

## Model Spin Elektron pada Studi Pembelajaran Aktif Mata Pelajaran Fisika di Sekolah Inklusi

Okky Fajar Tri Maryana\*, Ratih Rizki Retinofa

### Abstrak

*Pemahaman terhadap faktor-faktor pemicu pembelajaran aktif mata pelajaran sains semakin diperlukan dunia pendidikan saat ini. Begitu pula faktor-faktor yang berpengaruh dalam mencapai penanaman karakter sekaligus transfer pengetahuan kepada peserta didik, khususnya bidang studi fisika. Perihal tersebut akan menjadi tantangan tersendiri bagi sekolah-sekolah dengan konsep inklusi yang belakangan mulai banyak mendapat perhatian oleh pemerintah dan berbagai elemen masyarakat. Sekolah inklusi adalah sebuah konsep pendidikan sekolah yang ramah bagi semua anak. Penelitian melalui model pendekatan analogi fisis perilaku elektron ber-spin telah dilakukan pada rancangan pembelajaran aktif fisika di kelas inklusi dan telah berhasil didapatkan beberapa informasi penting. Kemudian, dengan menggunakan metode analitik Effective Medium Approximation (EMA) didapatkan faktor penting yang mempermudah munculnya pembelajaran aktif mata pelajaran fisika yaitu berkaitan dengan posisi duduk siswa di kelas.*

*Kata-kata kunci: fisika, effective medium approximation, elektron, pembelajaran aktif, sekolah inklusi*

### Pendahuluan

Melihat semakin berkembangnya teori-teori tentang kecerdasan manusia dan semakin mudahnya akses informasi serta ilmu pengetahuan, kebutuhan pembelajaran aktif dan kreatif semakin dibutuhkan dewasa ini [1]. Bila metode-metode pembelajaran di sekolah tidak mampu menyesuaikan, maka perkembangan individu akan menjadi tidak optimal dan tidak dapat mencapai standar kompetensi yang diinginkan. Kurikulum di Negeri ini menitikbertakan pada pengembangan moral dan perilaku peserta didik di tengah-tengah pengajaran materi ilmu pengetahuan. Konsekuensinya para guru harus mendesain pembelajaran agar tercapai nilai-nilai karakter positif selain transfer intelektualitas kepada peserta didik. Banyak faktor yang perlu diperhitungkan ketika seorang guru atau pendidik ingin membangun konsep pembelajaran yang dimaksud. Terlebih bagi sekolah inklusi yang saat ini banyak mendapat perhatian di negeri ini.

Penelitian ini mencoba mengusulkan model analogi perilaku spin elektron dalam medan magnet untuk menganalisis faktor-faktor yang berpengaruh dalam membangun pembelajaran aktif mata pelajaran fisika di sekolah inklusi. Diharapkan hasil yang diperoleh dapat membantu memberikan gambaran kepada para pendidik inklusi khususnya pendidik Fisika dalam membangun pembelajaran aktif yang sesuai dengan indikator yang ingin dicapai.

### Teori

Sekolah inklusi adalah sekolah dimana setiap anak dengan berbagai kendala psikologis, tubuh, dan kecerdasan dapat tetap mengikuti pembelajaran mata pelajaran seperti sekolah umum negeri. Tentunya dengan indikator yang berbeda dengan peserta didik reguler. Sekolah inklusi juga memiliki konsep sebagai sekolah yang unggul. Chatib [1] menyatakan bahwa *"Pada dasarnya sekolah unggul adalah sekolah yang fokus pada kualitas proses pembelajaran, bukan pada kualitas input siswanya."*

Dalam satu kelas inklusi umumnya terdiri dari berbagai siswa, seperti siswa reguler dan siswa berkebutuhan khusus (mental retardasi ringan, disleksia, slow learner, tuna rungu, ADHD, dan autisme). Melihat keberagaman tersebut, menjadi sebuah tantangan tersendiri dalam merancang pembelajaran aktif bagi para guru yang menjadi pendidik di sekolah inklusi.

Sebagai langkah awal, analogi sistem fisis diperlukan untuk pembentukan model yang diusulkan. Kumpulan siswa di sekolah inklusi dianggap sebagai sebaran susunan partikel elektron ber-spin dengan jumlah tertentu. Sebagai batasan, para siswa di kelas inklusi dianggap terbagi menjadi dua jenis karakter utama. Kedua karakter utama tersebut diidentifikasi sebagai sebuah spin elektron yaitu; Up dan Down saja. Dimana "Up" mewakili siswa dengan karakteristik aktif tertib (Cepat Aktif, responsif, menikmati pelajaran Fisika) dan "Down" untuk karakteristik siswa pasif tidak tertib

(lambat aktif, kurang responsif, kurang menikmati pelajaran Fisika).

Guru sebagai faktor terpenting dalam kelas pembelajaran aktif fisika diidentifikasi sebagai medan magnet (B) luar. Sebab guru adalah sentral pembelajaran yang berpengaruh besar terhadap kondisi siswa di kelas [2,3]. Selanjutnya dalam sistem statistik fisis kita membutuhkan variabel Suhu (T) sebagai salah satu variabel ekipartisi energi. Dalam penelitian ini variabel suhu merupakan variabel bebas penting yang perlu diperhitungkan. Variabel T diidentifikasi sebagai kenyamanan lingkungan kelas (suhu ruangan dan tingkat kebisingan).

Agar sistem statistik bekerja sesuai dengan model maka dibutuhkan definisi energi. Partikel dengan Spin-Up memiliki/memberikan energi  $E_1$  dan Partikel dengan Spin-Down memberikan energi  $E_2$ . Kedua macam partikel tersebut memberikan dua jenis respon dari medan magnet luar (B).

$$\begin{aligned} E_1 &= +\mu B \\ E_2 &= -\mu B \end{aligned} \quad (1)$$

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode analitik *Effective Medium Approximation* (EMA). EMA pada prinsipnya adalah sebuah metode perlakuan secara makroskopik pada medium tak homogen, sebagai contoh; medium yang kuantitatifnya seperti konduktivitas, fungsi dielektrik, atau modulus elastik bervariasi dalam ruang [2]. Dengan menganggap kelas adalah medium tak homogen dengan variasi spin akibat sifat konduktivitas dan sifat dielektrik, sehingga EMA dapat digunakan untuk mendapatkan solusi analitik dari model pembelajaran aktif mata pelajaran Fisika yang diusulkan. Untuk menghitung energi efektif ( $E_{eff}$ ) yang diperlukan dalam mewujudkan dan mempertahankan pembelajaran aktif digunakan aproksimasi *Landauer-Bruggeman like equation* [4,7],

$$P \frac{E_{eff} - E_1}{E_{eff} - \left(\frac{n}{2} - 1\right) E_1} + (1 - P) \frac{E_{eff} - E_2}{E_{eff} - \left(\frac{n}{2} - 1\right) E_2} = 0 \quad (2)$$

Persamaan (2) digunakan untuk menghitung probabilitas keadaan Spin-Up dan Spin-Down pada susunan posisi siswa yang diusulkan saat berinteraksi di kelas. Probabilitas keadaan (P) terlebih dahulu perlu didefinisikan untuk dapat memenuhi persamaan (2). Probabilitas keadaan Spin-Up dan Spin-Down secara berurutan diungkapkan pada persamaan (3).

Dengan  $\mu$  adalah permeabilitas magnetik medium dan k adalah konstanta Boltzmann.

Dimana harga n adalah jumlah tetangga (jumlah siswa) terdekat pada posisi guru yang coba diusulkan [7].

$$\begin{aligned} P &= P_1 \approx e^{E_1/kT} = Ae^{\mu B/kT} \\ 1 - P &= P_2 \approx e^{E_2/kT} = Ae^{-\mu B/kT} \end{aligned} \quad (3)$$

Persamaan (3) juga menunjukkan bahwa peluang terjadinya keadaan spin up yang diinginkan berkorelasi dengan besarnya medan magnet yang diberikan pada medium.

### Hasil dan diskusi

Di dalam model yang dibangun, pembelajaran aktif (konduktif) terjadi ketika probabilitas keadaan siswa pasif ( $P_2$ ) tidak melebihi ambang probabilitas kritis pasif ( $P_2^c$ ) yang diungkapkan pada persamaan (4). Para siswa menjadi pasif dan tidak tertarik untuk ikut menunjukkan kontribusi aktif pada pembelajaran ditunjukkan dengan tidak berani berpendapat, tidak ikut tertawa dan tidak ikut aktif terlibat dalam diskusi.

$$\begin{aligned} P_2 &\geq P_2^c \\ \frac{e^{-\mu B/kT}}{e^{\mu B/kT} + e^{-\mu B/kT}} &\geq P_2^c \end{aligned} \quad (4)$$

Melalui persamaan (4) didapatkan persamaan (5) yang memenuhi syarat agar terjadi pembelajaran aktif

$$\frac{B}{T} > \frac{k}{2\mu} \ln \left( \frac{1 - P_2^c}{P_2^c} \right) \quad (5)$$

Persamaan (5) menunjukkan bahwa bahwa besarnya kekuatan spin up yang diperlukan untuk melampaui peluang spin down dapat dihitung dengan memperbesar medan luar (B) yang diberikan pada medium. Dengan kata lain pembelajaran aktif sangat dipengaruhi oleh besar kehadiran medan magnet luar (B), dalam hal ini dibatasi sebagai kemampuan guru untuk membuat pembelajaran materi fisika menjadi menarik.

'Medan magnet luar' guru yang diperlukan dalam penyampaian materi fisika, baik ketika metode yang disampaikan melalui ceramah, persentasi, demonstrasi, diskusi, maupun praktik. 'Medan magnet' guru fisika di antaranya, pemahaman materi fisika yang mendalam, komunikasi yang efektif dan sifat humoris ketika mengajar, serta kemampuan untuk mengakui kekurangan diri [5].

Secara umum, tugas pertama seorang guru yang mengajar mata pelajaran sains adalah menarik perhatian para siswanya [6]. Hal tersebut juga merupakan konsep yang berlaku pada semua jenjang pembelajaran, baik untuk tingkat dasar maupun tingkat perguruan tinggi. Begitu penting konsep tersebut dikarenakan sekali keinginan tersebut muncul, siswa akan belajar sendiri lebih banyak daripada yang diajarkan oleh guru kepadanya. Pembelajaran aktif akan terjadi jika siswa ingin belajar. Roney juga menguatkan bahwa, "tugas pertama seorang guru sains adalah membangun kebutuhan akan perlunya mengetahui" [6].

Kemudian dapat dilihat pula dari persamaan (5) bahwa variabel  $T$  berpengaruh pula di dalam perhitungan. Kenyamanan dalam penelitian ini diidentifikasi sebagai suhu lingkungan yang tidak panas/gerah dan tidak terganggu dengan suara-suara bising yang mengganggu. Semakin kecil gangguan berupa suhu dan suara ( $T <$ ), maka semakin besar kemungkinan pembelajaran aktif terwujud.

Pada persamaan (2) digunakan asumsi bahwa  $E_1 \gg E_2$  [7], mengingat sekolah inklusi lebih banyak terdiri dari siswa yang berpotensi aktif daripada yang pasif. Pada sekolah inklusi umumnya dibatasi dengan jumlah maksimum 24 siswa dan minimum berjumlah 15 siswa di setiap kelas. Susunan posisi siswa pasif yang diusulkan adalah persegi ( $n = 4$ ) dan heksagonal ( $n = 6$ ).

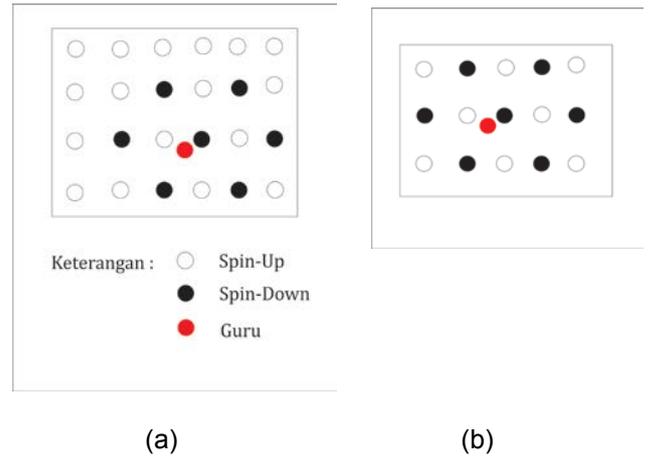
Kemudian agar persamaan (2) mudah diselesaikan kita gunakan permisalan

$$\frac{E_{eff}}{E_2} = x ; \frac{E_1}{E_2} = y \quad (6)$$

Akan didapatkan bentuk persamaan kuadrat,

$$x^2 + x \left( P \binom{n-1}{2} - P(y) \binom{n-1}{2} - 1 - P(y) \binom{n-1}{2} + P \right) - \binom{n-1}{2} y = 0 \quad (7)$$

Dengan pemilihan harga  $y$  sebesar 500 [7] dan melalui sedikit manipulasi matematis didapatkan akar-akar atau nilai  $x$  dari persamaan (7).

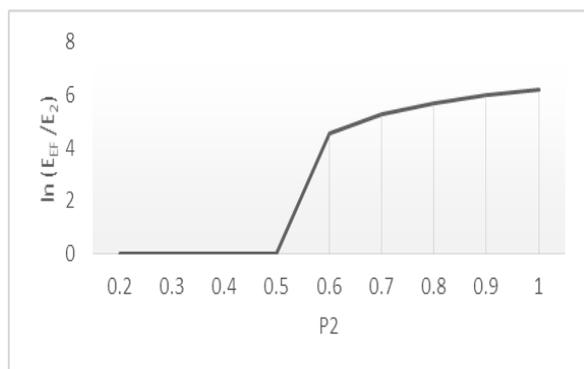


Gambar 1. Posisi duduk optimum berbentuk segi enam untuk jumlah (a) 24 siswa dan (b) 15 siswa pada pembelajaran aktif mata pelajaran fisika di sekolah inklusi.

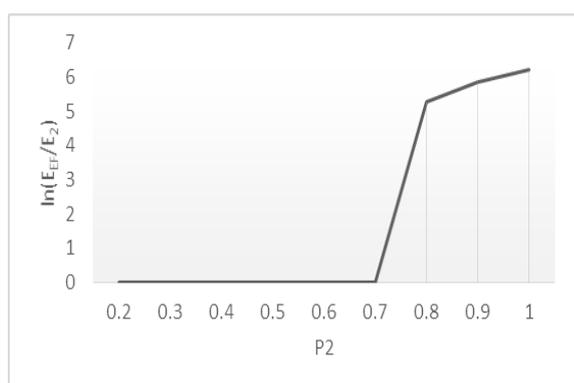
Dapat dilihat pada gambar 1 bahwa bentuk segi-enam adalah bentuk optimum yang diusulkan pada susunan 24 siswa dan 15 siswa. Pada gambar 1 menunjukkan posisi optimum guru dengan jumlah tetangga terdekat/para siswa pasif ( $n$ ) berjumlah 6. Landasan perhitungan gambar 1 dapat dilihat pada gambar 2

Melalui grafik pada gambar 2 dapat ditunjukkan bahwa pada jumlah tetangga terdekat  $n = 6$  (segi-enam) menunjukkan ambang kondisi kritis yang lebih besar daripada  $n = 4$  (persegi). Begitu pula perhitungan pada jumlah 15. Semakin besar jumlah tetangga, semakin besar probabilitas pembelajaran aktif terjadi (ditunjukkan pada daerah luar kurva/sebelah kiri) dimana  $P_2$  bergeser semakin ke kanan. Hal tersebut menunjukkan semakin kecil kemungkinan terjadi pembelajaran pasif (daerah bawah kurva).

Dapat dikatakan bahwa guru senantiasa berada pada posisi di mana jumlah siswa pasif tidak tertib lebih dekat dan lebih banyak dengannya yaitu pada bagian tengah segi enam. Diharapkan melalui posisi tersebut akan membawa suasana pembelajaran aktif di kelas lebih cepat terwujud dan lebih lama bertahan. Dapat kita asumsikan pula jika jumlah siswa di kelas lebih banyak, maka dapat diusulkan susunan yang menyerupai susunan segi enam pada jumlah murid 24 atau 15. Hal tersebut akan menjadi pegangan guru/pendidik untuk membangun pembelajaran aktif Fisika di berbagai kondisi kelas.



(a)



(b)

Gambar 2. Grafik probabilitas pembelajaran aktif mata pelajaran fisika dengan variasi (a)  $n = 4$  dan (b)  $n = 6$ .

### Kesimpulan

Telah dilakukan penelitian model pembelajaran aktif mata pelajaran fisika di sekolah inklusi dengan menggunakan metode analitik *effective medium approximation*. Diketahui bahwa faktor pemicu pembelajaran aktif adalah 'medan magnet' guru pengampu mata pelajaran Fisika diantaranya, pemahaman materi fisika yang mendalam, komunikasi yang efektif dan sifat humoris ketika mengajar. Hasil tersebut menguatkan hasil penelitian yang telah dilakukan peneliti lain tentang faktor penting sosok guru fisika. Selain itu faktor T (lingkungan) juga berpengaruh, dianalogikan sebagai suhu lingkungan yang tidak panas/gerah dan tidak terganggu dengan suara-suara bising. Semakin kecil gangguan berupa suhu dan suara, maka semakin besar kemungkinan pembelajaran aktif terwujud. Kemudian didapatkan usulan posisi maksimum relatif kelas inklusi yang berjumlah 15 dan 24 siswa. Dimana bentuk segi-enam adalah bentuk optimum yang diusulkan agar pembelajaran aktif Fisika di kelas inklusi lebih cepat dan lebih lama terjadi.

### Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan Republik Indonesia (Kemenkeu RI) atas dukungan finansialnya pada penelitian ini.

### Referensi

- [1] Chatib, Munif., "Sekolahnya manusia : Sekolah berbasis multiple Intellegences di Indonesia", Mizan, 2010
- [2] Sutrisno, Widayani, "Penumbuhan Sikap-sikap positif melalui Pembelajaran Fisika", Jurnal Pengajaran Fisika Sekolah Menengah Vol. 1 No. 1, 2009
- [3] Anderman, E. M., & Young, A. J. (1994). Motivation and strategy use in science: Individual differences and classroom effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 811-831
- [4] Stroud, David., "The effective medium approximations: Some recent developments", *Super-lattices and Microstructures*, Vol. 23, No. 3/4, 1998
- [5] Liem, Tik L., "Asyiknya Meneliti Sains", Pudak Scientific, 2007
- [6] Romey, W.D., "Inquiry Techniques For Teaching Science", Prentice-Hall, Inc., 1968, p16
- [7] Abdullah, Mikajuddin., Khairurrijal., "Gelation Model for Porosity Dependent Fluid Permeability in Porous Materials", *JURNAL MATEMATIKA DAN SAINS*, VOL. 14 NO. 1, 2009

Okky Fajar Tri Maryana\*

Fisika Magnetik dan Fotonik, Departemen Fisika,  
Fakultas MIPA, Institut Teknologi Bandung  
Jl. Ganesha 10, Bandung 40132, Jawa Barat  
Okky.fajar.trimaryana@students.itb.ac.id

Ratih Rizki Retinofa

Program Profesi Psikologi Pendidikan, Fakultas  
Psikologi, Universitas Indonesia  
Kampus UI, Depok, 16424, Jawa Barat

\*Corresponding author