

## Pembuatan Motor Listrik dan Pembangkit Listrik Tenaga Angin untuk Meningkatkan Kompetensi Keajaiban Sains Lorentz-Faraday

Y E Nugroho<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>SMP Negeri 2 Ungaran Jl. Letjend. Suprpto No. 65 Ungaran Kabupaten Semarang

<sup>2</sup>E-mail: eko\_smp2ung@yahoo.com

**Abstrak.** Secara empiris, pembelajaran inkontekstual selama ini telah melahirkan generasi teoritis. Faktanya, siswa dapat menggunakan peralatan elektronika, tetapi jika ditanya “bagaimana listrik dihasilkan?” Jawab mereka “tidak tahu.” Padahal mereka baru saja mendapatkan teori induksi elektromagnetik. Demikian juga pada saat siswa menggunakan kipas angin ketika merasa gerah, tahukah mereka komponen utama di dalam kipas angin? Padahal sebelumnya telah mendapatkan materi Gaya Lorentz. Ketidakseimbangan proses psikomotorik, kognitif, dan efektif sebagai individu pembelajar menyebabkan rendahnya kompetensi. Solusi problem klasik tersebut merupakan tantangan bagi guru. Memilih apatis atau dinamis. Pembuatan motor listrik dan pembangkit listrik tenaga angin adalah upaya dinamis agar pembelajaran lebih bermakna dan mengacu pada kecakapan hidup. Terbukti, para siswa justru paham lebih cepat. Bahkan, setelah pembelajaran siklus I dan II, salah seorang siswa IX G bernama Agung Nugroho, mengatakan bahwa “pembuatan motor listrik dan pembangkit listrik mampu membangun logika” dengan mimik puas. Hasil ulangan harian juga terbukti memuaskan, baik dilihat dari perolehan nilai maupun kualitas uraian jawaban siswa. Rata-rata ulangan harian dari sebelum siklus hingga siklus II hasilnya semakin baik. Secara kuantitatif, nilai rata-rata tes harian melebihi kriteria ketuntasan minimal yaitu 70 dan mayoritas siswa tuntas belajar yakni lebih dari 85%.

*Kata kunci: motor listrik, induksi elektromagnet*

**Abstract.** Empirically, incontextual learning has given birth to a theoretical generation. In fact, students can use electronic equipment, but if asked "How is electricity produced?" They replied "do not know." Even though they just got the theory of electromagnetic induction. Likewise when students use fans when they feel hot, do they know the main components in the fan? Whereas previously it had obtained Lorentz force. The imbalance of psychomotor, cognitive, and effective processes as individual learners causes low competency. The solution to the classic problem is a challenge for the teacher. Choose apathy or dynamic. Making electric motors and wind power plants is a dynamic effort to make learning more meaningful and refer to life skills. Evidently, students actually understand faster. In fact, after learning cycle I and II, one of the IX G students named Agung Nugroho, said that "Making electric motors and power plants can build logic" with satisfied expressions. The results of the daily tests also proved satisfying, both in terms of the scores and the quality of the students' answers. Average daily test score from before the cycle to the second cycle results are better. Quantitatively, average score of daily test exceeds minimum completeness criteria is 70 and the majority of students complete learning is over of 85%.

*Keywords: electric motor, electromagnetic induction*

## 1. Pendahuluan

Ketika berdiri di atas bukit lahan perkemahan pada malam hari, terlihat gemerlap lampu bertebaran begitu indah bagaikan ribuan permata yang tertimpa cahaya. Saya bertanya; "Nak, ribuan lampu di bawah sana, membutuhkan apa?" Jawab mereka "Listrik Pak." Hukum Faraday merupakan salah satu keajaiban sains. Hukum Faraday telah menjelma menjadi kebutuhan primer sedunia. Lampu, komputer, jaringan internet, pertukangan, hingga kebutuhan rumah tangga seperti kulkas, magic jar, kipas angin, dan lain-lain; semua hidup karena inspirasi ilmuwan yang bernama Faraday. Semua hidup karena listrik. Berkat Faraday, listrik menjadi murah, mudah, dan melimpah. Berbeda pada jaman Alexander Volta, listrik begitu mahal dan hanya terjangkau orang berada. Sekarang semua kalangan bisa beraktivitas bersama listrik untuk berbagai keperluan. Sungguh luar biasa. Namun sayangnya, secara empiris para guru membelajarkan keajaiban inspirasi Faraday hanya teoritis belaka melalui pokok bahasan induksi elektromagnetik. Akibatnya, mayoritas siswa tahu kulitnya saja. Para siswa tahu semua peralatan elektronika, tetapi jika ditanya "Bagaimana listrik dihasilkan?" Jawab mereka "tidak tahu." Padahal mereka baru saja mendapatkan materi belajar induksi elektromagnetik. Di sisi lain, materi sebelumnya tentang Gaya Lorentz, dibelajarkan sebelum induksi elektromagnetik.

"Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928) ialah fisikawan Belanda yang memenangkan Penghargaan Nobel dalam Fisika bersama dengan Pieter Zeeman pada tahun 1902 [1]. Sedangkan "Michael Faraday adalah seorang ahli dalam bidang kimia dan fisika. Dia lahir pada tanggal 22 September 1791 dan wafat pada tanggal 25 Agustus 1867. Dia dikenal sebagai perintis dalam meneliti tentang listrik dan magnet, bahkan banyak dari para ilmuwan yang mengatakan bahwa beliau adalah seorang peneliti terhebat sepanjang masa. Beberapa konsep yang beliau turunkan secara langsung dari percobaan, seperti garis gaya magnet telah menjadi gagasan dalam fisika modern. Faraday lahir di sebuah keluarga miskin di Newington, Surrey dekat London [2].

Gaya Lorentz menjelma menjadi motor listrik, sedangkan Hukum Faraday menjadi generator [3]. Bahkan, motor listrik bisa berfungsi menjadi generator dan sebaliknya, apabila cara kerjanya dibalik [4]. Para siswa ternyata tidak tahu bahwa komponen utama Gaya Lorentz dan Hukum Faraday adalah sama, yakni spul (kumparan) dan magnet. Apa jadinya, jika para guru beralasan dinamo sepeda sudah jarang ditemui sehingga kesulitan membuat model generator? Sebagian kecil guru mungkin kurang tahu, motor listrik dapat dibalik fungsinya menjadi generator. Akibatnya, pembelajaran berbasis teoritis, tentu saja kurang bermakna sehingga berpengaruh terhadap ranah kognitif dan afektif. Ranah afektif bermuara terhadap ketidaksukaan terhadap mapel IPA, sedangkan ranah kognitif bermuara terhadap hasil tes tertulis, misalnya ulangan harian. Berdasarkan hasil ulangan harian tentang elektromagnet, di kelas IX G, hasilnya kurang memuaskan. Rata-rata ulangan harian hanya mencapai 68, dengan ketuntasan klasikal hanya 65%. Hasil tersebut masih jauh dari KKM yaitu 70 dengan ketuntasan klasikal 85%. Fakta-fakta tersebut, akhirnya menjadi cambuk untuk membuat media yang memudahkan para siswa memahami Gaya Lorentz (motor listrik) dan Hukum Faraday (generator), yang merupakan kelanjutan dari materi elektromagnetik. Inovasi pembelajaran ini akan dikemas dalam wujud penelitian tindakan kelas (PTK) yang terdiri dari 2 siklus. Siklus I perihal Gaya Lorentz, sedangkan Siklus II tentang Hukum Faraday.

Motor listrik dan generator / dinamo merupakan piranti dasar yang mendunia manfaatnya, namun sayangnya alat peraga yang tersedia di laboratorium IPA kurang aplikatif, sehingga para siswa tidak memahami benar hubungan alat peraga tersebut dengan penerapannya. Secara konsep boleh dikatakan alat peraga tersebut kurang kontekstual. Silahkan bertanya tentang "Genset" kepada anak-anak kita, mayoritas bahkan tidak tahu kepanjangannya, apalagi cara kerjanya.

Selaku guru IPA merasa ada yang kurang sempurna ketika membelajarkan konsep Gaya Lorentz dan Faraday dari tahun ke tahun pelajaran. Oleh karena itu perlu adanya pembaharuan. Bagaimana membuat alat peraga motor listrik dan generator/dinamo yang sederhana tetapi memuat logika dan aplikasinya [5]. Dan, ternyata motor listrik dan generator/dinamo mempunyai kesamaan komponennya. Dengan kata lain, motor listrik dapat difungsikan sebagai generator/dinamo dan sebaliknya [6].

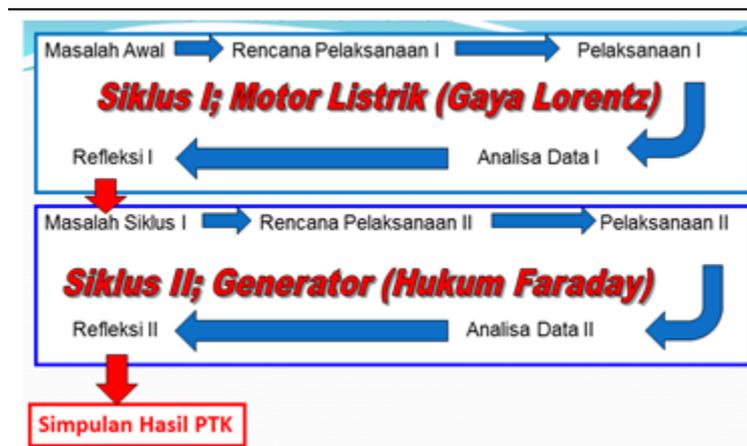
Harapannya, melalui pembuatan dan penggunaan alat peraga motor listrik dan pembangkit listrik tenaga angin, secara umum akan menambah wawasan sains yang begitu ajaib. Para siswa menjadi termotivasi terhadap ide-ide ilmuwan fisika yang tampaknya sederhana namun menjadi kebutuhan

primer kehidupan sekarang ini, seperti halnya listrik AC yang murah, mudah, dan melimpah. Demikian juga motor listrik yang diaplikasikan menjadi berbagai peralatan penting sehari-hari, seperti mesin cuci, kipas angin, blender, dan lain-lain. Selain itu, membangun logika ketika kipas angin di rumah mengalami kerusakan, para siswa dapat mendiagnosa kerusakannya.

## 2. Metode

Penelitian ini merupakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) [7], yang dilaksanakan di kelas IX G semester 2 tahun pelajaran 2016/2017. Perencanaan, pelaksanaan, dan penyusunan laporan PTK mulai tanggal 1 Februari 2017 sampai dengan 28 Februari 2017. Adapun pelaksanaan pembelajaran menyesuaikan jadwal pelajaran IX G yaitu Selasa (jam pelajaran ke 7-8), Kamis (jam pelajaran 1-2), dan Sabtu (jam pelajaran ke-3). Jumlah siswa 40 orang, dibagi menjadi 8 kelompok. Setiap kelompok bertugas merancang, membuat, mempraktikkan alat peraga dalam kegiatan presentasi. PTK dibagi menjadi 2 siklus (Gambar 1). Siklus I; Motor Listrik (Gaya Lorentz), sedangkan Siklus II; Generator/Dinamo (Hukum Faraday). Observer dalam penelitian ini adalah guru IPA senior di SMPN 2 Ungaran yaitu EY. Suwasti, S.Pd.

Rencana Siklus I; diawali membuat alat peraga murni menjelaskan konsep Gaya Lorentz. Alat peraga tersebut menampilkan komponen-komponen yang terintegrasi mengubah energi listrik menjadi energi gerak (Gambar 2). Tujuannya supaya siswa mengetahui dan memahami cara kerja motor listrik terkait dengan komponen-komponen di dalamnya, yaitu magnet, kumparan yang dialiri arus listrik DC. Alat peraga tersebut, menyatakan kumparan yang dialiri arus listrik menjadi berputar ketika berada di dalam medan magnet.



Gambar 1. Gambar siklus PTK.



Gambar 2. Desain Keajaiban Sains 'LORENTZ' (Motor Listrik).

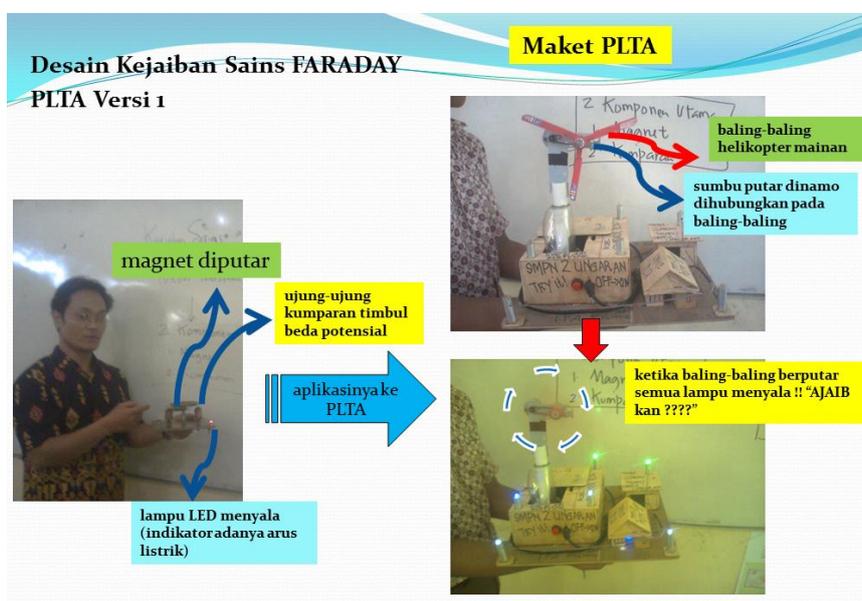
Selanjutnya, membuat alat peraga aplikatif berupa kipas angin sederhana dan kapal mainan yang menggunakan motor listrik.

Sedangkan Siklus II; Diawali membuat alat peraga murni yang menjelaskan konsep Hukum Faraday. Kebalikan dari motor listrik, Hukum Faraday prinsipnya mengubah energi gerak menjadi energi listrik AC [8]. Komponennya sama dengan motor listrik, yaitu magnet dan kumparan, dimana salah satu komponen berfungsi sebagai rotor.



**Gambar 3.** Lampu LED merah menyala. Kumparan merasakan perubahan garis-garis gaya magnet sehingga timbul beda potensial pada ujung-ujung kumparan.

Setelah para siswa mengerti dan memahami bagaimana terjadinya listrik AC. Tantangan berikutnya siswa membuat PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Angin).



**Gambar 4.** Desain Keajaiban Sains Faraday (PLTA Versi 1)

Kompetensi keajaiban sains Lorentz dan Faraday diharapkan akan meningkat seiring proses belajar melalui *learning by doing* membuat motor listrik dan pembangkit listrik tenaga angin. Adapun indikator keberhasilannya adalah apabila tes uraian setelah siklus I dan II mencapai nilai rata-rata lebih dari KKM yaitu 70 dan ketuntasan klsikal mencapai 85%. Instrumen pengumpulan data berupa data nilai ulangan harian sebelum siklus, dokumentasi foto, dan data nilai ulangan harian siklus I dan II.



**Gambar 5.** Desain Keajaiban Sains Faraday (PLTA Versi 2)

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada Siklus I, Siswa dalam kelompok membuat alat peraga Gaya Lorentz, kemudian mempresentasikannya di hadapan kelompok lain. Delapan kelompok membuat dengan berbagai versi, namun intinya sama. Selaku guru merasa puas, karena mereka berhasil memahami motor listrik lebih dari sekadar teori. Berikut ini alat peraga motor listrik variatif yang berhasil dibuat oleh siswa dalam kelompoknya.



**Gambar 6.** Berbagai variasi alat peraga motor listrik yang dibuat oleh siswa dalam kelompoknya.

Adapun siklus II; Siswa dalam kelompok membuat alat peraga murni yang menjelaskan Hukum Faraday. Berikut ini, berbagai variasi generator yang dibuat oleh para siswa.



**Gambar 7.** Berbagai variasi generator yang dibuat oleh siswa dalam kelompoknya.

Tantangan untuk membuat Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) akhirnya terpenuhi, betapa senangnya para siswa. Mereka menjadi tahu dan paham bagaimana listrik AC yang digunakan sehari-hari di rumah ternyata sangat simpel cara membuatnya.



**Gambar 8.** PLTA versi 1 (kiri) dan PLTA versi 2 (kanan).

Penilaian hasil belajar dilakukan pada setiap akhir siklus. Ulangan harian dilaksanakan sebanyak dua kali yaitu pada hari Sabtu, 11 Februari 2017 jam pelajaran ke-3 dan Sabtu, 18 Februari 2017 jam pelajaran ke-3 di kelas IX G. Teknik penilaian menggunakan tes tulis dengan instrumen berupa uraian obyektif. Hasil penilaian dideskripsikan dalam distribusi frekuensi pencapaian prestasi dan dianalisis. Distribusi frekuensi pencapaian prestasi dilakukan guna memperoleh data, ada tidaknya peningkatan prestasi hasil belajar melalui penggunaan alat peraga motor listrik dan PLTA. Sedang dari analisis

hasil tes digunakan untuk menentukan ketercapaian kriteria ketuntasan minimal (KKM), dan untuk menentukan siswa yang mengikuti pengayaan dan remedial.

### 3.1. Deskripsi Kuantitatif

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa persentase siswa yang belum tuntas sesuai kriteria ketuntasan minimal pada ulangan harian I masih cukup tinggi yaitu 22,5 % atau 9 siswa dari jumlah seluruh siswa 40. Sebaliknya jumlah siswa yang sudah mencapai kriteria ketuntasan minimal tergolong rendah yaitu 31 siswa atau baru 77,5 %. Hal ini berarti ketuntasan belajar secara klasikal juga belum tercapai karena masih di bawah 85 %. Selain itu, pada ulangan harian pertama dari 9 siswa yang belum tuntas masih terdistribusi pada skala 40 sampai dengan 69, walaupun hal ini sudah lebih baik dibanding hasil ulangan harian pada pembelajaran sebelum menggunakan media.

Pada ulangan harian kedua menunjukkan adanya peningkatan pencapaian nilai hasil belajar yaitu siswa yang mendapat nilai  $\geq 70$  naik dari 31 siswa (77,5 %) pada ulangan harian pertama menjadi 37 siswa (92,5 %) pada ulangan harian kedua. Sedangkan siswa yang belum tuntas belajar yaitu nilai  $< 70$  pada ulangan harian kedua turun jika dibanding pada ulangan harian pertama, dari semula 22,5 % menjadi hanya 7,5 % atau 3 siswa pada ulangan harian kedua. Selain itu, dari 3 siswa yang belum mencapai ketuntasan belajar hanya terdistribusi pada skala 50 sampai dengan 69 yang berarti juga terjadi peningkatan dibanding pada ulangan harian pertama.

**Tabel 1.** Pencapaian hasil belajar kuantitatif.

No	Nilai	Ulangan Harian I		Ulangan Harian II	
		Jml Siswa	%	Jml Siswa	%
1	0 – 39	-	0,0	-	0,0
2	40 – 49	1	2,5	-	0,0
3	50 – 59	2	5	1	2,5
4	60 – 69	6	15	2	5,0
5	70 – 79	10	25	8	20
6	80 – 89	13	32	16	40
7	90 – 100	8	20	13	32
<b>Jumlah</b>		40	100	40	100
<b>Belum Tuntas &lt; 70</b>		9	22,5	3	7,5
<b>Tuntas <math>\geq 70</math></b>		31	77,5	37	92

### 3.2. Deskripsi Kualitatif

Acuan dalam menentukan pencapaian hasil secara kualitatif, digunakan skala baku sebagaimana terdapat pada buku laporan penilaian hasil belajar (raport) kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP), karena SMPN 2 Ungaran masih menggunakan KTSP. Pencapaian hasil secara kualitatif tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Mengacu tabel 2, dapat diketahui adanya peningkatan hasil secara kualitatif. Jumlah siswa yang mendapat kategori A naik dari hanya 20 % pada ulangan harian pertama menjadi 32,5 % pada ulangan harian kedua. Demikian juga, jumlah siswa yang mendapat kategori B naik dari 40% pada ulangan harian pertama menjadi 47,5 % pada ulangan harian kedua. Sementara jumlah siswa yang mendapat kategori C dan D dapat ditekan dari 40 % pada ulangan harian pertama tinggal 20 % pada ulangan harian kedua. Ditinjau dari data pencapaian hasil di atas baik secara kuantitatif maupun secara kualitatif menunjukkan adanya peningkatan hasil pembelajaran. Hal ini berarti bahwa penggunaan media alat peraga motor listrik dan generator/dinamo dapat meningkatkan hasil belajar IPA fisika khususnya pada pokok Gaya Lorentz dan Hukum Faraday [9].

**Tabel 2.** Pencapaian hasil belajar kualitatif.

Skala Skor	Nilai dgn huruf	Ulangan Harian I		Ulangan Harian II	
		Pencapaian	Persentase	Pencapaian	Persentase
86 – 100	A	8 siswa	20 %	13 siswa	32,5 %
71 – 85	B	16 siswa	40 %	19 siswa	47,5 %
56 – 70	C	13 siswa	32,5 %	7 siswa	17,5 %
41 – 55	D	3 siswa	7,5 %	1 siswa	2,5 %
≤ 40	E	-	0,0 %	-	0,0 %
<b>Jumlah</b>		40 siswa	100 %	40 siswa	100 %

#### 4. Simpulan

Kualitas pembelajaran linier terhadap kompetensi siswa. Pembuatan motor listrik dan pembangkit listrik tenaga angin telah terbukti menghidupkan keseimbangan tiga ranah belajar yakni psikomotorik, kognitif, dan afektif. Siswa menjadi lebih segar dan tidak lagi suntuk belajar di kelasnya. Apa itu Gaya Lorentz ? Apa itu Induksi Elektromagnetik ? Bukan lagi umpatan siswa ketika tidak memahami konsep tersebut secara kontekstual. Bahkan, salah seorang siswa bernama Agung Nugroho secara spontan mengatakan “Pak Eko membangun logika.” Hal itu berarti pembelajaran Siklus I dan II telah menamamkan karakter saintifik para siswa.

Proses berpikir secara alamiah terbentuk selama pembelajaran. Ulangan harian dari sebelum siklus hingga siklus II hasilnya semakin baik, melebihi KKM (>70) dan mayoritas siswa tuntas belajar (>85%). Alangkah malunya, ketika guru mengkambinghitamkan laboratorium IPA karena para siswa gagal paham terhadap konsep-konsep IPA yang dibelajarkan di kelas. Daripada mengeluarkan 1001 keluhan, lebih baik memutar otak, bagaimana membuat dan menyuguhkan media yang dekat dengan siswa. Memancing dengan logika agar siswa mengeluarkan ide-ide kreatifnya. Guru bukan sosok superior. Guru dan siswa sama-sama pembelajar. Guru pasti bisa !”

Diseminasi hasil Penelitian Tindakan Kelas dilaksanakan pada Hari Jumat, 12 Mei 2017. Kesan pertama yang muncul ketika membaca judul penelitian “Pembuatan Motor Listrik dan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Untuk Meningkatkan Kompetensi Keajaiban Sains Lorentz-Faraday” para guru yang hadir terlihat tertarik dan antusias. Hal ini mengindikasikan, keingintahuan mereka terhadap motor listrik dan pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) begitu besar. Presentasi hasil PTK, dibantu beberapa siswa agar para guru yakin siswa benar-benar memahami konsep Gaya Lorentz dan Hukum Faraday. Ada kebanggaan tersendiri bagi para guru melihat para siswa ketika mendemonstrasikan motor listrik dan pembangkit listrik tenaga angin. Setelah presentasi, beberapa guru mengajukan pertanyaan, antara lain Bu Ninik Ariyani, S.Pd dan Bu Siti Khalimah. Intinya, mereka bertanya; apakah para siswa yang membuat semuanya. Semua hasil kerja sama antara siswa dan guru. Bukan didominasi oleh guru.

#### Ucapan Terima Kasih

Pelaksanaan penelitian tindakan kelas ini berjalan lancar berkat karunia Allah serta dukungan dari berbagai pihak. Melalui kesempatan ini peneliti menyampaikan rasa terima kasih kepada Bapak Sarbun Hadi Sugiarto, S.Pd selaku Kepala SMP Negeri 2 Ungaran dan Ibu EY.Suwasti, S.Pd selaku observer.

#### Daftar Pustaka

- [1] Blevins A 2017 Biografi Lorentz <https://www.scribd.com>
- [2] Sujatmiko H 2017 Biografi Faraday (Bandung: ITB)
- [3] Kemdikbud 2017 Gaya Lorentz (Jakarta: Kemdikbud)
- [4] Fisikazone 2014 Aplikasi Induksi Elektromagnetik (<http://fisikazone.com>)
- [5] Cahyono A, Prabowo and Admoko S 2018 Pengembangan Alat Praktikum Gaya Lorentz sebagai Media Pembelajaran Fisika *J. Pendidik. Fis.* **07** 180–4
- [6] Wirahadie 2016 Konsep Induksi Elektromagnetik (<http://www.wirahadie.com>)

- [7] Sugiyono 2011 Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R & D (Bandung: Alfabeta)
- [8] Halliday D and Resnick R 2014 Fundamental of Physics (Danver: Wiley)
- [9] Prisuharti Y 2012 Meningkatkan Kualitas Proses dan Hasil Pembelajaran Tentang Gaya Lorentz Melalui Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD *J. Pendidik. Mat. dan IPA* **3** 19–25