BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan pada bulan juli 2014 sampai bulan januari 2015 dengan menggunakan metode penelitian dan pengembangan (research and development). Tahapan-tahapan penelitian pengembangan dilakukan dalam lima tahap yaitu (a) Studi pendahuluan, (b) Pengembangan media awal, (c) Uji coba alat peraga, (d) Uji coba kelayakan alat peraga, (e) Uji pemahaman siswa.

A. Hasil Studi pendahuluan

Studi pendahuluan dilakukan untuk memperoleh informasi dan menganalisis permasalahan yang ada. Studi pendahuluan yang dilakukan yaitu melalui analisis kebutuhan. Tujuan dari analisis kebutuhan ini adalah untuk mengetahui kebutuhan dan kendala siswa dalam pembelajaran gaya magnetik. Analisis kebutuhan dilakukan dengan menyebarkan angket pada siswa SMA kelas XII. Selain itu dilakukan observasi ke laboratorium Fisika SMAN 1 Cikarang Timur untuk melihat ketersediaan alat peraga gaya Lorentz.

Berdasarkan hasil analisis angket siswa menunjukkan 73% dari responden menyatakan bahwa mereka tidak memahami konsep gaya Lorentz. 92% responden mendukung dan tertarik dengan adanya pendukung pembelajaran fisika berupa alat peraga yang berhubungan dengan gaya Lorentz. Dari hasil observasi ke laboratorium Fisika di sekolah tidak memiliki alat peraga untuk pembelajaran gaya magnetik.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan diatas dan hasil observasi ke laboratorium, maka dikembangkanlah alat peraga motor DC menggunakan konsep gaya Lorentz sebagai alat bantu guna memvisualisasikan konsep gaya magnetik dalam kegiatan belajar mengajardan merupakan sarana yang dapat

memberikan pengalaman riil kepada siswa untuk dapat melihat langsung apa yang dimaksud dengan gaya Lorentz pada pokok bahasan gaya magnetik.

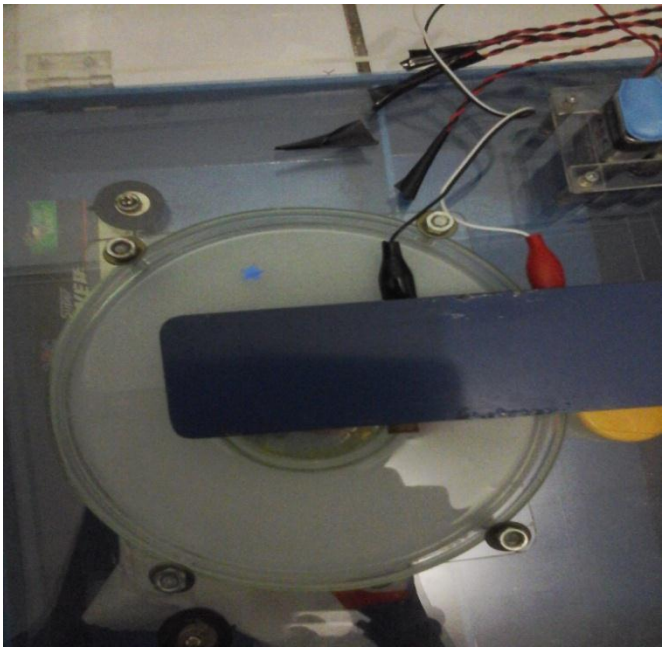
B. Hasil Pengembangan Media Awal

1. Tahap Desain Awal

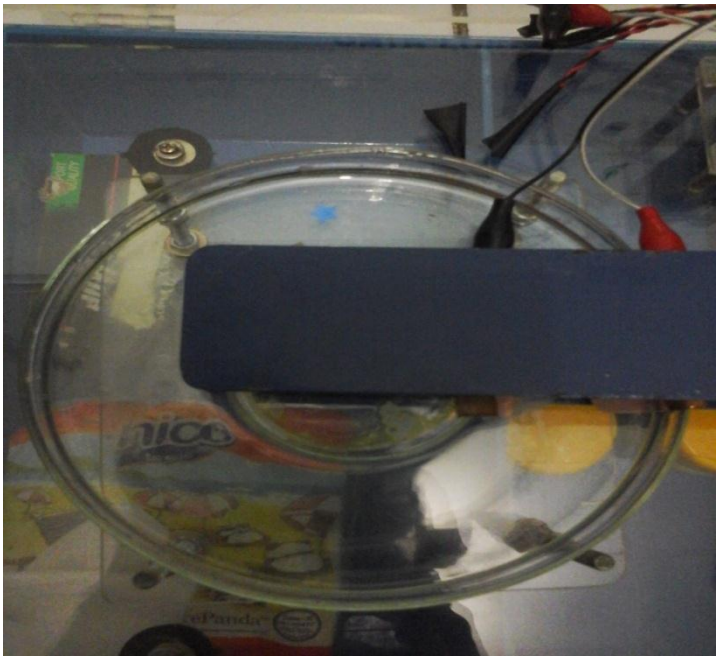
Tahap perangkaian dimulai dengan menentukan desain awal alat peraga untuk memvisualisasikan konsep gaya Lorentz yang lebih sederhana rangkaiannnya. Desain awal dibuat tiruan sederhananya.

2. Tahap MerangkaiAlat Peraga

Merekatkan piringan petri besar dengan piringan petri kecil pada titik tengah yang seimbang. Jarak dipastikan sama besar. Piringan petri ini berfungsi sebagai media untuk memperlihatkan arah gaya Lorentz. Gaya Lorentz yang terjadi disini yaitu gaya Lorentz dalam zat cair.Komponen selanjutnya menggunakan sebuah alat yang dapat membangkitkan arus di piringan petri. Dalam demonstrasi ini digunakan $NaHCO_3$ (soda kue) dan NaCl (garam).



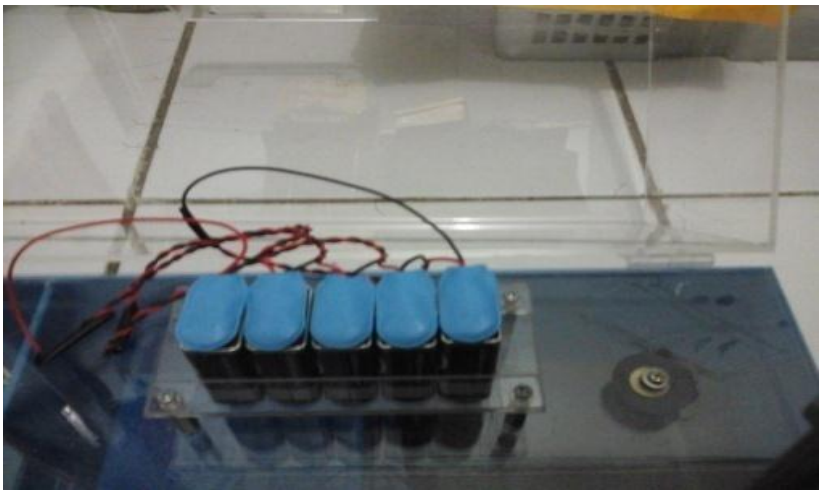
Gambar 4.1. Larutan $NaHCO_3$



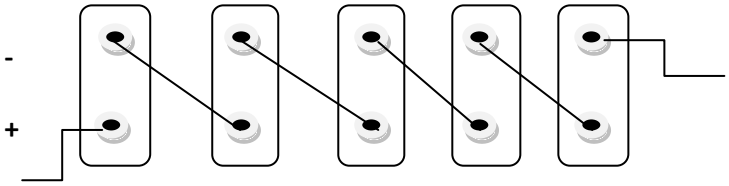
Gambar 4.2.Larutan NaCl

Dua jenis larutan ini digunakan untuk melihat pengaruh gaya Lorentz terhadap jenis elektrolit yang digunakan. Apakah penggunaan larutan elektrolit akan mempengaruhi terhadap kecepatan rotasi atau tidak. Dari dua jenis larutan ini kita dapat mengetahui pengaruh elektrolit terhadap besar arus dari masing-masing larutan.

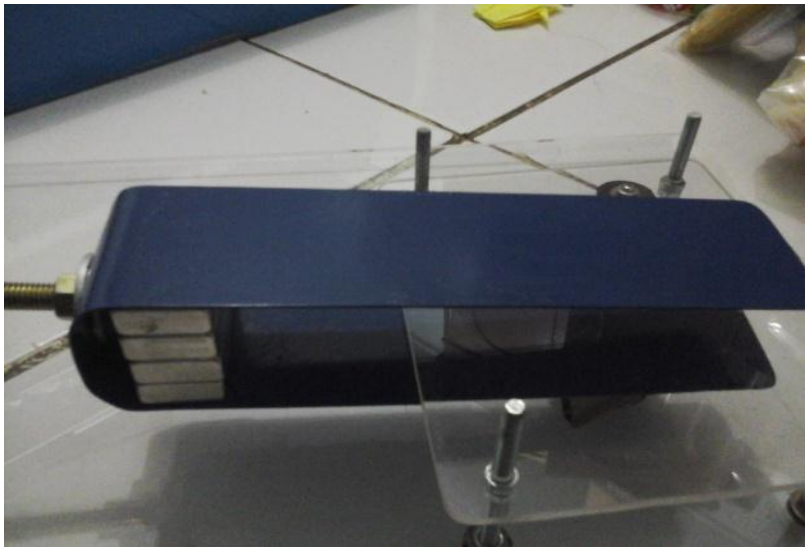
Selanjutnya menyambungkan 5 buah baterai secara seri untuk memvariasikan besar tegangan yang berbeda-beda (lihat gambar 4.3).Menyatukan empat buah magnet dan memasukannya pada tengah-tengah plat besi yang sudah di bengkokan berbentuk huruf U (lihat gambar 4.4). Baterai berfungsi untuk merubah-ubah besar tegangan yang dibutuhkan.Memasang lempengan tembaga pada piringan petri sebagai penghantar listrik dan menyambungkannya dengan kabel penjepit.



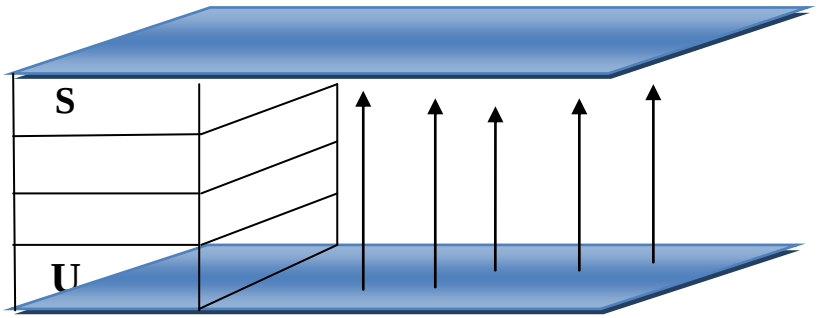
Gambar 4.3a.Baterai tersusun seri



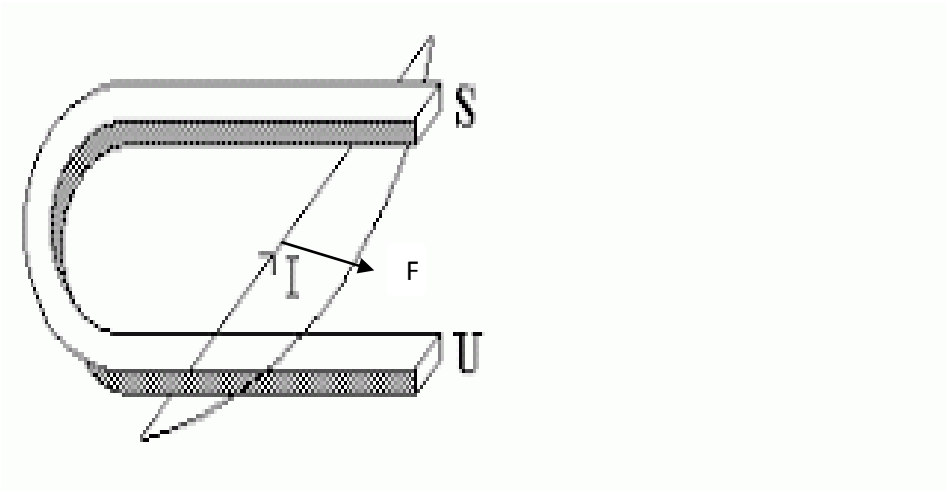
Gambar 4.3b.skema 5 buah baterai disusun seri



Gambar 4.4.Magnet neodymium di selipkan pada lempengan besi

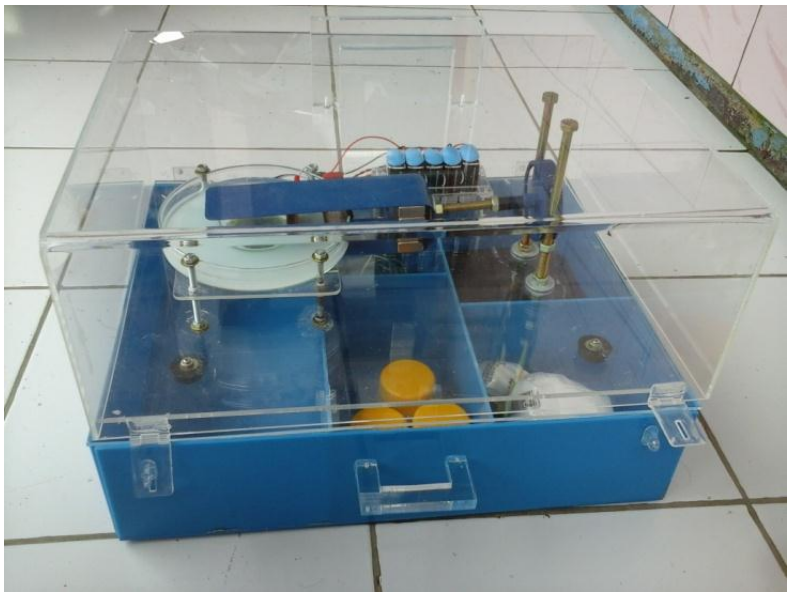


Gambar 4.5 skema arah medan magnet pada plat besi



Gambar 4.6.arah gaya Lorentz jika medan magnet mengarah ke atas

Dalam alat peraga ini digunakan magnet neodymium agar menghasilkan medan magnet yang besar.



Gambar 4.7. Alat Peraga motor DC menggunakan konsep gayaLorentz

C. Hasil Uji Coba Alat Peraga

Untuk membangkitkan arus pada piringan petri maka digunakan media yang dapat menimbulkan sebuah arus.Dalam penelitian ini digunakan $NaHCO_3$ (soda kue).Senyawa ini dilarutkan didalam air, sehingga memisahkan ion Na^+ dan HCO_3^-.Ini dapat membangkitkan arus ketika tegangan diberikan.Ini terjadi karena ion ditarik ke arah + dan – berurutan dari tegangan yang diberikan.Pemisahan ion ini menimbulkan arus listrik dalam air.Selain itu untuk variasi cairan digunakanNaCl (garam dapur) yang memiliki elektrolit kuat.Untuk menciptakan tegangan pada piringan petri, diperlukan bahan konduktif listrik, seperti lempengan tembaga dan menyambungkan ke baterai.Arah gaya Lorentz ditentukan oleh sumbu polaritas yang dipasangkan. Besar tegangan dapat diubah-ubah sesuai dengan kebutuhan. Disini kita dapat menggunakan tegangan baterai 27V, 36V, dan 45V untuk menghasilkan gaya Lorentz yang terlihat jelas. Variasi tegangan diberikan agar siswa mampu melihat pengaruh besar tegangan yang diberikan dengan gaya Lorentz yang tampak. Siswa dapat mengukur besar tegangan dan arus dengan menggunakan avometer.Untuk mengukur besar tegangan maka

rangkaian dibuat secara parallel dan untuk mengukur arus maka rangkaian dibuat secara seri. Siswa mengukur menggunakan mistar panjang lintasan arus listrik. Dengan mengetahui besar medan magnet maka siswa dapat menghitung besar gaya Lorentz yang dihasilkan dengan menggunakan persamaan untuk gaya magnetik paga penghantar berarus dalam medan magnetik.

Dilakukan pengujianalat peraga di laboratorium Fisika Universitas Negeri Jakarta hingga alat peraga dapat berfungsi secara optimal. Apabila alat peraga sudah dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, makaalat peraga tersebut sudah layak untuk dilakukan pengujian selanjutnya.

Tahapan yang dilakukan untuk pengambilan dataalat peraga yaitu:

a. Menyiapkan campuran air dengan $NaHCO_3$
b. Memasukkannya kedalam piringan petri sampai lempengan tembaga bagian bawah menyentuh cairan.
c. Menyambungkan kabel penghubung. Untuk mula-mula menggunakan menyambung 3 baterai, selanjutnya 4 dan 5 baterai.
d. Melihat arah gaya Lorentz yang dihasilkan
e. Mengubah sumbu polaritasnya
f. Melihat arah gaya Lorentz setelah sumbu polaritas diubah
g. Mengukur besar tegangan yang di hasilkan dengan menggunakan avometer dan merangkai rangkaian secara parallel.
h. Mengukur besar arus yang dihasilkan menggunakan avometer dan merangkai secara seri.
i. Mengukur panjang lintasan arus listrik menggunakan mistar
j. Mencatat hasil yang didapatkan
k. Menyiapkan campuran air dengan NaCl
l. Selanjutnya mengulangi percobaan b sampai j dengan menggunakan campuran air denganNaCl

Hasil uji coba didapatkan ketika sumbu polaritas diubah maka arah gaya Lorentz yang dihasilkan berbalik arah. Sesuai dengan kaidah tangan kanan yang menyatakan bahwa ‘Apabila tangan kanan dibuka dengan ibu jari menunjukkan arah arus listrik *I* dan keempat jari lain yang dirapatkan menunjukkan arah medanmagnetik*B*, maka arah keluar dari telapak tangan menyatakan arah gaya Lorentz’.

1. Data hasil uji coba menggunakan campuran air dengan $NaHCO_3$

Tabel 4.1. Tabel Hasil Uji coba dengan menggunakan $NaHCO_3$

Volt Baterai	V (volt)	I (Ampere)	B (Tesla)	L (m)	F (N)
27 V	3.6	0.21	0.0119	0.041	1.025×10^{-4}
36 V	4.2	0.25	0.0119	0.041	1.219×10^{-4}
45 V	5.8	0.28	0.0119	0.041	1.366×10^{-4}

2. Data hasil uji coba menggunakan campuran air dengan NaCl

Tabel 4.2. Tabel Hasil Uji coba dengan menggunakan NaCl

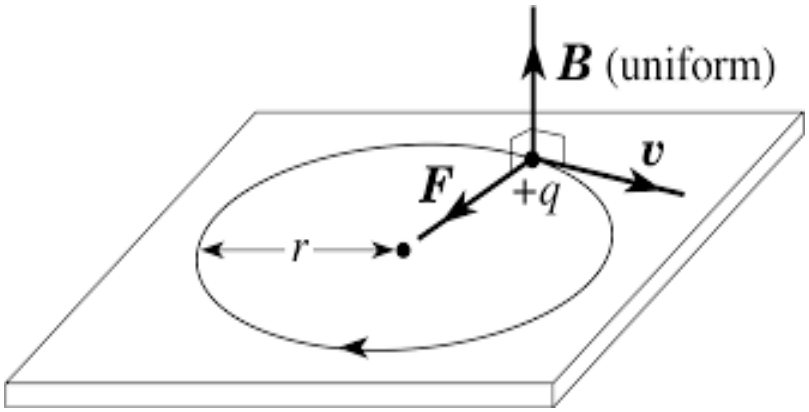
Volt Baterai	V (volt)	I (Ampere)	B (Tesla)	L (m)	F (N)
27 V	5	0.36	0.0119	0.041	1.756×10^{-4}
36 V	8	0.40	0.0119	0.041	1.95×10^{-4}
45 V	11	0.43	0.0119	0.041	2.097×10^{-4}

Dari data percobaan didapatkan bahwa besar tegangan baterai berpengaruh terhadap arus dan tegangan yang dihasilkan.Data memperlihatkan bahwa makin besar tegangan yang didapatkan maka semakin besar pula arus yang dihasilkan. Sesuai dengan rumus $V = I\ R$, bahwa tegangan berbanding lurus dengan arus listrik. Dalam demonstrasi alat peraga motor DC ini dapat memperlihatkan bagaimana perbedaan arus dapat mempengaruhi kecepatan rotasi.Terlihat bahwa semakin besar arus yang digunakan maka semakin besar pula kecepatan rotasi yang dihasilkan.Ini berlaku untuk 2 jenis campuran tersebut.Dari data juga didapatkan bahwa besar kuat arus listrik mempengaruhi besar gaya Lorentz yang dihasilkan. Semakin besar kuat arus listrik maka semakin besar pula gaya Lorentz yang didapatkan. Sesuai dengan perumusan gaya Lorentz $F = BIl \sin\theta$, bahwa gaya berbanding lurus dengan kuat arus listrik.Dimana θ adalah sudut antara arah bergeraknya partikel dan medan magnetik. Susunan di atas menjelaskan, θ adalah 90°, sehingga gaya akan tegak lurus terhadap arah arus dan medan magnetik.Cairan elektrolit yang digunakan untuk dapat menghantarkan arus listriksangat mempengaruhi besar tegangan yang didapatkan.Dari data menyatakan bahwa campuran air dengan NaCl menghasilkan kuat arus listrik yang lebih besar dibandingkan dengan campuran air dengan $NaHCO_3$.NaCl memiliki kecepatan rotasi lebih besar dibanding $NaHCO_3$.Ini dipengaruhi dari masing-masing jenis elektrolit dari masing-masing larutan. NaCl merupakan jenis elektrolit kuat, NaCl yang tersusun atas reaksi$NaCl\ (s) \longrightarrow Na^{+}\ (aq) + Cl^{-}\ (aq)$ merupakan suatu zat yang dapat menghantarkan listrik karena zat tersebut memiliki ion-ion yang bergerak bebas didalam larutan tersebut. Ion-ion inilah yang nantinya akanmenjadi penghantar. Semakin banyak ion yang dihasilkan semakin baik pula larutan tersebut menghantarkan listrik.NaCl bersifat reaktif lebih kuat dibandingkan $NaHCO_3$ karena tersusun atas unsur Na yang bersifat reaktif dan Cl juga bersifat reaktif.Sedangkan $NaHCO_3$termasuk dalam jenis larutan bersifat asam yang awalnya HCO_3 dicampur dengan logam alkali yaitu Na^{+} menjadi garam asam.Antara dua jenis larutan ini NaCl dan $NaHCO_3$ yang memiliki elektrolit paling kuat adalah

NaCl.Gaya Lorentz yang dihasilkan NaCl yaitu 2.097×10^{-4} N dengan arus sebesar 0.43 Ampere.$NaHCO_3$ data terbesar didapatkan gaya Lorentz terbesar yaitu 1.366×10^{-4}N dengan arus sebesar 0.28 Ampere.

Data menunjukkan bahwa tegangan antara keeping menjadi kecil dan berbeda jauh dengan tegangan yang diberikan baterai.Hal ini dikarenakan jika sepasang elektroda dicelupkan ke dalam larutan elektrolit dan dialiri dengan sumber arus searah, maka ada kemungkinan arus yang mula-mula besar menjadi mengecil, ini karena terjadi peristiwa elektrolisis yang menyebabkan timbulnya lapisan dipermukaan elektroda.Hal ini menyebabkan daya hantarnya menjadi berkurang.

Dalam demonstrasi alat peraga dapat terlihat bahwa aliran larutan bersirkulasi membentuk lingkaran.Ini dikarenakan karena medianya berbentuk lingkaran. Peneliti membuat media berbentuk lingkaran agar larutan dapat bersirkulasi sehingga arus air dapat terlihat jelas dan siswa lebih mudah memahami konsep gaya Lorentz. Ini berbeda dengan muatan yang bersirkulasi dalam medan magnet homogen yang menganggap bahwa v tegak lurus pada B yang berarti bahwa v seluruhnya terletak didalam bidang gambar. Hubungan $F = qv\times B$ memperlihatkan bahwa partikel akan mengalami sebuah gaya pembelok yang mengarah ke samping yang besarnya qvB. Gaya ini terletak di dalam bidang gambar, yang berarti bahwa partikel tersebut tidak dapat meninggalkan bidang ini.



Gambar 4.8.muatan yang bersirkulasi

D. Uji Coba Kelayakan Alat Peraga

1. Deskripsi Hasil Validasi Ahli Materi Fisika

Validasi oleh ahli materi fisika dilakukan di jurusan fisika FMIPA Unversitas Negeri Jakarta.Ahli materi yang dilibatkan dua orang. Penilaian uji validasi Ahli Materi terdiri dari 3 indikator yaitu (1) kesesuaian isi (konten) yang terdiri dari 2 pertanyaan, (2) kesesuaian konsep yang terdiri dari 4 pertanyaan, dan (3) interaktif yang terdiri dari 4 pertanyaan.

Penilaian diberikan melalui lembar validasi ahli materi fisika (lampiran). Adapun data yang diperoleh dari ahli materi fisika (lampiran) adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3. Hasil Validasi Ahli Materi

Indikator	No.	Aspek yang dinilai	Tingkat Penilaian				
			1	2	3	4	5
Kesesuaian Isi (Content)	1.	Alat peraga motor DC sesuai dengan pokok bahasan pada kompetensi dasar tentang gaya magnetic					2
	2.	Alat peraga motor DC dapat digunakan sebagai bahan pengamatan				1	1
Kesesuaian konsep	3.	Alat peraga motor DC menggunakan konsep gaya Lorentz membantu guru dalam menyampaikan pesan dan materi pembelajaran gaya magnetik khususnya mengenai konsep gaya Lorentz				1	1
	4.	Alat peraga tidak menimbulkan kesalahan konsep				2	
	5.	Alat peraga mampu memperlihatkan arah gaya				2	

		Lorentz dengan jelas					
	6.	Alat peraga mampu menunjukkan hubungan antara tegangan dengan besar gaya lorentz yang dihasilkan				2	
Interaktif	7.	Dapat mengubah-ubahbesar tegangan yang bervariasi				1	1
	8	Dapat menarik kesimpulan pengaruh besar tegangan dengan besar gaya lorentz yang dihasilkan				2	
	9	Dapat menghubungkan pengaruh besar arus yg dihasilkan terhadap besar gaya Lorentz				2	
	10	Dapat menjelaskan prinsip kerja motor DC			1	1	

No.	Indikator	Skor Rata-rata (%)	Penilaian
1.	Kesesuaian Isi (konten)	95	Sangat Baik
2.	Kesesuaian Konsep	82,5	Sangat Baik
3.	Interaktif	80	Baik
	Rata-rata keseluruhan	85,83	Sangat Baik

Dari validasi yang dilakukan oleh ahli materi diperoleh skor rata-rata keseluruhan aspek sebesar 85,83%. Berdasarkan skala Likert diperoleh penilaian bahwa kualitas set praktikum ditinjau dari kesesuaian isi, kesesuaian konsep, dan interaktif dinilai sangat baik.

Pada tahapan penilaian validasi yang dilakukan oleh ahli materi fisika terdapat saran untuk pengembangan alat peraga, yaitu :

a. Disarankan membuat buku petunjuk alat
b. Disarankan membuat skema alat, dimensi, dan fungsi masing-masing komponen perlu digambar dan dijelaskan (dalam LKS)
c. LKS perlu dilengkapi daftar isi
d. Disarankan menggunakan jenis larutan elektrolit yang berbeda

2. Deskripsi Hasil Validasi Ahli Media Pembelajaran

Setelah divalidasi oleh ahli materi fisika, kemudian alat peragadivalidasi oleh ahli media pembelajaran. Validasi oleh ahli media pembelajaran ini dilakukan di jurusan fisika FMIPA Universitas Negeri Jakarta. Ahli media pembelajaran yang dilibatkan berjumlah dua orang. Penilaian uji validasi Ahli media terdiri dari 2 indikator, yaitu (1) kualitas isi dan tujuan yang terdiri dari 5 pertanyaan, dan (2) kualitas teknis yang terdiri dari 5 pertanyaan.

Penilaian diberikan melalui lembar validasi ahli media pembelajaran fisika.Adapun data yang diperoleh dari ahli media pembelajaran fisika adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4. Hasil Validasi Ahli Media

Indikator	No	Aspek yang dinilai	Tingkat Penilaian				
			1	2	3	4	5
Kualitas Isi dan tujuan Media	1.	Alat peraga motor DC mampu memvisualisasikan konsep gaya Lorentz				1	1
	2.	Alat peraga dapat memperlihatkan arah gaya Lorentz				1	1
	3.	Alat peraga dapat memperlihatkan hubungan antara besar tegangan dengan besar kecepatan sudut air				1	1

	4.	Alat peraga dapat menunjukkan pengaruh besar arus terhadap besar gaya Lorentz				1	1
	5	Alat peraga dapat digunakan untuk menunjukkan prinsip kerja motor DC					2
Kualitas teknis	6.	Alat peraga dapat digunakan sebagai media praktikum Fisika SMA				1	1
	7.	Alat peraga dapat digunakan dengan mudah, aman, dan praktis bagi siswa					2
	8.	Alat peraga mampumemberikan pengalaman langsung/konkrit bagi siswa				1	1
	9.	Alat peraga motor DC menggunakan konsep gaya Lorentz pada pembelajar Fisika SMA desainnya menarik				1	1
	10.	Alat peraga efektif				2	

No.	Indikator	Skor Rata-rata (%)	Penilaian
1.	Kualitas Isi dan Tujuan Media	92	Sangat Baik
2.	Kualitas Teknis	90	Sangat Baik
Rata-rata keseluruhan		91	Sangat Baik

Dari validasi yang dilakukan oleh ahli media pembelajaran diperoleh skor rata-rata keseluruhan aspek sebesar 91%. Berdasarkan skala Likert diperoleh penilaian bahwa kualitas alat peragaditinjau dari segi isi media dan desain dinilai sangat baik.

Pada tahapan penilaian validasi yang dilakukan oleh ahli media fisika terdapat saran untuk pengembangan alat peraga, antara lain :

a. Disarankan menggunakan alat ukur untuk menghitung gaya Lorentz.
b. Disarankan ukuran lingkaran tempat menaruh cairan harus jelas.
c. Disarankan membuat buku panduan atau dapat juga menggnakan LKS.

3. Deskripsi Hasil Uji Empirik Guru Fisika

Setelah divalidasi oleh ahli materi fisika dan ahli media pembelajaran, alat peraga selanjutnya diuji empirik oleh guru Fisika. Uji empirik oleh guru Fisika ini dilakukan di SMA Negeri 1 Cikarang Timur.Uji empirik dilibatkan satu orang guru. Penilaian terdiri dari 4 indikator, yaitu (1) kesesuaian desain yang terdiri dari 3 pertanyaan, (2) kesesuaian isi yang terdiri dari 2 pertanyaan, (3) eksplorasi pembelajaran yang terdiri dari 3 pertanyaan dan (4) kesesuaian konsep yang terdiri dari 4 pertanyaan.

Penilaian diberikan melalui lembar uji empirik oleh guru Fisika (lampiran). Adapun data yang diperoleh dari Uji empirik (lampiran) adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 . Hasil Uji Empirik oleh Guru Fisika

Indikator	No	Aspek yang dinilai	Tingkat Penilaian				
			1	2	3	4	5
Kesesuaian Desain	1.	Alat peragaaman digunakan oleh siswa					1
	2.	Alat peraga mudah dioperasikan oleh siswa					1
	3.	Alat peraga dapat dijangkau oleh pandangan siswa				1	
Kesesuaian Isi	4	Alat peraga dapat digunakan sebagai alternatif pembelajaran					1
	5	Alat peraga dapat memperlihatkan arah gaya Lorentz					1
Eksplorasi Pembelajaran	6.	Alat peragadapat menciptakan pembelajaran lebih interaktif					1
	7.	Alat peraga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa					1
	8.	Alat peraga dapat merangsang siswa untuk mampu beranalisis				1	
Kesesuaian Konsep	9.	Alat peraga mampu menunjukkan hubungan antara tegangan dengan besar gaya Lorentz				1	
	10.	Alat peraga membantu guru dalam menyampaikan pesan dan materi pembelajaran Gaya Magnetik					1

No.	Indikator	Skor Rata-rata (%)	Penilaian
1.	Kesesuaian Desain	93.33	Sangat Baik
2.	Kesesuaian Isi	100	Sangat Baik
3.	Eksplorasi Pembelajaran	93.33	Sangat Baik
4.	Kesesuaian Konsep	90	Sangat Baik
Rata-rata keseluruhan		94.17	Sangat Baik

Dari uji empirik guru diperoleh skor rata-rata 94.17%. Berdasarkan skala Likert diperoleh penilaian bahwa kualitas alat peraga ditinjau dari segi isi kesesuaian desain, kesesuaian isi, eksplorasi pembelajaran dan kesesuaian konsep dinilai sangat baik.

4. Deskripsi Hasil Uji Empirik Siswa

Selain divalidasi oleh dosen ahli fisika, alat tersebut diimplementasikan terhadap siswa di SMAN 1 Cikarang Timur. Uji coba dilakukan untuk mengetahui respon siswa terhadap penggunaan alat peragadalam praktikum gaya magnetik.

Penilaian yang diberikan oleh siswa terdiri dari 4 indikator, yaitu (1) kesesuaian isi yang terdiri dari 3 pertanyaan, (2) kesesuaian konsep yang terdiri dari 2 pertanyaan, (3) desain yang terdiri dari 3 pertanyaan, dan (4) interaktif yang terdiri dari 2 pertanyaan.

Tabel 4.6. Hasil Uji Empirik Siswa

No	Aspek yang dinilai	Tingkat Penilaian				
		1	2	3	4	5
1.	Dengan menggunakan alat peraga saya dapat mengetahui gaya Lorentz secara langsung				14	13
2.	Dengan menggunakan alat peraga, saya dapat melihat pengaruh besar tegangan				22	5

	terhadap kecepatan sudut air					
3.	Dengan menggunakan alat peraga saya dapat menghitung waktu 1 kali rotasi pada berbagai tegangan			5	19	3
4.	Alat peraga sesuai dengan topik pembelajaran				6	21
5.	Alat peraga memiliki bentuk yang menarik				14	13
6.	Alat peraga mudah digunakan			1	17	9
7.	Dengan alat peraga, Saya menghemat waktu belajar untuk memahami konsep gaya Lorentz			1	17	9
8.	Saya melihat alat peraga memudahkan guru mengajar Gaya Lorentz				16	11
9.	Saya dapat mengubah-ubah faktor tegangan dengan mudah			1	23	3
10.	Dengan menggunakan alat peraga saya dapat mengetahui hubungan antara besar tegangan dengan besar gaya Lorentz yang dihasilkan			3	17	7

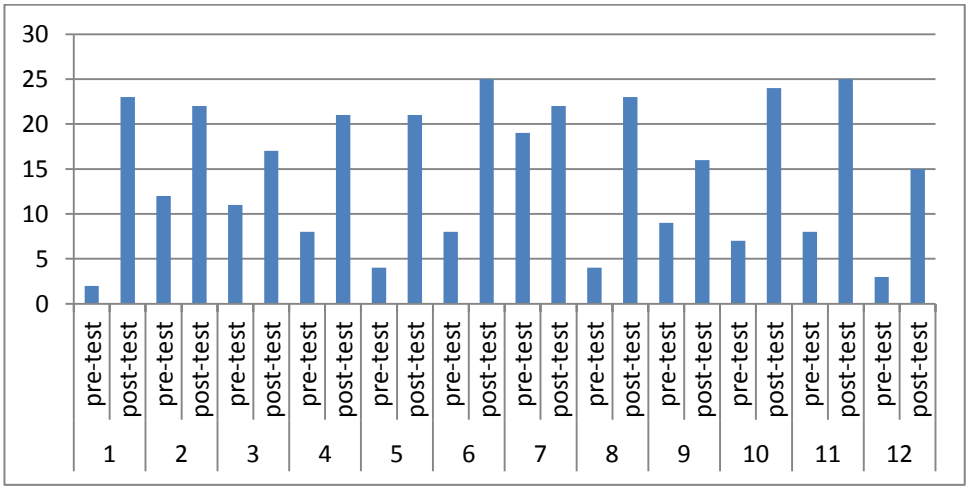
No	Indikator	Skor Rata-rata (%)	Penilaian
1.	Kesesuaian Isi	83,95	Sangat Baik
2.	Kesesuaian Konsep	91.85	Sangat Baik
3.	Desain	90,37	Sangat Baik
4.	Interaktif	82,22	Sangat Baik
Rata-rata keseluruhan		87,10	Sangat Baik

Dari uji empirik pada siswa SMA Negeri 1 Cikarang Timur, diperoleh skor rata-rata keseluruhan 87,10%. Berdasarkan skala Likert diperoleh penilaian bahwa kualitas alat peraga ditinjau dari kesesuaian isi, kesesuaian konsep, desain dan interaktif dinilai sangat baik.

E. Uji Pemahaman Siswa

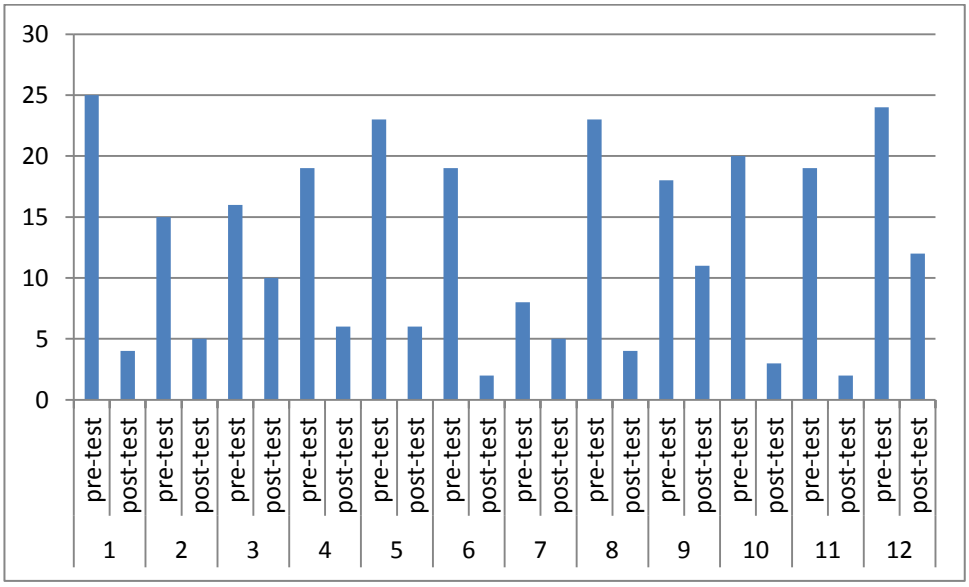
Selain menggunakan Uji validasi dan Penyebaran angket terhadap guru dan siswa, peneliti melakukan pengujian selanjutnya.Untuk dapat mengetahui bahwa alat peraga mampu memvisualisasikan konsep gaya Lorentz maka dilakukan uji pemahaman siswa terhadap materi yang bersangkutan dengan alat peraga. Untuk pengujian dilakukan *pre-test* dan *post-test*.*Pre-test* yaitu pertanyaan yang diberikan guru mengenai materi yang sebelumnya tidak pernah diberikan dan baru akan dipelajari pada hari itu. Tujuan *pre-test* ini adalah untuk mengetahui apakah sudah ada siswa yang mengetahui mengenai materi yang diajarkan atau belum serta untuk mengetahui tingkatan pengetahuan siswa terhadap materi yang akan disampaikan. *Post-test* merupakan pertanyaan yang diberikan oleh guru setelah materi disampaikan.*Post-test* disebut juga evaluasi akhir saat materi yang diajarkan hari itu telah diberikan.Tujuan dari *post-test* ini adalah untuk memperoleh gambaran tentang kemampuan yang dicapai setelah berakhirnya penyampaian materi, apakah siswa paham atau tidak mengenai materi yang disampaikan.Hasil *post-test* ini dibandingkan dengan hasil *pre-test* sehingga akan diketahui seberapa jauh efek atau pengaruh dari penggunaan alat peraga dalam proses pembelajaran ini. Soal-soal dibuat mengikuti aspek kognitif yang dibedakan atas enam jenjang menurut taksonomi Bloom.Tiap-tiap aspek terdiri dari dua soal.*Pre-test* dilakukan untuk menguji kemampuan awal siswa dan *post-test* dilakukan untuk mengetahui hasil akhir setelah dilakukan demonstrasi alat peraga.Dari hasil menunjukkan persentase rata-rata jumlah jawaban benar siswa hanya 30% dengan jumlah siswa sebanyak 27 orang.Setelah dilakukan demonstrasi alat peraga dilakukan tes akhir berupa *post-test*.Hasil *post-test* siswa menunjukkan persentase rata-rata jumlah jawaban benar siswa 85.8%.Hal ini menunjukkan adanya peningkatan yang cukup besar terhadap pemahaman siswa setelah adanya demonstrasi alat peraga.Sesuai data yang didapatkan maka alat peraga motor DC ini mampu memvisualisasikan konsep gaya Lorentz dan alat peraga ini layak digunakan.

Gambar 4.9. Grafik perbandingan jawaban benar *pre-test* dan *post-test*



Dengan sumbu X adalah jumlah pertanyaandan sumbu Y adalah jumlah responden.Dari 27 responden 2 orang yang mendapat jawaban benar pada *pre-test*dan 23 orang pada *post-test*untuk nomor 1, 12 orang yang mendapat jawaban benar pada *pre-test* dan 22 orang pada *post-test*untuk nomor 2, 11 orang yang mendapat jawaban benar pada *pre-test* dan 17 orang pada *post-test*untuk nomor 3, 8 orang yang mendapat jawaban benar pada *pre-test* dan 21 orang pada *post-test*untuk nomor 4, 4 orang yang mendapat jawaban benar pada *pre-test* dan 21 orang pada *post-test*untuk nomor 5, 8 orang yang mendapat jawaban benar pada *pre-test* dan 25 orang pada *post-test*untuk nomor 6, 19 orang yang mendapat jawaban benar pada *pre-test* dan 22 orang pada *post-test*untuk nomor 7, 4 orang yang mendapat jawaban benar pada *pre-test* dan 23 orang pada *post-test*untuk nomor 8, 9 orang yang mendapat jawaban benar pada *pre-test* dan 16 orang pada *post-test*untuk nomor 9, 7 orang yang mendapat jawaban benar pada *pre-test* dan 24 orang pada *post-test*untuk nomor 10, 8 orang yang mendapat jawaban benar pada *pre-test* dan 25 orang pada *post-test*untuk nomor 11, 3 orang yang mendapat jawaban benar pada *pre-test* dan 15 orang pada *post-test*untuk nomor 12.

Gambar 4.10.Grafik perbandingan jawaban salah *pre-test* dan *post-test*



Dengan sumbu X adalah jumlah pertanyaan dan sumbu Y adalah jumlah responden. Dari 27 responden 24 orang yang mendapat jawaban salah pada *pre-test* dan 4 orang pada *post-test*untuk nomor 1, 15 orang yang mendapat jawaban salah pada *pre-test* dan 5 orang pada *post-test*untuk nomor 2, 16 orang yang mendapat jawaban salah pada *pre-test* dan 10 orang pada *post-test*untuk nomor 3, 19 orang yang mendapat jawaban salah pada *pre-test* dan 6 orang pada *post-test*untuk nomor 4, 23 orang yang mendapat jawaban salah pada *pre-test* dan 6 orang pada *post-test*untuk nomor 5, 19 orang yang mendapat jawaban salah pada *pre-test* dan 2 orang pada *post-test*untuk nomor 6, 8 orang yang mendapat jawaban salah pada *pre-test* dan 5 orang pada *post-test*untuk nomor 7, 23 orang yang mendapat jawaban salah pada *pre-test* dan 4 orang pada *post-test*untuk nomor 8, 18 orang yang mendapat jawaban salah pada *pre-test* dan 11 orang pada *post-test*untuk nomor 9, 20 orang yang mendapat jawaban salah pada *pre-test* dan 3 orang pada *post-test*untuk nomor 10, 1 orang yang mendapat jawaban salah pada *pre-test* dan 25 orang pada *post-test*untuk nomor 11, 24 orang yang mendapat jawaban salah pada *pre-test* dan 15 orang pada *post-test*untuk nomor 12.