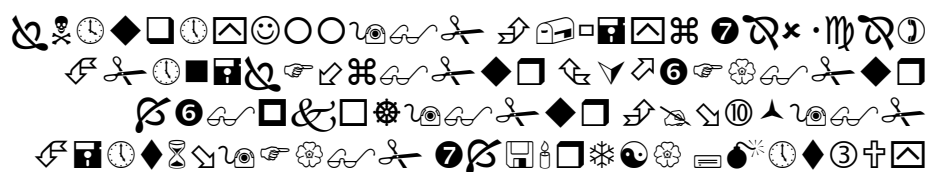
²⁰ *Ibid.H.*

²¹ Bruce Joice, dkk, *Model of Teaching*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar, 2009, h. 125.

²² Rusman, *Model-Model Pembelajaran: Mengembangkan Profesionalisme Guru*, Jakarta: rajawali press, 2011, h. 140.

diperhatikan dalam penggunaan model ini adalah pemilihan contoh yang tepat, untuk konsep yang diajarkan, yaitu contoh tentang hal-hal yang akrab dengan siswa. Pada prinsipnya model pembelajaran pencapaian konsep adalah suatu strategi mengajar yang menggunakan data untuk mengajarkan konsep kepada siswa, dimana guru mengawali pengajaran dengan menyajikan data atau contoh, kemudian guru meminta siswa untuk mengamati data tersebut.

Model pembelajaran *concept attainment* menekankan pada pencapaian suatu konsep dengan memperhatikan atribut (sifat, karakteristik, atau ciri-ciri) dari konsep tersebut sehingga pada akhirnya kita dapat memahami hakikat dari konsep tersebut. Allah berfirman dalam Alqur'an:²³



Artinya: Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal

Makna ayat ialah Allah Swt. berfirman: ²⁴

{وَالْأَرْضِ السَّمَاوَاتِ خَلْقٍ فِي إِنَّ}

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi”. (Ali Imran: 190)

Yakni yang ini dalam ketinggian dan keluasan, dan yang ini dalam hamparannya, kepadatannya serta tata letaknya, dan semua

²³ Ali imran [3]: 190

²⁴ Abdullah bin Muhammad, *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 2*, Pustaka Imam Asy-Syafi'i, 209

yang ada pada keduanya benipada tanda-tanda yang dapat disaksikan lagi amat besar, seperti bintang-bintang yang beredar dan yang tetap, lautan, gunung-gunung dan padang pasir, pepohonan, tumbuh-tumbuhan, tanam-tanaman dan buah-buahan serta hewan-hewan, barang-barang tambang, serta berbagai macam manfaat yang beraneka warna, bermacam-macam rasa, bau, dan kegunaannya.

{وَالنَّهَارِ اللَّيْلِ وَالاخْتِلَافِ}

dan silih bergantinya malam dan siang. (Ali Imran: 190)

Maksudnya, saling bergiliran dan saling mengurangi panjang dan pendeknya; adakalanya yang ini panjang, sedangkan yang lainnya pendek, kemudian keduanya menjadi sama. Setelah itu yang ini mengambil sebagian waktu dari yang lain hingga ia menjadi panjang waktunya, yang sebelum itu pendek, dan menjadi pendeklah yang tadinya panjang. Semuanya itu berjalan berdasarkan pengaturan dari Tuhan Yang Mahaperkasa lagi Maha Mengetahui. Karena itu, dalam firman selanjutnya disebutkan:

الْأَلْبَابِ لِأُولِي الْأَيَّاتِ

terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal. (Ali Imran: 190)

Yaitu akal-akal yang sempurna lagi memiliki kecerdasan, karena hanya yang demikianlah yang dapat mengetahui segala sesuatu dengan hakikatnya masing-masing secara jelas dan gamblang. Lain halnya

dengan orang yang tuli dan bisu serta orang-orang yang tak berakal. Seperti yang disebutkan oleh Allah Swt.

Makna yang terkandung dalam surat Ali Imran ayat 190 menjelaskan bahwa bagi manusia yang memiliki akal sempurna, sudah sepantasnya untuk memperhatikan contoh-contoh konsep penciptaan langit dan bumi, peredaran benda langit, waktu, dan sebagainya, karena dalam konsep-konsep tersebut manusia dapat menemukan tanda-tanda kebesaran Allah.

2. Sintaks Model Pembelajaran *Concept Attainment*

Model pembelajaran *concept attainment* dilakukan melalui fase-fase yang dikemas dalam bentuk sintaks. Adapun sintaksnya dibagi ke dalam tiga fase, yakni (1) Presentasi Data dan Identifikasi Data; (2) menguji pencapaian dari suatu konsep; dan (3) analisis berpikir strategi.²⁵ Rincian dari langkah-langkah model pembelajaran *concept attainment* dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Struktur Model Pembelajaran *Concept Attainment* (Pencapaian Konsep)

Fase I: Penyajian Data dan Identifikasi Konsep	
1	Guru menyajikan contoh-contoh yang telah diberi label.
2	Siswa membandingkan sifat-sifat /ciri-ciri dalam contoh positif dan contoh negatif
3	Siswa menjelaskan sebuah definisi menurut sifat/ciri yang paling esensial.

²⁵ *Ibid*, h. 125.

Fase II: Pengujian Pencapaian Konsep	
1	Siswa mengidentifikasi contoh-contoh tambahan yang tidak diberi label dengan tanda Ya dan Tidak.
2	Guru menguji hipotesis, memberi nama pada konsep, dan menyatakan kembalidefinisi-definisi menurut sifat/ciri yang paling esensial.
3	Siswa membuat contoh-contoh.
Fase III: Analisis Strategi-Strategi Berpikir	
1	Siswa mendeskripsikan pemikiran-pemikiran
2	Siswa mendiskusikan peran sifat-sifat dan hipotesis-hipotesis
3	Siswa mendiskusikan jenis dan ragam hipotesis

Adapun penjelasan mengenai tahap-tahap model pembelajaran concept attainment di atas adalah sebagai berikut : tahap pertama; guru menyajikan data kepada siswa. Setiap data merupakan contoh dan bukan contoh yang terpisah. Data tersebut dapat berupa peristiwa, orang, objek, cerita, dan lain-lain. Siswa diberitahu bahwa dalam daftar data yang disajikan terdapat beberapa data yang memiliki kesamaan. Mereka diminta untuk memberi nama konsep tersebut, dan menjelaskan definisi konsep berdasarkan ciri-cirinya. Tahap kedua: siswa menguji pencapaian konsep mereka. Pertama dengan cara mengidentifikasi contoh tambahan lain yang mengacu pada konsep tersebut. Atau kedua dengan memunculkan contoh mereka sendiri. Setelah itu, guru mengkonfirmasi kebenaran dari dugaan siswanya terhadap konsep tersebut, dan meminta

mereka untuk merevisi konsep yang masih kurang tepat. Tahap ketiga: mengajak siswa untuk menganalisis atau mendiskusikan strategi, sampai mereka dapat memperoleh konsep tersebut. Dalam keadaan sebenarnya, pasti penelusuran konsep yang mereka lakukan berbeda-beda. Ada yang mulai dari umum, ada yang mulai dari khusus, dan lain-lain. Akan tetapi, perbedaan strategi di antara siswa ini menjadi pelajaran bagi yang lainnya untuk memilih strategi mana yang paling tepat dalam memahami suatu konsep.²⁶

3. Prinsip-Prinsip Pengelolaan Reaksi model *Concept Attainment*

Selama pembelajaran berlangsung, guru mendukung hipotesis siswa, dengan memberikan penekanan, apapun bentuk hipotesis siswa itu, dan menciptakan dialog yang kondusif untuk menguji hipotesis siswa, walaupun hipotesis siswa tersebut berlawanan dengan hipotesis siswa lainnya. Pada fase akhir dari model pembelajaran *concept attainment* ini, guru harus mampu merubah perhatian siswa terhadap analisis konsep dan strategi berpikirnya, kemudian guru kembali menjadi sangat mendukung hipotesis siswa. Akhirnya, guru musti mampu mendorong analisis siswa.

Sesungguhnya, prinsip-prinsip pengelolaan dari model pembelajaran *concept attainment* ini sebagai berikut: (1) memberikan dukungan hipotesis yang diajukan siswa melalui diskusi terlebih dahulu; (2) memberikan bantuan kepada siswa dalam mempertimbangkan

²⁶ Bruce Joice, h.136-137

keputusan hipotesisnya; (3) memusatkan perhatian siswa kepada contoh-contoh yang khusus; dan (4) memberikan bantuan kepada siswa dalam menilai strategi berpikirnya.

4. Sistem Pendukung

Dalam pembelajaran *concept attainment* membutuhkan presentasi kepada siswa tentang exemplar positif dan negatif. Dalam hal ini menekankan kepada siswa, bahwa pekerjaan siswa dalam pengajaran *concept attainment* adalah bukan pada penemuan konsep-konsep baru, tetapi bagaimana mencapai konsep yang telah dipilih guru. Oleh karena itu, sumber data dibutuhkan untuk diketahui terlebih dahulu dan attribute-nya dapat dilihat. Apabila siswa dipresentasikan dengan contoh-contoh, maka siswa tersebut menguraikan karakteristik dari contoh-contoh itu (atribut), dan kemudian menyimpan di dalam otaknya.

5. Kelebihan Dan Kekurangan Model Concept Attainment

Kelebihan dan Kekurangan Model Concept Attainment

Kelebihan model pembelajaran *concept attainment*, sebagai berikut:²⁷

- 1) Guru langsung memberikan presentasi informasi-informasi yang akan memberikan ilustrasi-ilustrasi tentang topik yang akan dipelajari oleh siswa, sehingga siswa mempunyai parameter dalam pencapaian tujuan pembelajaran.

²⁷ Rino Ridwan, "Kelebihan Model Concept Attainment", <http://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/pek/article/download/460/260> kelebihan model concept attainment, 12 November 2014.

- 2) Concept attainment melatih konsep siswa, menghubungkannya pada kerangka yang ada, dan menghasilkan pemahaman materi yang lebih mendalam.
- 3) Concept attainment meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Kekurangan model pembelajaran *concept attainment*, sebagai berikut:

- 1) Siswa yang memiliki kemampuan pemahaman rendah akan kesulitan untuk mengikuti pelajaran, karena siswa akan diarahkan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang diajukan.
- 2) Tingkat keberhasilan pembelajaran ditentukan oleh penyajian data yang disajikan oleh guru.
- 3) Dapat menimbulkan kelelahan pada siswa karena aktifnya tanya jawab antara guru dengan siswa secara berulang untuk banyak konsep dalam proses pelaksanaannya.

D. LISTRIK DINAMIS

2. Arus Listrik

Arus (*Current*) adalah sebarang gerak muatan dari satu daerah ke daerah lainnya. Bila gerak ini berlangsung di dalam sebuah lintasan konduksi yang membentuk sebuah simpal tertutup, maka lintasan ini dinamakan rangkaian listrik.²⁸

Arus listrik didefinisikan sebagai laju aliran muatan listrik yang melalui suatu luasan penampang lintang. Jika dalam selang

²⁸ Hugh D Young , Roger A. Freedman, *Fisika Universitas*, Jakarta: Erlangga, 2003, hal. 222

waktu Δt jumlah muatan listrik yang mengalir adalah ΔQ , Maka besarnya arus listrik didefinisikan sebagai²⁹

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (2.1)$$

Arus melalui luas penampang A adalah laju perubahan terhadap waktu dari perpindahan muatan melalui A. Gerakan acak setiap partikel bermuatan yang bergerak dirata-ratakan menjadi nol, dan arus itu sama arahnya dengan $\vec{E}$. Jika muatan yang bergerak itu positif, kecepatan $\vec{v}_d$ berada dalam arah yang sama seperti arus dan $\vec{E}$, jika muatan yang bergerak itu negatif, kecepatan menyimpang (*drift velocity*) itu berada dalam arah yang berlawanan.³⁰

Satuan SI dari arus adalah Ampere. Satu Ampere didefinisikan sebagai satu Coulomb per detik ($1 \text{ A} = 1 \text{ C/t}$). Satuan ini diberi nama untuk menghormati ilmuwan Perancis Andre Marie Ampere (1775-1836).³¹

3. Potensial listrik dan Beda Potensial

Jika kita tempatkan sebuah muatan dalam ruang yang mengandung medan listrik maka muatan yang mula-mula diam akan bergerak. Ini berarti muatan mengalami penambahan energi kinetik yang semula nol

²⁹ Paul.A. Tipler, *Fisika*, Jakarta: Erlangga, 2001, hal. 138

³⁰ Hugh D. Young, h.222

³¹ *Ibid*,h.222

menjadi tidak nol. Pertambahan energi kinetik ini hanya mungkin disebabkan oleh dua faktor, yaitu:³²

- i) Ada kerja luar yang bekerja pada muatan, atau
- ii) Ada energi lain yang mengalami pengurangan

Jika tidak ada gaya luar yang kita berikan pada muatan, maka pastilah penambahan energi kinetik dibarengi oleh pengurangan energi bentuk lain sehingga energi total konstan (hukum kekekalan energi). Energi bentuk lain yang paling mungkin dimiliki partikel tersebut adalah energi potensial. Dengan demikian, partikel bermuatan listrik yang berada dalam ruang yang mengandung medan listrik memiliki energi potensial listrik. Energi potensial listrik didefinisikan secara formal sebagai berikut. Jika muatan listrik q berada dalam ruang yang mengandung medan listrik $\vec{E}$, maka energi potensial yang dimiliki muatan tersebut adalah³³

$$U(\vec{r}) = U(\vec{r}_0) - \int_{\vec{r}_0}^{\vec{r}} q \vec{E} \cdot d\vec{r} \quad (2.2)$$

Dengan $U(\vec{r}_0)$ adalah energi potensial listrik pada posisi acuan $\vec{r}_0$. Posisi $\vec{r}_0$ bisa bermacam-macam, misalnya tak berhingga, pusat koordinat, di permukaan benda, dan sebagainya, bergantung pada di mana nilai energi potensial sudah diketahui.

³² Hainur Rasjid Achmadi, dkk, *Listrik Dinamis*, Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional, 2003, hal.9

³³ Mikrajuddin Abdullah, *Diktat Fisika Dasar II*, Bandung: ITB, 2006, hal. 59

Potensial listrik didefinisikan sebagai energi potensial per satuan muatan listrik. Dengan menggunakan definisi energi potensial sebelumnya, maka definisi potensial listrik menjadi

$$\begin{aligned} V(\vec{r}) &= \frac{U(\vec{r}_0)}{q} \\ &= \frac{U(\vec{r}_0)}{q} - \frac{\int_{\vec{r}_0}^{\vec{r}} q \vec{E} \cdot d\vec{r}}{q} \\ &= V(\vec{r}_0) - \int_{\vec{r}_0}^{\vec{r}} \vec{E} \cdot d\vec{r} \end{aligned} \quad (2.3)$$

Kita definisikan medan listrik sebagai gaya per satuan muatan, dengan cara yang sama, akan berguna jika potensial listrik didefinisikan sebagai *energi potensial per satuan muatan*. Potensial listrik dinyatakan dengan simbol V . Jika titik muatan q memiliki energi potensial listrik EP_a pada titik a , potensial listrik V_a pada titik ini adalah:³⁴

$$V_a = \frac{EP_a}{q} \quad (2.4)$$

Muatan listrik dapat mengalir dari satu tempat ke tempat lain karena adanya beda potensial. Tempat yang memiliki potensial tinggi melepaskan muatan ke tempat yang memiliki potensial rendah.³⁵ Hanya perbedaan potensial yang dapat diukur. Yaitu selisih antara potensial di titik a dan di titik b pada suatu penghantar. Sehingga kita dapat menuliskan:

$$V = V_b - V_a = \frac{EP_b}{q} - \frac{EP_a}{q} \quad (2.5)$$

³⁴ Douglas C. Giancoli, *Fisika edisi kelima*, Jakarta: Erlangga, 2001, hal. 34

³⁵ Mikrajuddin Abdullah, hal. 120

Karena perubahan energi potensial merupakan usaha W , sehingga:

$$V = \frac{W}{q} \quad (2.6)$$

Alat yang digunakan untuk mengukur arus adalah ammeter. Untuk mengukur arus suatu kawat, kita biasanya harus memutus atau memotong kawat dan menyiapkan ammeter supaya arus yang diukur melewati alat ini.³⁶

4. Resistansi dan Hukum Ohm

Semua material memiliki tahanan listrik. Besi, kayu, batu, karet, air, udara, dan lain-lain memiliki tahanan listrik. Namun, tahanan listrik yang dimiliki batu, kayu kering, karet, dan lain-lain sangat besar sehingga begitu diberi beda potensial antar dua ujungnya, hampir tidak ada arus yang mengalir. Benda yang tidak dapat dialiri arus listrik dinamakan isolator. Sebaliknya, logam memiliki tahanan yang sangat kecil. Dengan diberi beda potensial yang kecil saja antar dua ujungnya, arus yang mengalir cukup besar. Material yang mudah dialiri arus listrik dinamakan konduktor.³⁷

Seandainya dua buah konduktor memiliki beda potensial diantara keduanya, dan konduktor-konduktor tersebut dihubungkan dengan batang tembaga, maka akan menimbulkan arus yang besar, namun jika Anda menghubungkannya dengan batang kaca, maka hampir tidak ada arus mengalir. Sifat-sifat yang menentukan berapa arus yang akan

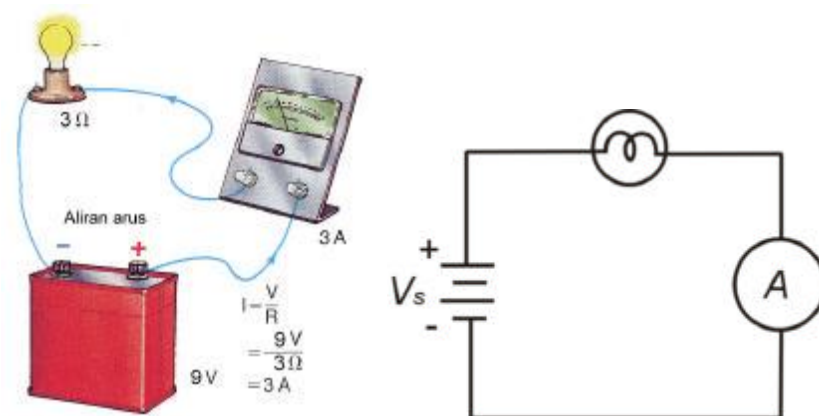
³⁶ Davit halliday, dkk, *Fisika Dasar Edisi Ketujuh Jilid 2*, Jakarta: Erlangga, 2010, hal. 178

³⁷ Mikrajuddin Abdullah, hal. 120

mengalir disebut Resistansi. Resistansi (hambatan) ditentukan dengan jalan memberikan beda potensial diantara dua titik pada konduktor dan mengukur arusnya. Hambatan R , didefinisikan sebagai rasio atau perbandingan antara beda potensial V , dengan arus I ,

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.7)$$

Arus listrik I dalam satuan ampere, beda potensial V dalam satuan volt, dan hambatan R dalam satuan ohm. 1 ohm (atau 1Ω) adalah hambatan yang diberikan oleh arus 1 A untuk mengalir, ketika beda potensial 1 V diberikan diantara ujung-ujung hambatan tersebut. Rangkaian sederhana yang berhubungan dengan hambatan, arus, dan beda potensial atau tegangan tampak pada Gambar 1. Sebuah baterai 12 V dihubungkan pada lampu pijar yang memiliki hambatan $7,20 \Omega$. Rangkaian dilengkapi dengan memasang ammeter, dan arus terukur 1,67 A.



Gambar 2.1.

Dalam suatu rangkaian yang mempunyai hambatan $7,2 \Omega$ dan baterai 12 V, mengalir arus sebesar 1,67 A.

Ilmuwan Jerman George Simon Ohm menemukan bahwa rasio atau perbandingan antara beda potensial dengan arus pada konduktor selalu tetap. Oleh karena itu, hambatan kebanyakan konduktor tidak berubah ketika besar atau arah potensial yang diberikan pada konduktor tersebut berubah. Alat yang mempunyai hambatan konstan dan tidak bergantung pada beda potensial dikatakan taat hukum Ohm. Sebagian besar konduktor logam taat pada Hukum Ohm, namun ada beberapa alat penting tidak taat. Radio transistor atau kalkulator mengandung beberapa piranti seperti transistor dan diode, yang tidak taat pada hukum Ohm. Lampu pijar memiliki hambatan yang bergantung pada tegangan dan tidak taat pada hukum Ohm. Kabel yang digunakan untuk menghubungkan alat-alat listrik memiliki hambatan yang kecil. Satu meter kabel yang khas (typical) digunakan pada laboratorium fisika biasanya memiliki hambatan sekitar $0,03\Omega$. Kabel yang digunakan untuk sambungan listrik pada rumah tangga, biasanya memiliki hambatan yang kecil yakni $0,004\ \Omega$ pada setiap meternya. Karena kabel memiliki hambatan kecil, maka sepanjang kabel tersebut hampir tidak ada penurunan potensial. Untuk menghasilkan beda potensial, memerlukan resistansi yang besar.

5. Resistivitas (hambatan Jenis)

Kerapatan arus $\vec{J}$ dalam sebuah konduktor bergantung pada medan listrik $\vec{E}$ dan pada sifat-sifat material itu. Umumnya, ketergantungan ini dapat agak rumit. Tetapi untuk beberapa material, khususnya logam, pada

sebuah suhu yang diberikan, $\vec{J}$ hampir berbanding langsung dengan $\vec{E}$, dan rasio besarnya $\vec{E}$ dan besarnya $\vec{J}$ adalah konstan. Hubungan ini dapat didefinisikan sebagai hambatan jenis atau resistivitas (*resistivity*) ρ sebuah material, yaitu rasio dari besarnya medan listrik dan kerapatan arus:

$$\rho = \frac{E}{J} \quad (2.8)$$

Semakin besar hambatan jenis ρ , semakin besar pula medan diperlukan untuk menyebabkan sebuah kerapatan arus yang diberikan, atau semakin kecil pula kerapatan arus yang disebabkan oleh sebuah medan yang diberikan. Satuan ρ adalah $(V/m)/(A/m^2) = V \cdot m/A$. seperti yang diketahui sebelumnya, bahwa 1 V/A dinamakan Ohm (Ω), maka satuan SI untuk ρ adalah $\Omega \cdot m$ (Ohm-meter).

hambatan listrik yang dimiliki bahan memiliki sifat-sifat

- i) Makin besar jika bahan makin panjang
- ii) Makin kecil jika ukuran penampang semakin besar

Hubungan antara hambatan listrik yang dimiliki bahan dengan ukuran bahan dan resistivitas bahan memenuhi

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (2.9)$$

Dimana:

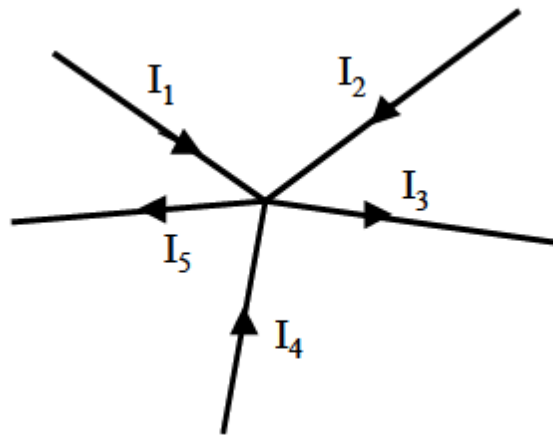
- R = hambatan listrik (Ω)
- ρ = hambatan jenis kawat (Ωm)
- l = panjang penghantar (m)
- A = luas penampang kawat (m^2)

6. Hukum Kirchoff

Konsep Hukum Kirchhoff

Jika dalam suatu percabangan arus listrik, pada sebagian cabang arus mengalir masuk dan pada sebagian cabang lainnya arus mengalir keluar maka terpenuhi aturan: $I_{\text{masuk}} = I_{\text{keluar}}$

Ungkapan ini dikenal dengan hukum kekekalan muatan listrik dan dikenal pula dengan hukum I kirchoff.³⁸



Gambar 2.2. Arus yang masuk dan keluar dari percabangan

Dari gambar 2.2 sesuai dengan hukum kirchoff I didapatkan:

$$I_1 + I_2 + I_4 = I_5 + I_3 \quad (2.10)$$

Dengan menggunakan hukum Ohm kita dapat menemukan besarnya arus yang mengalir pada suatu rangkaian gabungan seri-paralel. Meskipun demikian, kadang-kadang kita menjumpai rangkaian yang sulit untuk dianalisis. Sebagai suatu contoh, kita tidak dapat menemukan

³⁸ *ibid*, h.113

aliran arus pada setiap bagian rangkaian sederhana dengan kombinasi hambatan seri dan paralel.

Menghadapi rangkaian yang sulit seperti ini, kita menggunakan hukum-hukum yang ditemukan oleh G. R. Kirchhoff (1824-1887) pada pertengahan abad 19. Terdapat dua hukum Kirchhoff, dan hukum-hukum ini adalah aplikasi sederhana yang baik sekali dari hukum-hukum kekekalan muatan dan energi. Hukum pertama Kirchhoff atau hukum persambungan (*junction rule*) didasarkan atas hukum kekekalan muatan, dan kita telah menggunakannya pada kaidah untuk hambatan-hambatan paralel. Hukum pertama Kirchhoff berbunyi:

Pada setiap titik persambungan, jumlah seluruh arus yang masuk persambungan harus sama dengan jumlah seluruh arus yang meninggalkan persambungan.

Hukum persambungan Kirchhoff didasarkan atas kekekalan muatan. Muatan-muatan yang masuk persambungan harus sama dengan yang meninggalkan – tidak ada muatan yang hilang. Hukum II Kirchhoff atau kaedah loop (*loop rule*) didasarkan atas kekekalan energi, dan berbunyi : Jumlah tegangan sepanjang jalur tertutup dari suatu rangkaian harus sama dengan nol.