

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Di dalam bab ini dideskripsikan temuan-temuan hasil penelitian yang didapatkan dari seluruh tahapan penelitian. Temuan-temuan hasil penelitian ini meliputi (a) temuan hasil penelitian tahap pendahuluan (eksplorasi); (b) temuan tahap pengembangan model; (c) temuan tahap pengujian model; (d) pembahasan; dan (e) sosialisasi model pembelajaran GIMuR untuk SMA. Masing-masing temuan hasil dapat diikuti dalam deskripsi berikut ini

A. Hasil Penelitian Fase Eksplorasi

Hasil penelitian fase eksplorasi ini didapatkan melalui data observasi, wawancara, angket, dan dokumentasi terkait dengan kemampuan generik sains dalam pembelajaran fisika topik kemagnetan pada peserta didik SMA di kabupaten Purworejo.

1. Memilih Produk berdasarkan analisis lapangan

Hasil observasi dan wawancara terhadap pelaksanaan pembelajaran Fisika SMA di kabupaten Purworejo diperoleh gambaran bahwa pembelajaran Fisika dilaksanakan secara konvensional. Media yang biasanya digunakan oleh guru adalah powerpoint dan alat peraga sederhana dalam demonstrasi. Adapun alat evaluasi, kebanyakan guru-guru menggunakan evaluasi dalam bentuk tes tertulis pilihan ganda dan uraian.

Berdasarkan temuan di lapangan diketahui juga bahwa para guru fisika telah memiliki pemahaman tentang model pembelajaran. Namun demikian penguasaan terhadap model-model pembelajaran berbeda-beda antara guru yang satu dengan yang lain. Beberapa model yang sering diterapkan di lapangan seperti inkuiri terbimbing dan *grup investigation*. Ketika ditanya bagaimana kesan peserta didik terhadap model pembelajaran yang bapak/ibu terapkan, mereka

menjawab sangat senang dan bersemangat. Seperti yang diungkapkan ibu Dra. Sri Wuryani dari SMAN 2 Purworejo

“Ketika saya menerapkan model pembelajaran inkuiri dengan eksperimen anak-anak senang sekali, ekspresi keheranan dan rasa ingin tahu muncul ketika saya memberikan contoh kasus yang unik. Dan mereka sangat antusias dengan alat-alat eksperimen meskipun itu sederhana”

Namun ketika ditanya mengenai model pembelajaran multi representasi, rata-rata pemahaman guru masih pada bentuk presentasi yang dilakukan selama mengajar. Seperti yang diungkapkan ibu Ana Rakhimaka, S.Pd dari SMA Muhammadiyah Kutoarjo

“ ... kami sudah menggunakan multi representasi selama pembelajaran. Saya menerangkan fisika kepada peserta didik dengan juga dengan matematika, kadang menggunakan powerpoint dan eksperimen.”

Konsep multi representasi yang diangkat dalam penelitian ini adalah model pembelajaran yang memungkinkan peserta didik untuk mengungkapkan pemahamannya dalam berbagai bentuk representasi, sesuai dengan definisi dan fungsi dari multi representasi dari Ainsworth (1999). Setelah dilakukan melakukan pengamatan di kelas, didapatkan bahwa rata-rata guru lebih banyak mendorong peserta didik untuk mengungkapkan mengungkapkan konsep fisika hanya melalui cara matematis. Peserta didik jarang sekali didorong untuk mengungkapkan konsep melalui gambar, ataupun verbal. Jika pun mengungkapkan konsep melalui verbal kebanyakan peserta didik hanya membacakan konsep dari buku atau mengungkapkan kembali persamaan dalam bahasa matematika bukan maksud penjelasan arti fisika dari persamaan.

Ketika ditanya mengenai apakah ada bapak/ibu telah menerapkan model pembelajaran inovatif dengan menggabungkan dua model, kebanyakan guru menyatakan belum pernah. Sebagian besar guru dalam praktik pembelajarannya menerapkan satu model pembelajaran. Penerapan variasi model pembelajaran inipun tidak dilaksanakan setiap materi pembelajaran, sebab para guru khawatir kalau materinya tidak selesai, hal ini mengingat materi Fisika sangat padat, sedangkan jamnya terbatas. Itulah sebabnya praktik di lapangan untuk

pembelajaran seperti demonstrasi dan eksperimen seolah-olah sebagai selingan. Terkait dengan model pembelajaran adalah metode, untuk metode mengajar sebagian besar guru fisika SMA di kabupaten Purworejo telah menerapkan beberapa metode dalam satu pembelajaran, seperti metode ceramah, diskusi, dan demonstrasi.

Materi kemagnetan adalah materi yang diberikan pada kelas XII SMA. Guru fisika yang biasanya mengajar materi inipun biasanya adalah guru fisika yang senior di sekolah dan telah memiliki pengalaman mengajar yang lama. Berdasarkan hasil wawancara diperoleh gambaran bahwa secara spesifik hambatan yang masih dihadapi guru fisika dalam pembelajaran kemagnetan adalah sebagai berikut.

a. Alokasi waktu

Waktu untuk pelaksanaan pembelajaran kemagnetan sangat sempit karena kelas XII sudah mendekati Ujian Nasional. Sehingga materi kemagnetan yang diberikan hanya menghafal konsep-konsep yang penting saja.

b. Peserta didik terjebak pada konsep matematika.

Untuk memahami konsep kemagnetan seperti medan magnet dan gaya magnet diperlukan pemahaman yang baik mengenai konsep arah vektor yang telah didapatkan pada kelas X. Pada hukum Biot Savart juga memerlukan pemahaman awal mengenai perkalian cross pada vektor dan sudut. Peserta didik yang kesulitan memahami konsep kemagnetan biasanya belum memiliki dasar vektor yang baik sehingga terjebak pada bagaimana cara menyelesaikan permasalahan secara matematis dan belum sampai pada menggali makna fisika dari permasalahan.

c. Alat-alat kemagnetan belum representatif.

Alat kemagnetan yang ada di SMA berupa KIT sepaket dengan KIT Listrik Magnet. Jumlah KIT cukup banyak namun rata-rata dalam kondisi rusak karena jarang sekali digunakan. Namun untuk komponen-komponen praktik kemagnetan seperti kompas, magnet batang, magnet U, serbuk

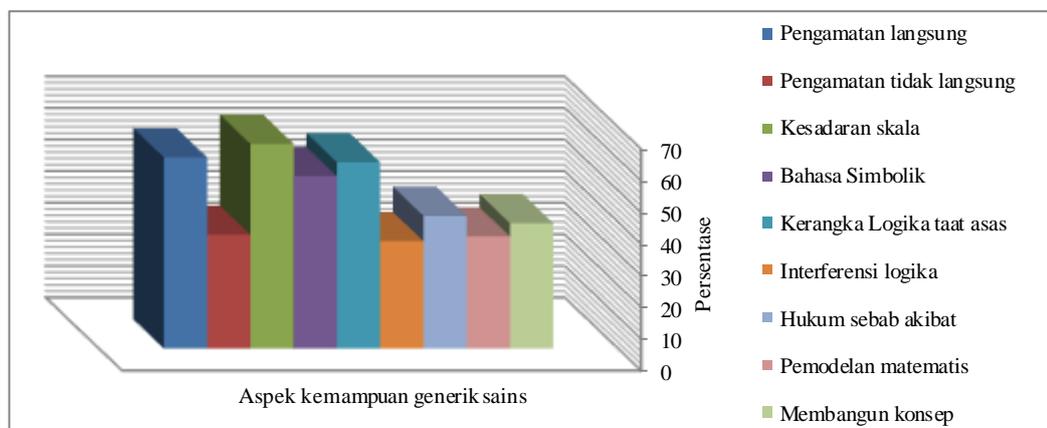
magnet masih dalam kondisi baik. Hanya kondisi Catu daya yang rata-rata sudah dalam keadaan rusak.

d. Guru mengalami kesulitan dalam memahamkan konsep arah medan dan gaya magnet.

Aturan tangan kanan yang sering digunakan dalam mengajarkan medan dan gaya magnet sering sekali membuat peserta didik semakin bingung ketika diterapkan dalam soal. Dalam beberapa buku juga bentuk aturan tangan kananpun berbeda- beda.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kemampuan generik sains peserta didik pada materi kemagnetan fisika SMA. Sehingga pada analisis kebutuhan diperlukan data mengenai kondisi kemampuan generik sains peserta didik di kabupaten Purworejo dan analisis kemampuan generik sains yang dapat dimunculkan pada pembelajaran kemagnetan fisika SMA.

Penelitian pendahuluan mengenai deskripsi kemampuan generik sains peserta didik SMA se-kabupaten Purworejo telah dilakukan pada tahun 2015 dan didapatkan temuan bahwa rerata kemampuan generik sains adalah rendah (Loi, *et.al.*, 2015). Penelitian dilakukan dengan sampel 6 SMA yang berdasarkan letak geografis sekolah yang terdiri dari kota dan desa. Hasil data penelitian berupa presentase kemampuan generik sains peserta didik berdasarkan 9 aspek kemampuan generik sains disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik persentase rata-rata kemampuan generik sains peserta didik se-Kabupaten Purworejo

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat ditunjukkan bahwa persentase aspek kemampuan generik sains yang paling tinggi adalah kesadaran skala (64,8%) dan pengamatan langsung (60,5%) dan kerangka logika taat asas (59%). Aspek berikutnya adalah bahasa simbolik (54,6%) dan hukum sebab akibat (42%). Empat aspek terendah adalah pengamatan tak langsung (39,7%), membangun konsep (36%), inferensi logika (35,5%), dan pemodelan matematis (34%). Data tersebut menunjukkan bahwa persentase aspek kemampuan generik sains masuk pada kategori cukup dan rendah. Bahkan dapat disimpulkan bahwa secara rerata kemampuan generik sains peserta didik SMA di kabupaten Purworejo masih rendah.

Salah satu bentuk tantangan bagi guru fisika adalah mengembangkan kemampuan berpikir dan membangun konsep (Michelini & Cobal, 2001; Liliyasi, 2007; Tawil & Liliyasi, 2014). Pada temuan di lapangan pun terbukti bahwa aspek membangun konsep, inferensi logika dan hukum sebab akibat masih rendah. Untuk itu masih dibutuhkan bentuk pembelajaran yang mampu mengembangkan kemampuan berpikir peserta didik.

2. Kajian teori yang relevan

Tahap berikutnya yang telah dilakukan adalah telaah indikator pada aspek kemampuan generik sains yang dapat dikembangkan dalam pembelajaran kemagnetan Fisika SMA. Materi kemagnetan adalah materi pada kelas XII SMA. Berdasarkan hasil analisis silabus, soal-soal kemagnetan pada Ujian Nasional, dan studi pustaka didapatkan beberapa aspek kemampuan generik sains yang sering muncul dan indikator yang dapat dikembangkan pada materi kemagnetan fisika SMA seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kemampuan generik sains pada materi kemagnetan

Aspek kemampuan generik sains	Indikator
Pengamatan langsung	Mengamati dan mengungkapkan pola, arah medan magnet berdasarkan hasil pengamatan arah penyimpangan jarum kompas
Sebab Akibat	Menjelaskan dan menghubungkan arus listrik dengan pola maupun arah medan magnet Menjelaskan dan menghubungkan gaya magnet pada muatan bergerak
Pemodelan Matematis	Mengungkapkan hasil pengamatan pola, arah medan magnet dan arah gaya magnet ke dalam persamaan matematis Mengubah uraian kata ke bentuk gambar/grafik/persamaan matematis dan sebaliknya
Bahasa Simbolik	Mampu membaca gambar serta tanda-tanda matematis maupun koordinat arah medan magnet dan gaya magnet Memahami makna kuantitatif satuan dari persamaan medan magnet dan gaya magnet
Inferensi Logis	Membuat penjelasan berdasarkan aturan-aturan vektor Memecahkan masalah dengan menggunakan hukum Biot Savart dan hukum Ampere

Sumber: Fatmaryanti, *et.al.*, 2015

Menurut Chalapali, *et. al.* (2013), konsep medan magnet memiliki cara memahami yang berbeda dan keterkaitan yang unik dengan konsep lain. Kemampuan peserta didik dalam membaca tanda-tanda matematis, simbol arah **B**, **v**, **F**, maupun **I** menjadi mutlak diperlukan (Guisasolla, *et. al.*, 1999). Pemahaman bentuk matematis dalam memahami hukum-hukum dalam medan magnet juga menjadi kesulitan tersendiri bagi peserta didik (Albe, *et.al.*, 2001). Kemampuan-kemampuan ini sesuai dengan aspek yang ada pada kemampuan generik sains. Sehingga pada materi kemagnetan dapat dikembangkan indikator-indikator yang khas dari aspek kemampuan generik sains yang telah ada.

3. Menentukan spesifikasi Produk

Berdasarkan observasi di lapangan, hasil angket dan hasil wawancara dengan guru-guru Fisika kelas XII Kabupaten Purworejo diketahui bahwa model pembelajaran yang tepat sesuai karakteristik materi kemagnetan dan kemampuan generik sains belum ada sehingga guru-guru membutuhkan adanya model baru yang dapat membantu dalam pembelajaran kemagnetan Fisika dan mengimplemantasikan kemampuan generik sains.

Penentuan spesifikasi produk telah dilakukan melalui diskusi dengan rekan sejawat maupun dosen Program studi S3 Pendidikan IPA selama proses perkuliahan. Setelah itu dilanjutkan dengan *Focus Group Discussion* (FGD) pada tanggal 1 Oktober 2016, dengan para guru Fisika SMA kelas XII kabupaten Purworejo yang dilibatkan dalam penyusunan model berjumlah 6 orang guru, dosen program studi pendidikan Fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo berjumlah 3 orang yang mengampu memiliki keahlian dalam bidang fisika kemagnetan dan laboratorium fisika pendidikan, serta dosen ahli dari UNS 1 orang. Tujuan utama FGD adalah menyamakan persepsi mengenai model pembelajaran GIMuR sebagai upaya meningkatkan kemampuan generik sains pada materi kemagnetan Fisika SMA. Model pembelajaran GIMuR adalah pembelajaran inkuiri yang merupakan gabungan dari model pembelajaran *quided inquiry* dengan multi representasi serta kemampuan generik sains pada materi kemagnetan Fisika.

Guru-guru yang berpartisipasi dalam pengembangan model ada 6 orang, yakni Drs. Arif Arvianta, A.,M. Pd. dan Tinarni, S.Pd. (Guru Fisika SMA N 4 Purworejo), Dra. Sri Wuryani dan Restu Indrajati, S.Pd (Guru Fisika SMA N 2 Purworejo), Ana Rakhimakha, S.Pd. dan Anni Prastiwi, S.Pd (Guru Fisika SMA Muhammadiyah Kutoarjo, Purworejo). Dosen Fisika Universitas Muhammadiyah Purworejo yang terlibat adalah Drs. H. Ashari, M.Sc, Umi Pratiwi, S.Si, M.Pd, M.Si, dan Yusro Al Hakim, M.Si. Sedangkan Dosen ahli dari UNS adalah Dr. Sarwanto, M.Si.

Pada penelitian ini, SMAN 4 Purworejo merupakan wakil sekolah dengan kategori sedang yang memiliki jumlah kelas XII IPA sebanyak 4 kelas. Sehingga

pada tahap awal pengembangan atau uji coba terbatas dan uji luas dilaksanakan di SMAN 4 Purworejo. Beberapa catatan lain hasil dari FGD adalah sebagai berikut.

- a. Lembar kerja peserta didik jangan langsung mengarah ke matematis, namun diberikan pendahuluan bagaimana memperoleh persamaan matematis tersebut. Hal ini dikarenakan ada beberapa konsep matematika yang diakui kurang dikuasai oleh peserta didik, seperti perkalian vektor dan sudut antara vektor.
- b. Pada kegiatan praktikum, urutan langkah kerja diharapkan lebih jelas, tidak hanya menampilkan gambar alat praktikum
- c. Bentuk kalimat perintah ketika menjelaskan dalam multi representasi agar lebih diperjelas. Kesulitan peserta didik dalam memahami konsep kemagnetan biasanya terjadi pada saat mengimajinasikan arah medan dan gaya magnet dan mengungkapkan kembali dalam gambar maupun pada simbol vektor.

B. Hasil Fase Pengembangan Model

1. Menyusun prototype produk berdasarkan spesifikasi

Draf awal model pembelajaran GIMuR merupakan hasil FGD seperti pada penjelasan subbab sebelumnya. Penjelasan detail mengenai pelaksanaan model pembelajaran GIMuR disajikan secara eksplisit dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Model GIMuR ini memiliki lima fase, masing-masing fase sama pentingnya. Jadi, tidak boleh ada fase yang dihilangkan, karena saling terkait satu dengan yang lainnya dan berurutan. Kelima fase tersebut adalah (1) organisasi dan orientasi, (2) *sequence* dan hipotesis, (3) investigasi, (4) representasi, dan (5) evaluasi – refleksi. Kebaruan model GIMuR ini dalam meningkatkan kemampuan generik sains terletak pada fase *sequence*-hipotesis dan fase representasi. Fase ini dirancang khusus agar peserta didik mempersiapkan hipotesis secara mendalam untuk menuju fase berikutnya yaitu investigasi dan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk dapat memberikan penjelasan atas hasil investigasinya dalam berbagai representasi.

Untuk mengoptimalkan dampak instruksional penerapan GIMuR yaitu meningkatkan kemampuan generik sains maupun dampak pengiringnya yaitu meningkatkan sikap ilmiah peserta didik, maka akan diuraikan mengenai pelaksanaan model berkaitan dengan cara guru dalam mengelola pembelajaran yang meliputi: (a) perencanaan pembelajaran, (b) tugas-tugas interaktif, (c) lingkungan belajar dan pengelolaan tugas, dan (d) evaluasi. Keseluruhan tugas-tugas pengelolaan pembelajaran ini harus mengacu pada sintak model.

a. Tugas-tugas perencanaan

Perencanaan pembelajaran yang dilakukan antara lain: (1) merumuskan tujuan, (2) memilih materi, (3) melakukan analisis tugas, (4) merencanakan alokasi waktu.

1) Merumuskan Tujuan

Penetapan tujuan pembelajaran merupakan bagian terpenting dalam setiap pelaksanaan pembelajaran, termasuk pada model pembelajaran GIMuR. Tujuan pembelajaran di dalam Kurikulum 2013 tercermin dalam kompetensi inti, kompetensi dasar, dan indikator. Kompetensi inti mencakup tujuan pembelajaran Fisika, termasuk di dalamnya tentang kemagnetan, kompetensi dasar mencakup tujuan yang hendak dicapai melalui sebuah topik (pokok bahasan), sedangkan indikator mencakup tujuan yang hendak dicapai dalam setiap pertemuan.

Tujuan-tujuan pembelajaran tersebut secara eksplisit termuat pada RPP yang dibuat oleh guru sebagai pedoman umum dalam melaksanakan pembelajaran di kelas. Tujuan pembelajaran yang baik perlu berorientasi secara khusus pada peserta didik, berisi uraian mengenai situasi penilaian (terukur) dan tingkat ketercapaian kinerja yang diharapkan (kriteria keberhasilan).

2) Memilih Materi Pelajaran

Secara umum pemilihan materi pelajaran harus mengacu pada kompetensi dasar dan indikator yang telah ditetapkan. Guru dapat

menyeleksi bagian-bagian mana saja dalam suatu topik yang perlu disajikan secara langsung dan bagian-bagian mana saja yang bisa dipelajari oleh peserta didik secara mandiri pada buku peserta didik. Guru harus mengidentifikasi dan memilih pokok bahasan yang sesuai dengan model pembelajaran GIMuR. Urutan pembahasan materi harus tersusun secara logis sehingga peserta didik dengan mudah melihat hubungan antara fenomena yang ada dengan konsep-konsep kunci yang menjadi isi pokok bahasan tersebut. Model pembelajaran GIMuR disampaikan melalui penyelidikan eksperimen. Jadi pemilihan materi harus yang berkaitan dengan fenomena dalam kehidupan sehari-hari atau menghubungkan dengan suatu fenomena untuk kemudian diselidiki oleh peserta didik sehingga mendapatkan konsep.

3) Melakukan Analisis Tugas

Mempelajari keterampilan yang kompleks tidak dapat dilakukan dalam waktu yang singkat. Untuk itulah perlu dilakukan analisis tugas yang baik. Tujuannya adalah agar dapat mengembangkan pemahaman dengan mudah dan pada akhirnya terjadi peningkatan kemampuan generik sains harus dibagi menjadi bagian-bagian yang berurutan secara logis dan tahap demi tahap.

b. Tugas Interaktif

Tugas-tugas interaktif dalam penerapan model pembelajaran GIMuR ini untuk meningkatkan kemampuan generik sains adalah mengacu pada fase-fase dalam sintaksnya sebagai berikut.

1) Organisasi dan Orientasi

Guru melakukan organisasi dengan mengelompokkan peserta didik secara heterogen dengan anggota 4-6 orang dan menginformasikan tujuan pembelajaran. Pada fase ini didesain agar timbul rasa keingintahuan peserta didik dan menggali minat peserta didik terhadap bahan-bahan yang akan dipelajari. Salah satu cara merangsang minat dan rasa keingintahuan peserta didik adalah melalui perilaku guru, yaitu

mengaitkan pengalaman lama dan yang akan dipelajari, menginformasikan tujuan pelajaran dan mendeskripsikan keperluan-keperluan belajar untuk membangun representasi peserta didik; dan memberikan motivasi peserta didik agar ikut terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Guru memberikan fenomena unik dari kejadian sehari-hari (autentik) untuk dipelajari dan diselidiki. Peserta didik berpikir dan berusaha mencari jawaban dari permasalahan yang diberikan guru.

2) *Sequence* dan Hipotesis

Fase ini didesain untuk memberi bantuan dan dorongan kepada peserta didik dalam mengumpulkan informasi yang tepat, mencari penjelasan dan solusi untuk membangun kemampuan generik sains. Guru memberikan modul pembelajaran serta informasi tentang penyusunan hipotesis. Pada fase *sequence* sejumlah representasi fenomena fisis dapat disajikan atau dikreasi secara sekuensi atau berurutan sesuai dengan karakteristik atau ide utama yang menjadi pusat perhatian dan konsepsi awal peserta didik. Sesuai dengan konsep konstruktivis sosial yaitu *Zone of Proximal Development (ZPD)* dan *scaffolding*, tujuan *sequence* adalah membantu peserta didik dalam merumuskan hipotesis sehingga peserta didik diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan secara mandiri dengan bertahap.

3) Investigasi

Peserta didik dalam kelompok kecil melakukan pengorganisasian tugas-tugas pembelajaran yang berhubungan dengan pembuktian hipotesis yang telah dibuat. Setelah itu peserta didik mengumpulkan informasi yang tepat untuk pelaksanaan pembelajaran, berusaha mencari penjelasan dan solusi melalui percobaan untuk mendapatkan data.

4) Representasi

Fase representasi ini bertujuan untuk melatih peserta didik menyampaikan idenya/jawaban yang telah disusun melalui berbagai macam cara (multi representasi). Pada sesi diskusi peserta didik juga dilatih untuk merespon pertanyaan, dan melakukan *sharing* pandangan.

Dengan bimbingan guru, peserta didik menyampaikan materi yang sudah disusun pada sesi membangun argumentasi. Peserta didik belajar menggunakan berbagai kriteria sains seperti kesesuaian bukti atau konsistensi dengan teori, hukum atau penjelasan alternatif.

Pada fase ini peserta didik melakukan interaksi sosial tatap muka antar peserta didik dengan melakukan *sharing* pandangan atau ide alternatif. Tujuannya adalah agar peserta didik dapat melihat gagasan-gagasan dengan cara yang berbeda.

5) Evaluasi – Refleksi

Tujuan dari fase ini bertujuan memberikan kesempatan kepada peserta menyampaikan umpan balik (*feedback*) terhadap seluruh proses pembelajaran. Peserta didik berusaha menganalisis, mengevaluasi, dan menyimpulkan pengetahuan yang didapat pada sesi sebelumnya melalui bimbingan guru. Pada akhir sesi ini guru memberikan *feedback* dengan cara memberi koreksi dan penguatan terhadap hasil penyelidikan dan menyimpulkan hipotesis sehingga peserta didik akan mencapai batas atas dari *Zone of Proximal Development* (ZPD).

c. Lingkungan Belajar dan Pengelolaan Kelas

Keberhasilan penggunaan model pembelajaran GIMuR ini juga ditentukan oleh penyiapan lingkungan dan media pembelajaran yang baik untuk mendukung setiap aktivitas guru dan peserta didik dalam setiap tahap dalam sintaks.

Guru memegang kendali pengelolaan kelas untuk menjamin terciptanya lingkungan dan suasana pembelajaran yang kondusif, seperti membentuk kelompok, mengatur bagaimana peserta didik berkomunikasi, mengatur waktu presentasi, mengatur keterlibatan peserta didik secara aktif dan untuk menangani perilaku menyimpang peserta didik. Model pembelajaran ini memiliki kaidah-kaidah sebagai berikut.

1) Membentuk Kelompok

Guru membentuk kelompok yang terdiri atas 4-5 peserta didik dalam satu kelompok. Pembentukan kelompok bisa dilakukan diawal tatap muka pertama, sehingga peserta didik sudah memiliki kelompok tetap selama melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan model ini. Hal ini untuk menyiasati waktu pada pertemuan berikutnya.

2) Mengatur Peserta didik Berbicara

Pengaturan peserta didik dalam berbicara diperlukan oleh guru untuk menangani dan mencegah terjadinya masalah peserta didik yang suka berbicara di luar konteks pembelajaran. Selain itu, agar seluruh peserta didik memiliki kesempatan yang sama untuk berpendapat, menyampaikan saran, atau pertanyaan, sehingga tidak terjadi dominasi bagi peserta didik yang pandai. Tugas guru menjadi pengarah/pembimbing.

3) Mengatur Partisipasi

Guru sebagai motivator/fasilitator bertugas mengaktifkan partisipasi peserta didik. Untuk peserta didik yang pasif perlu dilakukan, misalnya dengan cara menerapkan “zona kegiatan”. Zona kegiatan adalah daerah tertentu di dalam kelas dimana peserta didik lebih aktif. Dalam zona kegiatan guru dapat melakukan kontak mata lebih baik. Guru diharuskan memberikan perhatian dan pengawasan yang merata untuk setiap peserta didik pada saat investigasi dan presentasi dilaksanakan.

4) Menangani Penyimpangan Tingkah Laku

Jika model pembelajaran ini diterapkan pada kelas dengan jumlah peserta didik yang banyak, maka ada kemungkinan ditemukan peserta didik yang melakukan tingkah laku yang menyimpang. Untuk menangani hal tersebut guru disarankan untuk memberikan perhatian langsung pada penyimpangan tingkah laku tersebut misalnya dengan menegur dan mendatangi peserta didik.

d. Evaluasi

Evaluasi dalam model pembelajaran GIMuR ini meliputi 1) kemampuan generik sains yang terdiri dari tes kognitif dan penilaian kinerja; 2) Sikap ilmiah. Penilaian kompetensi sikap diukur dengan menggunakan lembar observasi ketika proses pembelajaran berlangsung. Kemampuan generik sains peserta didik dilakukan dengan dua cara. Kemampuan generik sains muncul saat proses pembelajaran maupun pada saat setelah pembelajaran. Kemampuan generik sains ketika proses pembelajaran berlangsung diukur dengan menggunakan lembar penilaian kinerja sedangkan kemampuan generik sains setelah dilaksanakan pembelajaran diukur menggunakan tes kemampuan generik sains.

2. Validasi Ahli

Sebelum dilakukan uji coba model, terlebih dahulu dilakukan Uji Validasi model pembelajaran GIMuR yang akan diimplementasikan dalam pembelajaran. Validator terdiri atas pakar pengembangan Model pembelajaran IPA yaitu Prof. Dr. Mundilarto, M.Pd (Dosen Pendidikan IPA FMIPA UNY) dan Prof. Dr. rer. nat. Sajidan, M.Si (Dosen Pendidikan IPA UNS); pakar perangkat pembelajaran IPA yaitu Prof. Dr. Ani Rusilowati (Dosen Pendidikan Fisika UNNES), pakar materi kemagnetan Fisika yaitu Dr. Budi Purnomo, M.Si (Dosen Fisika FMIPA UNS) dan praktisi dari guru Fisika SMA kabupaten Purworejo yang memiliki pengalaman dalam mengajar fisika SMA lebih dari 15 tahun yaitu Drs. Arif Arvianta, A., M.Pd dan Dra. Sri Wuryanti.

Penilaian dilakukan dengan menggunakan lembar instrumen validasi (Lampiran 1 dan 3) dengan memberi skor, keputusan dan komentar. Proses penilaian ahli dilakukan dengan diskusi secara mendalam untuk membahas draf buku model yang dilengkapi dengan perangkat pembelajaran berupa RPP, modul pembelajaran, Tes, lembar observasi, wawancara, dan angket. Proses diskusi dan validasi dilakukan selama 2 bulan antara bulan Oktober sampai bulan November 2016. Perbaikan berdasarkan komentar dan masukan ahli dan selanjutnya diserahkan lagi ke validator sampai mendapatkan persetujuan bahwa model ini layak untuk diujicobakan di kelas.

a. Validasi Model Pembelajaran

Proses validasi model pembelajaran GIMuR telah dilakukan oleh 2 ahli model pembelajaran. Instrumen lembar validasi isi dan konstruk model pembelajaran mempunyai rata-rata reliabilitas masing-masing 75%. Analisis data hasil validasi isi dan konstruk model yang dikembangkan lebih lengkapnya seperti yang disajikan pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 serta Lampiran 2 dan Lampiran 3.

Tabel 4.2 Hasil validasi isi model GIMuR

No.	Aspek yang Dinilai	Rerata Skor Penilaian		Rerata	Kategori
		V1	V2		
1	Kebutuhan Pengembangan Model	3,67	3,67	3,67	Sangat Valid
2	Pengetahuan Mutakhir	3	3,67	3,67	Sangat Valid
3	Mendorong Penelitian lebih lanjut	4	4	4	Sangat Valid
	Rerata	3,56	3,78	3,67	Sangat Valid
	Reliabilitas (%)				75%
Kesimpulan: Validitas model GIMUR adalah baik ditinjau dari segi validitas isi, sehingga model pembelajaran layak untuk digunakan					
Keterangan V1: Validator 1 V2: Validator 2					
3,25 < P ≤ 4,00 sangat valid; 2,75 < P ≤ 3,25 valid;					
1,75 < P ≤ 2,75 tidak valid; 1,00 < P ≤ 1,75 sangat tidak valid					

Tabel 4.3 Hasil validitas konstruk model GIMuR

No.	Aspek yang Dinilai	Rerata Skor Penilaian		Rerata	Kategori
		V1	V2		
1	Rasional Model GIMuR	3,5	3,5	3,5	Sangat valid
2	Dukungan Teoritik dan Empirik Model GIMuR	3,5	4	3,75	Sangat valid
3	Sintaks GIMuR	3,4	3,7	3,55	Sangat valid
4	Sistem Sosial	3,25	3,25	3,25	Valid
5	Prinsip Reaksi	3,67	4	3,8	Sangat valid
6	Lingkungan Belajar dan Pengelolaan Kelas	4	4	4	Sangat valid
7	Pelaksanaan Evaluasi	3	4	3,5	Sangat valid
	Rerata	3,47	3,78	3,62	Sangat valid
	Reliabilitas (%)				75%
Kesimpulan: Validitas model GIMuR adalah baik ditinjau dari segi validitas konstruk, sehingga model pembelajaran layak untuk digunakan					
Keterangan: V1: Validator 1 V2: Validator 2					
3,25 < P ≤ 4,00 sangat valid; 2,75 < P ≤ 3,25 valid;					
1,75 < P ≤ 2,75 tidak valid; 1,00 < P ≤ 1,75 sangat tidak valid					

Hasil pengembangan dan telaah terhadap validitas isi dan konstruk model yang dikembangkan, divalidasi oleh 2 (dua) validator ahli dengan dengan hasil rata-rata validasi model pembelajaran adalah 3,62 untuk validitas isi dan 3,62 untuk validitas konstruk dengan kategori sangat valid (Ratumanan dan Laurens, 2006). Hasil tersebut menunjukkan bahwa model pembelajaran yang dikembangkan telah layak secara isi dan konstruk sehingga layak untuk digunakan oleh guru dalam melaksanakan pembelajaran setelah revisi sesuai saran dan validator. Untuk draf Model Pembelajaran GIMuR, catatan dan saran-saran yang didapatkan adalah sebagai berikut.

- 1) Multi representasi pada sintak model perlu dikuatkan kembali
- 2) Dampak instruksional perlu disusun kembali untuk lebih menggambarkan struktur isi model pembelajaran GIMuR
- 3) Model pembelajaran sudah sesuai dengan kaidah model pembelajaran, namun perlu diperhatikan ketika implementasi model terhadap kebutuhan waktu.
- 4) Melihat sintak model sudah sesuai dengan kurikulum 2013.
- 5) Model ini sudah layak digunakan dalam pembelajaran Fisika kemagnetan di SMA

b. Validasi Perangkat Pembelajaran

Secara umum kesimpulan yang diberikan validator adalah perangkat pembelajaran berkategori baik dan dapat digunakan dengan beberapa perbaikan. Hasil validasi perangkat pembelajaran dapat dilihat pada lampiran 1. Beberapa catatan dan saran yang dikemukakan pada saat proses validasi adalah sebagai berikut.

- 1) Pada RPP langkah pembelajaran pada fase-1 belum tampak pembagian kelompoknya, fase hipotesis perlu secara eksplisit

disampaikan hipotesis, tidak hanya berupa daftar pertanyaan, dan teknik *scaffolding* pada fase 3 belum tampak di RPP

- 2) Penilaian hasil belajar perlu dicantumkan pada RPP
- 3) Pada penilaian sikap ilmiah dan kinerja harap dilengkapi dengan kisi-kisi dan penggunaan istilah yg konsisten antara indikator dan aspek
- 4) Pada tes kemampuan generik sains soal-soal setiap aspek kemampuan generik perlu ditambahkan

c. Validasi Materi Kemagnetan

Validasi materi fisika kemagnetan dilakukan dengan memberikan penilaian ranah materi pada lembar kerja peserta didik, tes kemampuan generik sains peserta didik dan penilaian kinerja peserta didik. Secara umum validator memberikan kesimpulan bahwa konsep materi kemagnetan kategori baik dan dapat digunakan dengan perbaikan. Hasil validasi materi kemagnetan dapat dilihat pada lampiran 1. Beberapa catatan dan saran yang dikemukakan pada saat proses validasi adalah sebagai berikut.

- 1) Topik gaya magnet perlu menjadi perhatian khusus dibandingkan dengan medan magnet
- 2) Perlu memperhatikan konsistensi definisi gaya magnet sebagai respon pembawa muatan dengan medan magnet dengan gambar yang dijadikan ilustrasi pada lembar kerja peserta didik

Saran-saran yang didapatkan pada proses validasi dari ahli digunakan sebagai perbaikan-perbaikan. Tahap berikutnya adalah perbaikan tersebut dikonsultasikan kembali dengan validator sampai mendapatkan prototype model pembelajaran GIMuR dan perangkat pembelajarannya yang siap untuk diujicobakan ke lapangan.

3. Validasi Instrumen Tes

Instrumen tes kemampuan generik sains berbentuk pilihan ganda terdiri atas 68 soal. Uji coba dilaksanakan untuk mengetahui kualitas tes yakni validitas butir

tes, reliabilitas tes, tingkat kesukaran dan daya pembeda butir tes. Perhitungan selengkapnya terdapat pada lampiran 4.

Uji validitas instrumen tes menggunakan rumus korelasi *product moment pearson*. Hasil uji didapatkan bahwa ada 6 soal tes yang tidak valid dan 62 soal tes kemampuan generik sains valid dengan rata-rata koefisien validitas sedang dan tinggi, sehingga disimpulkan bahwa setiap item soal yang valid dapat digunakan untuk mengukur kemampuan generik sains peserta didik. Uji reabilitas instrumen tes menggunakan rumus Kuder Richardson-21 (KR-21) dan diperoleh koefisien reliabilitas tes sebesar 0,749. Dari analisis hasil statistik maka dapat disimpulkan bahwa tes kemampuan generik sains ini adalah reliabel. Hasil perhitungan lengkap disajikan pada lampiran.

Uji tingkat kesukaran dan daya beda menggunakan ITEMEN. Dari analisis didapatkan bahwa untuk tingkat kesukaran diperoleh 20% soal berkategori sukar dan 80% berkategori sedang. Daya pembeda soal rata-rata dalam kategori cukup yang ditunjukkan oleh nilai indeks diskriminasi. Hasil perhitungan lengkap disajikan pada lampiran 5.

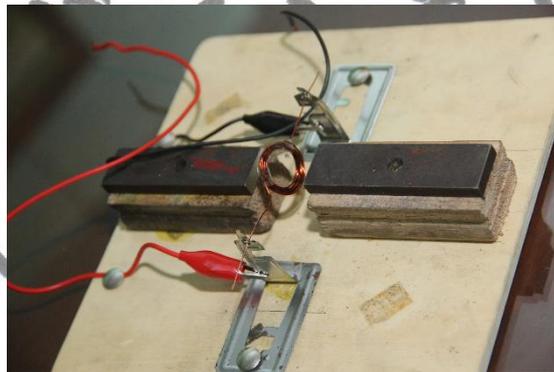
4. Materi Kemagnetan dengan Model Pembelajaran GIMuR

Model pembelajaran GIMuR menekankan pada pentingnya peserta didik memahami konsep kemagnetan dari proses inkuiri dan multi representasi. Beberapa percobaan sederhana pada proses pembelajaran di jelaskan sebagai berikut. Pada materi ini peserta dihadapkan terlebih dahulu dengan kasus yang ada di lingkungan sekitar untuk memberikan orientasi awal.



Gambar 4.2 Grafik Alat berat pemindah peti kemas di pelabuhan
(Sumber: merdeka.com)

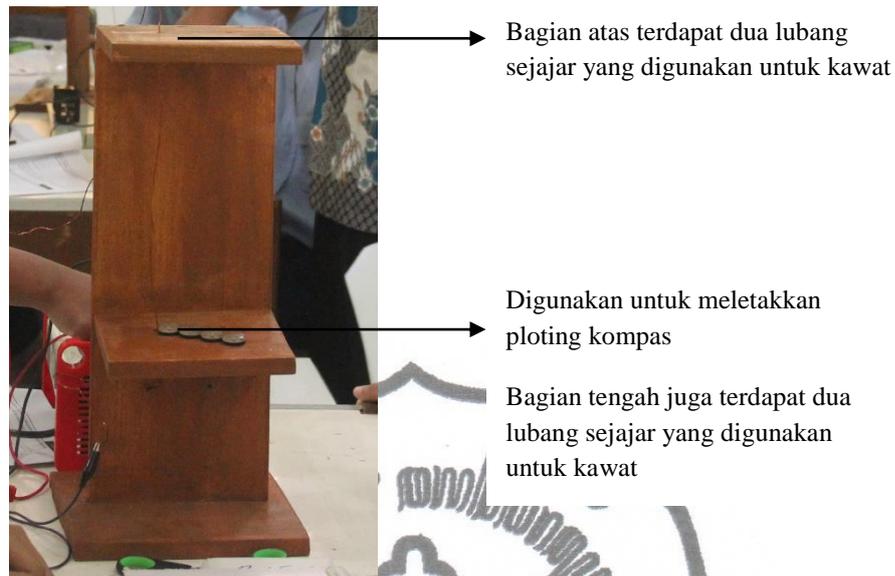
Peserta didik diajak untuk berpikir tentang cara kerja alat berat tersebut dan memberikan hipotesis awal tentang konsep hubungan medan magnet dengan arus listrik. Selain menggunakan kasus/fenomena yang ada di lingkungan sekitar, pada tahap orientasi guru juga dapat menggunakan alat peraga unik dan menarik. Tujuannya adalah dapat memfokuskan dan merangsang peserta didik untuk berpikir. Seperti alat peraga yang prinsip kerjanya menggunakan konsep gaya magnet seperti pada Gambar 4.3. Alat peraga ini memiliki keunikan karena dibuat dari bahan-bahan bekas seperti kayu, magnet speaker bekas, stand obat nyamuk.



Gambar 4.3 Gambar Alat peraga gaya magnet

Keunggulan model GIMuR adalah adanya *sequence* pada tahap hipotesis. Pemberian *sequence* dilakukan dengan memberikan beberapa *keywords* kepada peserta didik. Sebagai contoh pada penyelidikan tentang medan magnet di sekitar kawat lurus berarus diberikan *keywords* arus listrik, medan magnet dan arah jarum kompas. *Keywords* berfungsi untuk membantu peserta didik menyusun hipotesis.

Pada step investigasi peserta didik merangkai sendiri alat-alat yang telah disediakan oleh guru. Peneliti mengembangkan sebuah alat bantu yang berupa statif dari kayu yang berfungsi untuk mempermudah proses membentangkan kawat dan mengaliri arus seperti disajikan Gambar 4.4.



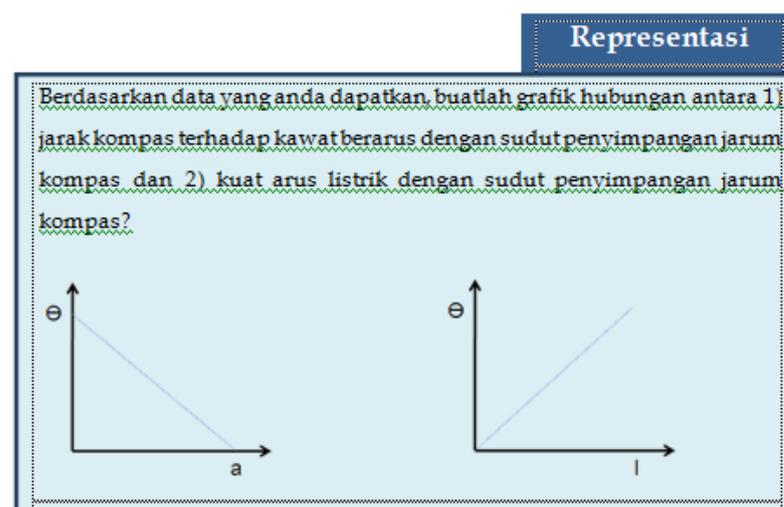
Gambar 4.4 Statif yang digunakan dalam percobaan medan magnet dan gaya magnet.

Kesulitan utama peserta didik dalam memahami konsep kemagnetan adalah pada penentuan arah gaya magnet. Pada modul telah diberikan pendahuluan bahwa pemahaman harus didahului dengan konsep perkalian silang vektor. Namun pada studi pendahuluan yang telah dilakukan rata-rata peserta didik tetap mengalami kesulitan untuk membayangkan arah vektor. Karena itulah berbagai bentuk pengandaian untuk lebih mengkonkritkan arah dilakukan. Aturan tangan yang kemudian direalkan dengan aturan putaran sekrup masih tetap membutuhkan wujud benda atau kasus lain yang dekat dan pernah dialami oleh peserta didik. Pada Gambar 4.5 alat untuk menambal ban dan alat penjahit untuk membuat kancing bungkus menjadi alat peraga yang mudah untuk menjelaskan arah hasil kali vektor.

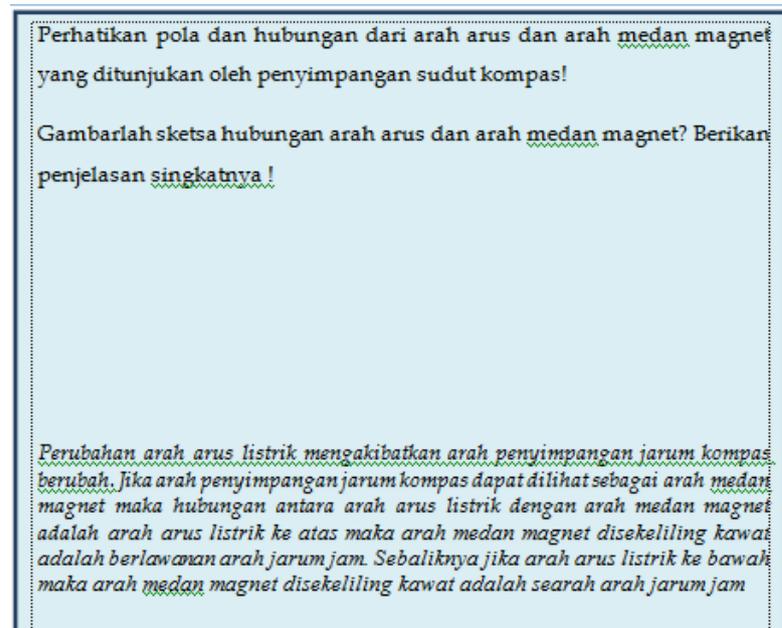


Gambar 4.5 Penggunaan analogi arah putaran vektor alat tambal ban dan pembuat kancing bungkus

Keunggulan lain dari model GIMuR dalam materi kemagnetan adalah penggunaan berbagai macam representasi dalam menyampaikan hasil penyelidikan. Kesulitan peserta didik dalam konsep kemagnetan selain memahami arah vektor adalah persamaan matematis. Untuk membantu kesulitan tersebut maka model pembelajaran ini peserta didik diarahkan untuk merepresentasikan hasil investigasi dengan bentuk lain yaitu grafik, gambar dan verbal seperti yang disajikan pada Gambar 4.6 dan 4.7.



Gambar 4.6 Representasi grafik pada konsep medan magnet di sekitar kawat lurus berarus



Gambar 4.7 Representasi gambar dan verbal pada konsep medan magnet disekitar kawat lurus berarus

5. Uji Coba 1 Prototipe model

Tujuan uji coba 1 ini adalah untuk mengetahui keterlaksanaan langkah-langkah (sintak) model pembelajaran GIMuR. Uji coba ini dilaksanakan pada satu kelas di SMA Negeri 4 Purworejo sebagai wakil dari sekolah berkategori sedang. Pelaksanaan uji coba berlangsung sampai dua siklus pada bulan November 2016. Setelah proses pembelajaran dapat berjalan sesuai dengan model yang dikembangkan, maka kemudian dilakukan evaluasi untuk mengukur keberhasilan pembelajaran. Evaluasi yang dilakukan menggunakan tes (soal objektif) dan non tes (observasi sikap dan penilaian lembar kerja).

a. Hasil Uji coba 1 siklus 1

1) Perencanaan Pembelajaran

Pelaksanaan uji coba terbatas menggunakan perangkat pembelajaran RPP-1. Sebelum pelaksanaan uji coba, guru telah mendapatkan RPP terlebih dahulu dipelajari dan dipahami langkah-langkah pelaksanaannya.

2) Hasil Observasi dan Rekomendasi

Hasil observasi terhadap pelaksanaan pembelajaran menjadi bahan diskusi dan refleksi bersama guru dan kolaborator. Berdasarkan diskusi dan refleksi tersebut maka dihasilkan evaluasi dan rekomendasi sebagai berikut.

- a) Pada tahap pendahuluan di siklus 1 ini, kegiatan guru mulai dari memberikan salam mengabsen kehadiran peserta didik dan berdoa telah dilaksanakan. Kegiatan guru selanjutnya adalah membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik dengan memberikan demonstrasi mengenai magnet. Namun guru belum mampu untuk membangkitkan motivasi peserta didik untuk mengamati dan bertanya sesuai dengan gambar yang diperlihatkan pada peserta didik tentang alat pengangkut sampah logam. Guru belum memberikan kesempatan pada peserta didik untuk berpikir tentang prinsip kerja alat tersebut. Perhatian peserta didik belum terpusat pada penayangan gambar dan belum memperhatikan penjelasan guru.
- b) Untuk pelaksanaan penyelidikan dalam membuktikan hipotesis belum maksimal. peserta didik belum memperhatikan penayangan fenomena medan magnet dan belum berani mengajukan pertanyaan. Peserta didik belum mampu mendefinisikan variabel respon, variabel manipulasi dan variabel kontrol. Peserta didik juga belum mampu menyusun rumusan masalah dan hipotesis serta belum mampu menggunakan alat sesuai dengan prosedur yang tepat.
- c) Pada fase *sequence* guru belum mampu menyajikan representasi yang sesuai dengan karakteristik kemagnetan yang abstrak. Guru masih terjebak pada representasi matematis dalam mengarahkan peserta didik menyusun hipotesis.
- d) Pelaksanaan proses diskusi kelas belum dapat maksimal. Hal ini disebabkan pengaturan waktu yang belum tertata untuk masing-

masing kelompok. Guru belum bisa mengarahkan jalannya diskusi, komunikasi masih satu arah, sehingga peserta didik belum bisa menyampaikan gagasannya dengan baik.

e) Untuk merepresentasikan hasil dalam berbagai bentuk representasi juga masih mengalami kesulitan. Kebiasaan peserta didik merepresentasikan dalam bentuk matematis menyebabkan guru kesulitan mengarahkan peserta didik untuk menyatakan dalam bentuk verbal maupun gambar

f) Peserta didik belum mampu membuat kesimpulan dari pembelajaran, sementara guru belum mampu memberikan refleksi secara baik. Waktu yang dibutuhkan cukup lama (75 menit) terutama pada fase kedua dan ketiga

g) Tes untuk mengukur kemampuan generik sains belum dapat dilakukan. Hal ini dikarenakan untuk 1 kali pertemuan guru bisa menyelesaikan materi pembelajaran. Oleh sebab itu pada penilaian aspek kognitif kemampuan generik sains dilaksanakan di hari lain.

b. Hasil Uji coba 1 siklus 2

1) Perencanaan Pembelajaran

Pelaksanaan uji coba terbatas siklus 2 menggunakan perangkat pembelajaran RPP-2. Sebelum pelaksanaan uji coba, guru telah mendapatkan RPP-2 terlebih dahulu dipelajari dan dipahami langkah-langkah pelaksanaannya.

2) Hasil Observasi dan Rekomendasi

Pada pertemuan kedua dengan topik medan magnet pada kawat melingkar dengan model GIMuR sudah mulai berjalan dengan lancar. Pada fase pertama, orientasi dan organisasi, peserta didik sudah mulai berani mengemukakan pendapat, meskipun masih agak malu. Guru selalu memotivasi peserta didik untuk mengemukakan pendapat atau gagasannya. Pada fase kedua, *sequence* dan hipotesis, peserta didik sudah

mulai bisa mendefinisikan variabel terikat dan variabel kontrol. Peserta didik juga mulai bisa menyusun rumusan masalah dan hipotesis, namun masih perlu bimbingan guru. Pada fase ketiga, investigasi, peserta didik mulai lancar melakukan percobaan, tidak takut lagi untuk mencoba-coba alat. Pada fase keempat, Representasi, peserta didik mulai bisa menganalisis data untuk keperluan mengungkapkan hasil analisis dalam berbagai bentuk representasi. Namun pada bentuk representasi verbal peserta didik masih bingung untuk mengungkapkan maksud fisika dari persamaan. Dan guru masih kurang memberikan arahan untuk membantu peserta didik dalam representasi verbal. Pada fase ini guru masih memberikan bantuan kepada kelompok, dan namun tidak langsung menjawab pertanyaan peserta didik, guru menyuruh agar peserta didik yang bertanya menanyakan dulu kepada anggota kelompoknya sendiri. Peserta didik sudah mulai berani menanggapi presentasi yang dilakukan oleh kelompok lain. Pada fase kelima, evaluasi-refleksi, guru mulai mampu memberikan refleksi secara baik. Peserta didik mulai mampu membuat kesimpulan.

Hasil pengamatan observer pada pertemuan kedua menunjukkan hasil pelaksanaan yang lebih baik dibandingkan dengan pertemuan pertama. Pada saat peserta didik mengerjakan modul pembelajaran terjadi diskusi dan komunikasi yang baik antara peserta didik dengan peserta didik maupun peserta didik dengan guru. Waktu yang dibutuhkan untuk fase kedua dan ketiga 50 menit. Keterlaksanaan pembelajaran dengan model pembelajaran GIMuR pada uji coba terbatas disajikan pada Tabel 4.4 dan Lampiran 6.

Tabel 4.4 Rerata Skor Keterlaksanaan Uji Coba 1

No	Komponen	Aktivitas Guru		Aktivitas Peserta didik	
		1	2	1	2
1	Organisasi dan Orientasi	3,00	3,38	3,00	3,38
2	Sequence dan Hipotesis	2,65	3,25	2,62	3,25
3	Investigasi	3,12	3,62	2,00	3,25
4	Representasi	2,00	3,25	2,00	3,25
5	Evaluasi dan Refleksi	3,17	3,67	3,17	3,67

Keterangan : $3,25 < P \leq 4,00$ sangat baik; $2,75 < P \leq 3,25$ baik
 $1,75 < P \leq 2,75$ tidak baik; $1,00 < P \leq 1,75$ sangat tidak baik

Pada Tabel 4.4 terlihat bahwa pelaksanaan pembelajaran dengan model GIMuR dengan komponen-komponennya menunjukkan terjadinya peningkatan pada setiap pertemuan, sehingga bisa dilanjutkan untuk uji coba luas.

6. Uji Coba 2

Setelah uji coba 1, maka untuk memantapkan model yang dikembangkan dilakukan uji coba 2. Pelaksanaan uji coba 2 dilaksanakan SMA N 4 Purworejo dengan mengambil 2 kelas yang berkategori sedang sebagai kelas eksperimen dan kontrol.

Kemampuan generik sains peserta didik dilihat dari hasil *pretest* sebelum pembelajaran dan *posttest* sesudah pelaksanaan pembelajaran. Tujuan uji coba luas model pembelajaran GIMuR adalah untuk mengetahui tingkat kepraktisan model, kendala-kendala yang dijumpai dalam pembelajaran, dan melihat ketercapaian desain model, serta dalam rangka penyempurnaan desain model. Uji coba dilakukan sebanyak dua kali pada tiap kelas uji coba dengan materi (sub kompetensi) yang berbeda.

a. Analisis Keterlaksanaan Model GIMUR

1) Hasil Uji Coba 2 tahap 1

Pada uji coba luas tahap 1 menggunakan RPP-3 dengan topik gaya magnet pada kawat lurus berarus. Pada pertemuan ini guru menegaskan kembali bahwa semua peserta didik harus mampu

melaksanakan percobaan dengan mengikuti prosedur yang ada. Guru mengingatkan kembali bahwa sains dipahami harus melalui pendekatan ilmiah yaitu melalui proses mengamati, menanya, mencoba/menyelidiki, mengasosiasi atau menalar dan mengomunikasikan. Hasil pengamatan observer pada pertemuan ini, bahwa pembelajaran dengan model GIMuR berjalan semakin baik karena peserta didik sudah mulai terbiasa dengan model ini. Aktivitas pembelajaran mulai berlangsung menarik dan guru sudah mulai memposisikan sebagai fasilitator dan pendamping peserta didik pada fase pertama dan kedua. Namun, pada fase kedua, guru masih membimbing peserta didik menyusun membuat hipotesis.. Guru memberikan perhatian khusus pada fase ini, dengan menekankan kembali proses *sequence* dalam menyusun hipotesis. Fase ini memerlukan waktu yang agak lebih sehingga mengurangi alokasi waktu yang lain. Pada fase keempat, peserta didik sudah mampu membuat hasil analisis dalam berbagai bentuk representasi. Sedang pada fase kelima, peserta didik mulai bisa menyimpulkan hasil pembelajaran.

2) Hasil Uji Coba 2 tahap 2

Pada uji coba 2 tahap 2 menggunakan RPP- 4 dengan topik gaya magnet pada 2 kawat lurus berarus. Pada pertemuan ini peserta didik sudah bisa menyusun hipotesis, sehingga secara keseluruhan pelaksanaan pembelajaran dengan model pembelajaran GIMuR berjalan lancar. Observer memberi catatan bahwa pelaksanaan pembelajaran dengan model pembelajaran GIMuR sudah berjalan dengan baik, semua sintaks berjalan sesuai dengan rencana. Namun, guru selalu mengingatkan peserta didik dan mengarahkan peserta didik secara terus menerus dalam pelaksanaan eksperimen pada fase investigasi dan representasi. Catatan observer adalah, bahwa pengelolaan waktu belum maksimal, dan tergolong kurang terutama dalam menyusun hipotesis dan representasi. Masukan pada pertemuan keempat ini akan dijadikan

catatan khusus untuk perbaikan pelaksanaan pembelajaran pada saat implementasi model.

Hasil pengamatan terhadap keterlaksanaan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) uji coba luas disajikan pada Tabel 4.5 dan Lampiran 7.

Tabel 4.5 Rerata Skor Keterlaksanaan Uji Coba 2

No	Komponen	Aktivitas Guru		Aktivitas Peserta didik	
		1	2	1	2
1	Organisasi dan Orientasi	3,50	3,62	3,67	3,67
2	Sequence dan Hipotesis	3,38	3,62	3,00	3,25
3	Investigasi	3,75	3,75	3,12	3,62
4	Representasi	3,50	3,75	3,00	3,25
5	Evaluasi dan Refleksi	3,67	3,67	3,17	3,5

Keterangan : $3,25 < P \leq 4,00$ sangat baik; $2,75 < P \leq 3,25$ baik
 $1,75 < P \leq 2,75$ tidak baik; $1,00 < P \leq 1,75$ sangat tidak baik

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat dilihat bahwa pelaksanaan pembelajaran dengan model pembelajaran GIMuR dengan komponen-komponennya menunjukkan nilai yang cenderung stabil mulai dari uji coba terbatas sampai dengan 2 kali pertemuan di uji coba luas, sehingga bisa dilanjutkan untuk implementasi lapangan.

b. Kemampuan Generik Sains

Tujuan akhir dari pembelajaran dengan menggunakan model GIMuR ini adalah untuk meningkatkan kemampuan generik sains peserta didik secara optimal. Terkait hal tersebut, maka dilakukan tes kemampuan generik sains dan penilaian kinerja. Oleh karena itu, dalam uji coba 2 model GIMuR setiap pertemuan dilakukan pretes dan postes. Untuk satu kelas eksperimen dalam 2 kali pertemuan berarti terdapat 2 kali pretes-postes. Demikian juga, untuk satu kelas kontrol dalam 2 kali pertemuan berarti terdapat 2 kali pretes-postes. Hasil pretes dan postes ini digunakan untuk menghitung gain kemampuan generik sains. Gambaran peningkatan kemampuan generik sains melalui model GIMuR ditunjukkan dengan rata-

rata gain ternormalisasi pada kelas eksperimen secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 8 dan hasil penilaian lembar kerja pada Lampiran 9. Hasil rangkuman disajikan dalam bentuk Tabel 4.6 dan 4.7.

Tabel 4.6 Rata-rata skor tes awal, tes akhir dan gain ternormalisasi uji coba 2

Kelas	Pengamatan Langsung			Bahasa Simbolik			Pemodelan Matematis			Inferensi logis			Hukum Sebab Akibat		
	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain
Eksperimen	2,38	3,50	0,31	2,97	3,81	0,28	2,13	3,44	0,34	1,75	2,62	0,21	1,63	2,25	0,14
Kontrol	1,97	2,66	0,17	2,31	2,97	0,17	1,45	2,34	0,19	1,47	2,03	0,12	1,67	1,94	0,06

Tabel 4.7 Rata-rata skor penilaian lembar kerja pada Uji Coba 2

Pertemuan	Pengamatan Langsung	Bahasa Simbolik	Pemodelan Matematis	Inferensi logis	Hukum Sebab Akibat
Pertemuan 1	1,94	2,19	2,28	2,56	2,06
Pertemuan 2	2,84	3,00	3,22	3,25	3,28

Berdasarkan Tabel 4.6 diperoleh hasil bahwa uji coba luas model pembelajaran GIMuR di SMAN 4 Purworejo dapat meningkatkan kemampuan generik sains dengan aspek pengamatan langsung, hukum sebab akibat, pemodelan matematis, bahasa simbolik dan inferensi logis. Untuk kelas eksperimen rata-rata *N-gain* adalah 0,31 untuk pengamatan langsung, 0,14 untuk hukum sebab akibat, 0,34 untuk pemodelan matematis, 0,28 untuk bahasa simbolik dan 0,21 untuk inferensi logis. Untuk kelas kontrol rata-rata *N-gain* adalah 0,17 untuk pengamatan langsung, 0,06 untuk hukum sebab akibat, 0,19 untuk pemodelan matematis, 0,17 untuk bahasa simbolik dan 0,12 untuk inferensi logis.

Berikutnya pada Tabel 4.7 rata-rata skor penilaian kinerja dari 2 pertemuan pada kelas eksperimen. Untuk pertemuan pertama rata-rata skor penilaian kinerja adalah 1,94 untuk pengamatan langsung, 2,19 untuk hukum sebab akibat, 2,28 untuk pemodelan matematis, 2,56 untuk bahasa simbolik dan 2,06 untuk inferensi logis. Untuk pertemuan kedua rata-rata skor penilaian kinerja adalah 2,84 untuk pengamatan langsung, 3,00 untuk

hukum sebab akibat, 3,22 untuk pemodelan matematis, 3,25 untuk bahasa simbolik dan 3,28 untuk inferensi logis.

Makna dari deskripsi data kemampuan generik sains di atas perlu dibuktikan signifikansinya melalui pengujian statistik. Analisis statistik dengan uji-t digunakan untuk mengetahui beda rerata posttest pertemuan 1 dan posttest pertemuan 2 pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Uji beda dua rerata posttest tersebut diterapkan setelah melakukan uji normalitas dan uji homogenitas data.

1) Uji Normalitas dan Homogenitas

Uji normalitas data pretes dan posttest kemampuan generik sains menggunakan uji Kolmogrov-Smirnov dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Didapatkan nilai asimtotik signifikansinya rata-rata lebih besar dari nilai *sig* 0,05 sehingga hipotesis nol yang menyatakan bahwa distribusi data kelas eksperimen dan kontrol berasal dari populasi yang berdistribusi normal diterima.

Uji homogenitas varian data pretes dan posttest kemampuan generik sains menggunakan Levene test dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Didapatkan nilai asimtotik signifikansinya rata-rata lebih besar dari taraf signifikansi 0,05 sehingga hipotesis nol yang menyatakan bahwa variansi data berasal dari populasi yang homogen diterima. Hasil uji normalitas dan homogenitas tersebut disajikan pada Lampiran 10.

2) Uji Perbedaan Peningkatan kemampuan generik sains

Data berupa skor posttest dari kemampuan generik sains dari kelas eksperimen dan kontrol dianalisis dengan uji beda rerata. Uji perbedaan peningkatan kemampuan generik sains peserta didik menggunakan skor posttest kemampuan generik sains dengan menggunakan uji-t *Independent Sample* dengan hasil seperti pada pada Tabel 4.8 dan Lampiran 11.

Tabel 4.8 Nilai t_{hitung} dan sig hasil tes kemampuan generik sains pada uji coba 2

Perlakuan	Rata-rata	SD	t_{hitung}	Sig (2 tailed)
Eksperimen 1	6,84	2,13	2,005	0,049
Kontrol 1	5,90	1,57		
Eksperimen 2	8,97	2,21	6,023	0,000
Kontrol 2	6,03	1,65		

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa t_{hitung} pada pertemuan pertama sebesar 2,005 dengan derajat kebebasan $df = 62$. Dengan taraf kesalahan 0,05 dan harga $t_{tabel} = 2,000$, dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada pertemuan kedua menunjukkan t_{hitung} sebesar 6,023 dengan sig 0,000, jika dibandingkan dengan t_{tabel} maka kesimpulannya adalah ada perbedaan signifikan antar kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa dalam pembelajaran dengan menggunakan model GIMuR efektif untuk meningkatkan kemampuan generik sains.

c. Sikap Ilmiah

Penerapan model GIMuR juga memiliki dampak pengiring yaitu peningkatan sikap ilmiah peserta didik. Penilaian sikap ilmiah dilakukan oleh observer selama proses pembelajaran berlangsung. Hasil rata-rata skor sikap ilmiah pada kelas eksperimen disajikan pada Tabel 4.9 dan lebih rinci ada pada lampiran 12.

Tabel 4.9 Rata-rata skor sikap ilmiah pada uji coba 2

Pertemuan	Rasa Ingin Tahu	Bertanggung Jawab	Bekerjasama	Saling menghargai	Santun
1	2,09	3,03	3,16	2,97	2,88
2	3,03	3,19	3,41	3,22	3,13

Keterangan : : $3,25 < P \leq 4,00$ sangat baik; $2,75 < P \leq 3,25$ baik
 $1,75 < P \leq 2,75$ tidak baik; $1,00 < P \leq 1,75$ sangat tidak baik

Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diungkapkan secara deskriptif berkaitan dengan sikap ilmiah peserta didik yaitu pada pertemuan pertama rata-rata

skor rasa ingin tahu masih rendah yaitu 2,09. Sedangkan aspek saling menghargai, santun, kerjasama dan dan tanggung jawab sudah termasuk baik yaitu, 2,97; 2,88; 3,16; dan 3,03. Pada pertemuan kedua sikap ilmiah peserta didik mengalami meningkat pada semua aspek sikap ilmiah. Skor aspek kerjasama adalah yang tertinggi yaitu 3,41 dan rasa ingin tahu yang terendah yaitu 3,03.

d. Analisis Respon Peserta didik Setelah Proses Pembelajaran

Setelah proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran GIMuR selesai, peserta didik diminta untuk memberikan pendapat dan respon terhadap pelaksanaan pembelajaran melalui angket. Hasil analisis angket respon peserta didik terhadap proses pembelajaran disajikan pada Tabel 4.10 dan Lampiran 13.

Tabel 4.10 Hasil analisis respon peserta didik terhadap model GIMuR pada uji coba 2

No	Uraian Pertanyaan	Penilaian / pendapat (%)			
1.	Bagaimana pendapat Anda terhadap komponen materi/ isi pelajaran, modul pembelajaran dan suasana belajar?	Sangat menarik 75	Cukup menarik 20,95	Kurang menarik 4,65	Tidak menarik 0,00
2.	Apakah komponen-komponen materi/ isi pelajaran, modul pembelajaran dan suasana belajar Anda rasakan baru?	Sangat baru 80,47	Cukup baru 15,60	Kurang baru 3,11	Tidak baru 0,78
3.	Model Pembelajaran GIMuR	Sangat berminat 83,3	Cukup berminat 15,51	Kurang berminat 4,13	Tidak berminat 0,00
4.	Bagaimana menurut Anda, apakah buku peserta didik ini membantu Anda mengembangkan kemampuan?	Sangat membantu 84,37	Cukup membantu 10,92	Kurang membantu 3,11	Tidak membantu 1,56
5.	Model pengajaran guru	Sangat jelas 84,37	Cukup jelas 12,48	Kurang jelas 3,12	Tidak jelas 0,00
6.	Penilaian Anda tentang penggunaan multi representasi dalam menjelaskan fenomena fisika.	Tidak sulit 81,25	Cukup sulit 9,37	Sulit 6,2	Sangat sulit 3,12
7.	Bagaimana perasaan Anda dalam menjawab butir soal/tes kemampuan generik sains?	Tidak sulit 46,87	Cukup sulit 25	Sulit 21,87	Sangat sulit 6,25

Pada Tabel 4.10 tersebut terlihat bahwa respon peserta didik terhadap materi ajar, modul pembelajaran dan suasana belajar adalah 75% menyatakan komponen tersebut sangat menarik, 20,95% cukup menarik, dan 4,65% kurang menarik. Respon peserta didik terhadap komponen-komponen materi/ isi pelajaran, modul pembelajaran dan suasana belajar adalah 80,47% menyatakan sangat baru, 15,6% cukup baru, 3,11% kurang baru, dan 0,78% tidak baru. Respon peserta didik terhadap metode pembelajaran adalah 83,3% menyatakan sangat berminat, 15,51% cukup berminat, dan 4,13% kurang berminat apabila pembelajaran berikutnya dan pembelajaran lain menggunakan metode pembelajaran yang dikembangkan. Respon terhadap lembar belajar peserta didik dalam hal membantu dan mengembangkan kemampuan adalah 84,37% menyatakan sangat membantu, 10,92% menyatakan cukup membantu, 3,11% menyatakan kurang membantu, dan 1,56% menyatakan tidak membantu. Respon peserta didik terhadap model pengajaran guru adalah 84,37% menyatakan sangat jelas. Respon peserta didik terhadap penggunaan multi representasi dalam menjelaskan fenomena fisika adalah 81,29% tidak mengalami kesulitan, 9,37% cukup mengalami kesulitan, 6,2% sulit, dan 3,12% sangat sulit. Sedangkan respon peserta didik terhadap penyelesaian butir soal/tes kemampuan generik sains adalah 46,87% menyatakan tidak sulit, 25% cukup sulit, 21,87% sulit, dan 6,25% sangat sulit.

e. Kendala selama Proses Pembelajaran pada Uji Coba 2

Pada Tabel 4.11 berikut disajikan beberapa kendala-kendala selama proses pembelajaran berlangsung saat uji coba 2 selanjutnya kendala-kendala tersebut akan dicarikan penyelesaiannya sebelum siap diimplementasikan lebih luas.

Tabel 4.11 Kendala-kendala uji coba 2 model GIMuR
di SMAN 4 Purworejo

No.	Jenis Kendala	Solusi Alternatif
1.	Waktu pembelajaran kurang karena penjelasan materi dilanjutkan pelaksanaan eksperimen kemudian pembuatan analisis dala beberapa representasi, dan presentasi hasil percobaan	Meminta peserta didik untuk tepat waktu pada pergantian jam.
2.	Peserta didik belum terbiasa mengikuti pembelajaran dengan model GIMuR	Memberikan pengarahan dan informasi kepada peserta didik tentang pembelajaran dengan model GIMuR.
3.	Peserta didik belum terbiasa membuat jawaban dalam berbagai bentuk representasi	Memberikan bimbingan membuat jawaban dalam berbagai bentuk representasi
4.	Peserta didik belum terbiasa berpendapat, bahkan merasa takut untuk berpendapat, takut ditertawakan jika salah.	Memastikan kepada peserta didik bahwa semua pendapat akan dihargai, makin banyak memberikan pendapat diharapkan akan mendapatkan solusi
5.	Peserta didik belum terbiasa dengan bentuk soal representasi.	Pada tahap <i>sequence</i> guru sudah mulai mengarahkan bentuk representasi lain selain matematis dan saat mengerjakan modul pembelajaran peserta didik mulai dikenalkan dengan soal-soal dengan representasi yang berbeda-beda

C. Hasil Pengujian Model

Dalam upaya mengetahui efektivitas suatu model pembelajaran, maka setelah uji coba 2 selanjutnya dilakukan uji keefektifan. Uji keefektifan model dilaksanakan dengan mengambil sampel untuk sekolah kategori tinggi, sedang dan rendah; kategori tinggi untuk SMA Negeri 2 Purworejo, kategori sedang untuk SMA Negeri 4 Purworejo, dan kategori rendah untuk SMA Muhammadiyah Kutoarjo. Pada setiap sekolah diambil 2 kelas sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Pelaksanaan penelitian ini di setiap sekolah melibatkan satu guru model dan dua orang observer. Dengan demikian, untuk tiga sekolah penelitian ini melibatkan tiga guru model dan enam orang observer yang bertugas mengamati aktivitas peserta didik dan guru selama proses pembelajaran. Pengimplementasian model GIMuR ini menggunakan 4 RPP untuk pokok bahasan kemagnetan, seperti yang dilakukan pada uji coba terbatas dan uji coba luas. Deskripsi hasil dan

analisis data hasil pengamatan pelaksanaan model GIMuR adalah sebagai berikut.

a. Keterlaksanaan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Secara ringkas keterlaksanaan RPP model GIMuR dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan analisis selengkapnya pada Lampiran. Data-data keterlaksanaan RPP pada implementasi model di kelas eksperimen untuk masing-masing sekolah dideskripsikan pada Tabel 4.12, 4.13 dan 4.14. Detail perolehan data disajikan pada Lampiran 14.

Tabel 4.12 Rerata Skor Keterlaksanaan RPP di SMAN 2 Purworejo

No	Komponen	Aktivitas Guru		Aktivitas Peserta didik	
		1	2	1	2
1	Organisasi dan Orientasi	3,25	3,62	3,00	3,25
2	Sequence dan Hipotesis	3	3,38	2,62	3,25
3	Investigasi	3,38	3,62	3,12	3,62
4	Representasi	3	3,25	3,00	3,25
5	Evaluasi dan Refleksi	3,33	3,67	3,17	3,67

Tabel 4.13 Rerata Skor Keterlaksanaan RPP di SMAN 4 Purworejo

No	Komponen	Aktivitas Guru		Aktivitas Peserta didik	
		1	2	1	2
1	Organisasi dan Orientasi	3,62	3,75	3,25	3,62
2	Sequence dan Hipotesis	3,62	3,62	3,00	3,62
3	Investigasi	3,75	3,75	3,25	3,75
4	Representasi	3,75	3,75	3,00	3,25
5	Evaluasi dan Refleksi	3,67	3,67	3,25	3,33

Tabel 4.14 Rerata Skor Keterlaksanaan RPP di SMA Muhammadiyah Kutoarjo

No	Komponen	Aktivitas Guru		Aktivitas Peserta didik	
		1	2	1	2
1	Organisasi dan Orientasi	3	3,25	2,75	3,25
2	Sequence dan Hipotesis	2,75	3	2,5	3,00
3	Investigasi	3,12	3,38	3	3,25
4	Representasi	2,5	3	2,5	3,00
5	Evaluasi dan Refleksi	3	3,33	3	3,25

Keterangan : $3,25 < P \leq 4,00$ sangat baik; $2,75 < P \leq 3,25$ baik

$1,75 < P \leq 2,75$ tidak baik; $1,00 < P \leq 1,75$ sangat tidak baik

b. Kemampuan Generik Sains Peserta didik

Tujuan akhir dari pembelajaran dengan menggunakan model GIMuR ini adalah untuk meningkatkan kemampuan generik sains peserta didik. Oleh karena itu, dalam uji efektivitas yang merupakan implementasi model GIMuR dilakukan di tiga sekolah. Implementasi pada setiap sekolah dilakukan di dua kelas, yaitu satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol. Pada setiap pertemuan dilakukan pretes dan postes dengan materi pembelajaran kemagnetan. Pretes dan postes ini berfungsi untuk melihat apakah pembelajaran dengan model GIMuR berpengaruh dalam meningkatkan kemampuan generik sains.

1) Implementasi di SMAN 2 Purworejo

Data yang diperoleh dari implementasi model GIMuR di SMAN 2 Purworejo adalah rerata (\bar{x}) pretes-postes, *N-gain* dan standar deviasi, kemudian diuji normalitas dan homogenitas. Hasil perhitungan normalitas dengan uji Kolmogrov-Smirnov dan homogenitas dengan Levene test diperoleh hasil data pertemuan 1 dan pertemuan 2 semuanya berdistribusi normal dan homogen. Perhitungan terdapat pada Lampiran 10. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan varian (sampel homogen) pada kelas eksperimen dan kontrol.

Setelah dilakukan uji normalitas dan homogenitas terhadap data hasil pretest dan posttest, selanjutnya dicari nilai gain ternormalisasi pada kelas eksperimen dan kontrol. Hasil capaian rerata skor pretest dan posttest dari pertemuan 1 dan pertemuan 2 disajikan pada Tabel 4.15 dan Lampiran 15.

Tabel 4.15 Rata-rata skor tes awal, tes akhir dan gain ternormalisasi pada SMAN 2 Purworejo

Kelas	Pengamatan Langsung			Bahasa Simbolik			Pemodelan Matematis			Inferensi logis			Hukum Sebab Akibat		
	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain
Eksperimen	2,25	3,34	0,29	2,72	3,5	0,24	2,81	3,94	0,35	1,78	2,78	0,24	2,13	2,97	0,22
Kontrol	1,75	2,22	0,11	2,47	2,78	0,09	2,03	3,16	0,28	1,53	1,84	0,07	1,56	2,28	0,16

Secara keseluruhan hasil pembelajaran dengan menggunakan model GIMuR baik untuk kelas eksperimen mendapatkan N-gain pada kategori tinggi. Selain peningkatan skor pretest dan posttest juga didapatkan skor peningkatan penilaian lembar kerja pada kelas eksperimen pertemuan 1 dan pertemuan 2 seperti pada Tabel 4.16 dan Lampiran 16.

Tabel 4.16 Rata-rata skor penilaian lembar kerja pada SMAN 2 Purworejo

Pertemuan	Pengamatan Langsung	Bahasa Simbolik	Pemodelan Matematis	Inferensi logis	Hukum Sebab Akibat
1	2,38	2,66	2,72	2,97	2,56
2	3,31	3,16	3,38	3,19	3,22

Untuk menguji hipotesis maka dilakukan uji perbedaan peningkatan kemampuan generik sains peserta didik menggunakan skor posttest kemampuan generik sains dengan uji-t *Independent Sample* dengan hasil seperti pada pada Tabel 4.17 dan Lampiran 11.

Tabel 4.17 Nilai t_{hitung} dan sig hasil tes kemampuan generik sains pada implementasi di SMAN 2 Purworejo

Perlakuan	Rata-rata	SD	t_{hitung}	Sig (2 tailed)
Eksperimen 1	7,19	1,87	2,430	0,018
Kontrol 1	6,10	1,68		
Eksperimen 2	9,28	2,34	5,231	0,000
Kontrol 2	6,54	1,75		

Tabel 4.17 menunjukkan bahwa t_{hitung} pada pertemuan pertama sebesar 2,430 dengan derajat kebebasan $df = 61$. Dengan taraf kesalahan 0,05 dan harga $t_{tabel} = 2,000$, dapat diambil kesimpulan bahwa ada perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol. Pada pertemuan kedua menunjukkan t_{hitung} sebesar 5,231 dengan sig 0,000, jika dibandingkan dengan t_{tabel} maka dapat diambil kesimpulan juga bahwa ada perbedaan signifikan antar kelas eksperimen dan kontrol. Hal ini

menunjukkan bahwa dalam pembelajaran dengan menggunakan model GIMuR efektif untuk meningkatkan kemampuan generik sains.

2) Implementasi di SMAN 4 Purworejo

Data yang diperoleh dari implementasi model GIMuR di SMAN 4 Purworejo adalah rerata (\bar{x}) pretes-postes, *N-gain* dan standar deviasi, kemudian diuji normalitas dan homogenitas. Berdasarkan hasil perhitungan normalitas dengan uji Kolmogrov-Smirnov dan homogenitas dengan Levene test. Dan diperoleh hasil data pertemuan 1 dan pertemuan 2 semuanya berdistribusi normal dan homogen. Perhitungan terdapat pada Lampiran 10. Jadi, tidak ada perbedaan varian (sampel homogen) pada kelas eksperimen dan kontrol.

Setelah uji normalitas dan homogenitas, dengan data hasil pretes, postes, selanjutnya dicari gain ternormalisasi pada pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil capaian rerata skor pretest dan posttest disajikan pada Tabel 4.18 dan Lampiran 17.

Tabel 4.18 Rata-rata skor tes awal, tes akhir dan gain ternormalisasi pada SMAN 4 Purworejo

Kelas	Pengamatan Langsung			Bahasa Simbolik			Pemodelan Matematis			Inferensi logis			Hukum Sebab Akibat		
	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain
Eksperimen	1,68	3,15	0,34	2,41	3,21	0,23	2,41	3,53	0,31	1,34	2,53	0,25	1,72	2,75	0,24
Kontrol	1,50	2,22	0,16	2,16	2,53	0,09	2,25	2,84	0,16	1,25	1,75	0,11	1,53	2,22	0,16

Secara keseluruhan hasil pembelajaran dengan menggunakan model GIMuR baik untuk kelas eksperimen mendapatkan *N-gain* pada kategori tinggi. Selain peningkatan skor pretest dan posttest juga didapatkan skor peningkatan penilaian lembar kerja pada kelas eksperimen pada pertemuan 1 dan pertemuan 2 seperti pada Tabel 4.19 dan Lampiran 18.

Tabel 4.19 Rata-rata skor penilaian lembar kerja pada SMAN 4 Purworejo

Pertemuan	Pengamatan Langsung	Bahasa Simbolik	Pemodelan Matematis	Inferensi logis	Hukum Sebab Akibat
1	2,71	2,74	2,97	2,81	2,90
2	3,48	3,29	3,55	3,29	3,45

Untuk menguji hipotesis maka dilakukan uji perbedaan peningkatan kemampuan generik sains peserta didik menggunakan skor posttest kemampuan generik sains dengan uji-t *Independent Sample* dengan hasil seperti pada pada Tabel 4.20 dan Lampiran 11.

Tabel 4.20 Nilai t_{hitung} dan sig hasil tes kemampuan generik sains pada implementasi di SMAN 4 Purworejo

Perlakuan	Rata-rata	SD	t_{hitung}	Sig (2 tailed)
Eksperimen 1	6,81	1,74	2,390	0,020
Kontrol 1	5,77	1,65		
Eksperimen 2	8,87	2,29	4,884	0,000
Kontrol 2	6,37	1,65		

Tabel 4.20 menunjukkan bahwa t_{hitung} pada pertemuan pertama sebesar 2,390 dengan derajat kebebasan $df = 59$. Dengan taraf kesalahan 0,05 dan harga $t_{tabel} = 2,000$ sehingga disimpulkan bahwa ada perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada pertemuan kedua menunjukkan t_{hitung} sebesar 4,884 dengan sig 0,000, jika dibandingkan dengan t_{tabel} maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan signifikan antar kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa dalam pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran GIMuR efektif untuk meningkatkan kemampuan generik sains.

3) Implementasi di SMA Muhammadiyah Kutoarjo

Data yang diperoleh dari implementasi model pembelajaran GIMuR di SMA Muhammadiyah Kutoarjo adalah rerata (\bar{x}) pretestes, *N-gain* dan standar deviasi, kemudian diuji normalitas dan homogenitas. Berdasarkan hasil perhitungan normalitas dengan uji

Kolmogrov-Smirnov dan homogenitas dengan Levene test diperoleh hasil data pertemuan 1 dan pertemuan 2 semuanya berdistribusi normal dan homogen. Perhitungan terdapat pada Lampiran 10. Jadi, tidak ada perbedaan varian (sampel homogen) pada kelas eksperimen dan kontrol.

Setelah uji normalitas dan homogenitas, dengan data hasil pretes, postes, selanjutnya dicari gain ternormalisasi pada pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil capaian rerata skor pretest dan posttest disajikan pada Tabel 4.21 dan Lampiran 19.

Tabel 4.21 Rata-rata skor tes awal, tes akhir dan gain ternormalisasi pada SMA Muhammadiyah Kutoarjo

Kelas	Pengamatan Langsung			Bahasa Simbolik			Pemodelan Matematis			Inferensi logis			Hukum Sebab Akibat		
	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain	Tes awal	Tes akhir	N-gain
Eksperimen	1,69	2,71	0,24	2,00	2,81	0,20	1,66	2,25	0,14	1,31	1,94	0,13	1,66	2,48	0,18
Kontrol	1,25	1,75	0,13	1,72	2,18	0,11	1,50	1,75	0,06	1,00	1,41	0,08	1,31	1,88	0,12

Secara keseluruhan hasil pembelajaran dengan menggunakan model GIMuR baik untuk kelas eksperimen mendapatkan N-gain pada kategori tinggi. Selain peningkatan skor pretest dan posttest juga didapatkan skor peningkatan penilaian lembar kerja pada kelas eksperimen pertemuan 1 dibandingkan pertemuan 2 seperti pada Tabel 4.22 dan Lampiran 20.

Tabel 4.22 Rata-rata skor penilaian lembar kerja pada SMA Muhammadiyah Kutoarjo

Pertemuan	Pengamatan Langsung	Bahasa Simbolik	Pemodelan Matematis	Inferensi logis	Hukum Sebab Akibat
1	2,35	2,31	2,38	2,26	2,19
2	2,92	3,15	2,96	2,92	3,25

Untuk menguji hipotesis maka dilakukan uji perbedaan peningkatan kemampuan generik sains peserta didik menggunakan skor

posttest kemampuan generik sains dengan uji-t *Independent Sample* dengan hasil seperti pada pada Tabel 4.23 dan Lampiran 11.

Tabel 4.23 Nilai t_{hitung} dan sig hasil tes kemampuan generik sains pada implementasi di SMA Muhammadiyah Kutoarjo

Perlakuan	Rata-rata	SD	t_{hitung}	Sig (2 tailed)
Eksperimen 1	6,65	2,02	2,185	0,034
Kontrol 1	5,52	1,66		
Eksperimen 2	8,35	2,78	3,571	0,001
Kontrol 2	5,96	1,88		

Tabel 4.23 menunjukkan bahwa t_{hitung} pada pertemuan pertama sebesar 2,185 dengan derajat kebebasan $df = 49$. Dengan taraf kesalahan 0,05 dan harga $t_{Tabel} = 2,021$ sehingga disimpulkan bahwa ada perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada pertemuan kedua menunjukkan t_{hitung} sebesar 3,571 dengan sig 0,001, jika dibandingkan dengan t_{Tabel} maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan signifikan antar kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa dalam pembelajaran dengan menggunakan model GIMuR efektif untuk meningkatkan kemampuan generik sains.

c. Sikap ilmiah

Penerapan model GIMuR juga memiliki dampak pengiring yaitu peningkatan sikap ilmiah peserta didik. Penilaian sikap ilmiah dilakukan oleh observer selama proses pembelajaran berlangsung. Hasil rata-rata skor sikap ilmiah pada kelas eksperimen pada saat implementasi di 3 sekolah disajikan pada Tabel 4.24, 4.25 dan 4.26 dengan detail perolehan ada pada Lampiran 21.

Tabel 4.24 Rata-rata skor sikap ilmiah pada implementasi di SMAN 2 Purworejo

Pertemuan	Rasa Ingin Tahu	Bertanggung Jawab	Bekerjasama	Saling menghargai	Santun
1	2,44	3,06	3,19	3	3
2	3,34	3,25	3,53	3,28	3,47

Tabel 4.25 Rata-rata skor sikap ilmiah pada implementasi di SMAN 4 Purworejo

Pertemuan	Rasa Ingin Tahu	Bertanggung Jawab	Bekerjasama	Saling menghargai	Santun
1	2,23	2,97	3,19	2,87	2,77
2	3,29	3,23	3,48	3,19	3,16

Tabel 4.26 Rata-rata skor sikap ilmiah pada implementasi di SMA Muhammadiyah Kutoarjo

Pertemuan	Rasa Ingin Tahu	Bertanggung Jawab	Bekerjasama	Saling menghargai	Santun
1	2,15	3,04	2,96	2,92	2,81
2	3,15	3,12	3,35	3,15	3,12

Keterangan : $3,25 < P \leq 4,00$ sangat baik; $2,75 < P \leq 3,25$ baik
 $1,75 < P \leq 2,75$ tidak baik; $1,00 < P \leq 1,75$ sangat tidak baik

Berdasarkan Tabel 4.24 dapat diungkapkan secara deskriptif berkaitan dengan sikap ilmiah peserta didik di SMAN 2 Purworejo yaitu pada pertemuan pertama rata-rata skor rasa ingin tahu masih rendah yaitu 2,44 sedangkan 4 aspek yang lain yaitu tanggung jawab, kerjasama, dan saling menghargai sudah termasuk cukup baik yaitu 3,06, 3,19, dan 3. Pada pertemuan kedua sikap ilmiah peserta didik mengalami meningkat pada semua aspek sikap ilmiah. Skor aspek kerjasama adalah yang tertinggi yaitu 3,53 dan tanggung jawab yang terendah yaitu 3,25.

Sikap ilmiah peserta didik di SMAN 4 Purworejo diungkapkan pada Tabel 4.25 yaitu pada pertemuan pertama rata-rata skor rasa ingin tahu masih rendah yaitu 2,23. Pada pertemuan kedua sikap ilmiah peserta didik mengalami meningkat pada semua aspek sikap ilmiah. Skor aspek kerjasama adalah yang tertinggi yaitu 3,48 dan tanggung jawab yang terendah yaitu 3,23.

Data skor sikap ilmiah peserta didik di SMA Muhammadiyah Kutoarjo pada Tabel 4.26 diungkap yaitu pada pertemuan pertama rata-rata skor rasa ingin tahu masih rendah yaitu 2,15. Pada pertemuan kedua sikap ilmiah peserta didik mengalami meningkat pada semua aspek sikap ilmiah. Skor aspek kerjasama adalah yang tertinggi yaitu 3,53 dan keempat aspek lainnya mendapatkan skor rata-rata 3,15.

d. Analisis Respon Peserta didik Setelah Proses Pembelajaran

Respon peserta didik terhadap proses pembelajaran dengan model GIMuR diperoleh dengan menggunakan Instrumen angket respon peserta didik. Respon peserta didik tersebut diuraikan secara lengkap untuk setiap sekolah yaitu SMAN 2 Purworejo, SMAN 4 Purworejo dan SMA Muhammadiyah Kutoarjo pada Lampiran 22. Hasil rata-rata respon peserta didik dari ketiga sekolah tersebut seperti disajikan pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Nilai rata-rata respon peserta didik dari implementasi pada 3 SMA

No	Uraian Pertanyaan	Penilaian / pendapat (%)			
1.	Bagaimana pendapat Anda terhadap komponen materi/ isi pelajaran,, modul pembelajaran dan suasana belajar?	Sangat menarik	Cukup menarik	Kurang menarik	Tidak menarik
		71,07	24,72	3,65	0,56
2.	Apakah komponen-komponen materi/ isi pelajaran, modul pembelajaran dan suasana belajar Anda rasakan baru? Model pembelajaran GIMuR	Sangat baru	Cukup baru	Kurang baru	Tidak baru
		69,94	25,28	3,93	0,84
3.		Sangat berminat	Cukup berminat	Kurang berminat	Tidak berminat
		70,04	26,22	2,99	0,75
4.	Bagaimana menurut Anda, apakah buku peserta didik ini membantu Anda mengembang-kan kemampuan?	Sangat membantu	Cukup membantu	Kurang membantu	Tidak membantu
		76,12	20,22	2,53	1,12
5.	Model pengajaran guru	Sangat jelas	Cukup jelas	Kurang jelas	Tidak jelas
		76,4	21,9	1,68	0,00
6.	Penilaian Anda tentang kemampuan generik sains?	Sangat Mudah	Cukup Mudah	Cukup Sulit	Sangat sulit
		60,67	24,72	8,98	0,00
7.	Bagaimana perasaan Anda dalam membuat hasil penyelidikan dengan berbagai representasi?	Sangat Mudah	Cukup Mudah	Cukup Sulit	Sangat Sulit
		61,8	24,72	10,11	3,37
8.	Apakah anda merasa mudah untuk menjawab butir soal/tes hasil belajar?	Sangat Mudah	Cukup Mudah	Cukup Sulit	Sangat sulit
		60,67	25,84	11,23	2,25

Berdasarkan data pada Tabel 4.27, dapat diketahui bahwa respon peserta didik terhadap materi ajar, modul pembelajaran dan suasana belajar adalah 71,07% menyatakan komponen tersebut sangat menarik, 24,72% cukup menarik dan 69,94% menyatakan sangat baru, 25,28%

menyatakan baru. Respon peserta didik terhadap model GIMuR adalah 70,04% menyatakan sangat berminat dan 26,22% menyatakan berminat apabila pembelajaran berikutnya dan pembelajaran lain menggunakan model GIMuR. Respon terhadap lembar belajar peserta didik dalam hal membantu dan mengembangkan kemampuan adalah 76,12% menyatakan sangat membantu dan 20,22% membantu. Respon peserta didik terhadap model pengajaran guru adalah 76,4% menyatakan sangat jelas dan 21,9% menyatakan jelas. Respon peserta didik terhadap kemampuan generik sains 60,67% menyatakan sangat mudah dan 24,72% menyatakan mudah. Respon peserta didik terhadap pembuatan penyelidikan dalam berbagai representasi 61,8% menyatakan sangat mudah dan 24,72% menyatakan mudah. Sedangkan respon peserta didik terhadap kemudahan dalam menjawab butir soal/tes hasil belajar 60,67% menyatakan sangat mudah dan 25,84% menyatakan mudah.

Jika dilihat secara keseluruhan respon peserta didik, maka pembuatan hasil penyelidikan dalam berbagai representasi dan menjawab butir soal/tes memiliki respon peserta didik yang rendah dibandingkan dengan respon peserta didik terhadap kegiatan pembelajaran lainnya. Hal ini akan menjadi pembahasan selanjutnya dan kemungkinan disebabkan peserta didik belum terbiasa dengan bentuk soal kemampuan generik sains yang memiliki indikator bahasa simbolik, pengamatan langsung, hukum sebab akibat, inferensi logis dan pemodelan matematik.

e. Kendala-Kendala Selama Proses Pembelajaran

Pada Tabel 4.28 berikut disajikan beberapa kendala-kendala selama proses pembelajaran berlangsung saat implementasi di ketiga SMA.

Tabel 4.28 Kendala-kendala pelaksanaan GIMuR di SMAN 2 Purworejo, SMAN 4 Purworejo dan SMA Muhammadiyah Kutoarjo

No.	Jenis Kendala	Solusi Alternatif
1.	Waktu pembelajaran kurang karena penjelasan materi dilanjutkan pelaksanaan penyelidikan kemudian pembuatan representasi hasil penyelidikan dalam berbagai bentuk representasi, dan presentasi hasil penyelidikan	Meminta peserta didik untuk tepat waktu pada pergantian jam.
2.	Peserta didik belum terbiasa mengikuti pembelajaran dengan model GIMuR	Memberikan pengarahan dan informasi kepada peserta didik tentang pembelajaran dengan model GIMuR.
3.	Peserta didik belum terbiasa merepresentasikan hasil dalam gambar dan verbal	Memberikan bimbingan dalam merepresentasikan hasil dalam gambar dan verbal
4.	Peserta didik belum terbiasa memberikan jawaban alternatif bila ada pertanyaan mengenai sains	Memberikan pengarahan pada peserta didik agar peserta didik mau memberikan jawaban yang lain, selain yang sudah diungkapkan temannya, atau yang ada dalam buku.
5.	Peserta didik belum terbiasa berpendapat, bahkan merasa takut untuk berpendapat, takut ditertawakan jika salah.	Memastikan kepada peserta didik bahwa semua pendapat akan dihargai, makin banyak memberikan pendapat diharapkan akan mendapatkan solusi
6.	Peserta didik belum terbiasa dengan bentuk soal representasi.	Pada tahap <i>sequence</i> guru sudah mulai mengarahkan bentuk representasi lain selain matematis dan saat mengerjakan modul pembelajaran peserta didik mulai dikenalkan dengan soal-soal dengan representasi yang berbeda-beda

D. Pembahasan

1. Karakteristik Model Pembelajaran GIMuR

Pada studi pendahuluan telah ditemukan bahwa selama pembelajaran fisika sebagian besar peserta didik cenderung merepresentasikan jawaban dalam bentuk matematis saja dan proses pembelajaran lebih banyak menekankan hafalan persamaan dan aturan matematis (Fatmaryanti, *et. al.*, 2015). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pembelajaran fisika untuk meningkatkan kemampuan generik sains belum ditangani secara sistematis (Fatmaryanti, *et. al.*, 2015).

Berdasarkan kondisi di atas serta mengingat pentingnya kemampuan generik sains, maka perlu adanya usaha mengembangkan kemampuan tersebut dalam proses pembelajaran, diantaranya melalui penerapan model pembelajaran yang tepat, salah satunya model pembelajaran GIMuR.

Model GIMuR berasal dari model Pembelajaran *guided inquiry* sebagai model utama kemudian diintervensi dengan multi representasi yang dikembangkan oleh Carolan dan Tytler. Pemilihan multi representasi dari Carolan, *et.al* (2008) dan Tytler, *et.al.* (2013) didasarkan pada fakta bahwa multi representasi sebagai model pembelajaran yang melibatkan guru dan peserta didik dalam perencanaan dan merepresentasikan topik materi. Representasi sangat berguna dalam proses perolehan pengetahuan. Menurut Zhang & Norman (1994) diperlukan representasi eksternal karena memori, pikiran dan penalaran adalah terbatas. Penggabungan multi representasi pada model pembelajaran *guided inquiry* diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan generik sains agar lebih optimal.

Model Pembelajaran *Guided Inquiry* dengan Multi Representasi (GIMuR) adalah hasil pengembangan model pembelajaran yang mengacu pada teori-teori pembelajaran seperti teori belajar kognitif; teori belajar konstruktivisme dengan komponen *cooperatif learning*, *Zone of Proximal Development* (ZPD), *scaffolding*; teori pemrosesan informasi, dan teori pengkodean ganda. Ke empat teori belajar tersebut menjadi bahan pertimbangan dalam menyusun langkah-langkah pada fase organisasi dan orientasi, *sequence* dan hipotesis, investigasi, representasi, dan evaluasi – refleksi. Teori belajar konstruktivisme dan pemrosesan informasi digunakan dalam fase organisasi-orientasi dimana pada tahap ini guru mengajak peserta didik untuk aktif melakukan orientasi pengetahuan yang dimiliki dan dikaitkan dengan keadaan sehari-hari, kemudian peserta didik diarahkan untuk melakukan perumusan hipotesis yang didahului dengan *sequence*. Teori pengkodean ganda digunakan pada fase representasi melalui kegiatan membuat berbagai representasi dalam menyelesaikan persoalan fisika. Dasar teori belajar yang melandasi pengembangan model pembelajaran GIMuR telah dikaji pada Bab II.

Ciri khas pembelajaran pada kurikulum 2013 adalah pembelajaran berbasis pendekatan saintifik. Pembelajaran dituntut untuk membuat peserta didik lebih aktif dalam mengonstruksi pengetahuan dan keterampilannya melalui fakta-fakta yang ditemukan dalam penyelidikan di lapangan. Model pembelajaran

GIMuR sejalan dengan kurikulum 2013. Hal ini dapat dibuktikan dengan beberapa hal yaitu sintaks model pembelajaran GIMuR yang mengakomodasi langkah-langkah pendekatan saintifik maupun sistem sosial dan prinsip reaksi yang menekankan pada keaktifan peserta didik dalam berinkuiri. Model pembelajaran GIMuR Model pembelajaran GIMuR telah terbukti dapat meningkatkan kemampuan generik sains peserta didik SMA pada materi kemagnetan. Model ini terdiri dari beberapa bagian yaitu:

a. Sintaks

Sintaks merupakan tahapan atau langkah menggunakan model GIMuR yang harus dilakukan oleh guru secara urut. Model pembelajaran GIMuR tersebut sebagaimana yang telah diuraikan pada kajian tentang model secara hipotetik (Bab II) memiliki sintaks yaitu: (1) organisasi dan orientasi, (2) *sequence* dan hipotesis, (3) investigasi, (4) sesi representasi, dan (5) evaluasi – refleksi.

Selama proses penyusunan dari draf model, prototype model, sampai dengan implementasi model pembelajaran GIMuR terdapat beberapa perubahan dalam sintak. Pada pembahasan berikut dijelaskan secara integratif perubahan-perubahan yang terjadi pada setiap fase dalam sintak.

Fase 1 : Organisasi dan orientasi

Fase pertama dari model pembelajaran GIMuR merupakan fase yang pembuka yang mengalami beberapa perubahan dalam penyusunannya. Pada awal penyusunan model ini, fase ini bernama orientasi dan organisasi. Penekanan langkah pembelajaran lebih kepada proses guru memberikan kasus-kasus autentik yang dapat membangkitkan rasa keingintahuan peserta didik. Setelah melakukan proses penggali jawaban awal dan konsep awal yang dimiliki peserta didik, guru kemudian membuat kelompok peserta didik secara heterogen dengan jumlah anggota 4-6 orang. Guru mengkaitkan pengalaman lama dan yang akan dipelajari,

mendeskrripsikan tujuan pembelajaran dan mendeskripsikan keperluan-keperluan belajar (organisasi).

Namun di pelaksanaan uji coba terbatas didapatkan bahwa ada ketidakefektifan pada fase organisasi dalam hal waktu dan pelaksanaannya. Pada pelaksanaan, fase ini membutuhkan waktu lebih lama sekitar 10 menit dari perencanaan. Hal ini terjadi karena pada fase organisai, pengelompokan siswa membutuhkan waktu yang cukup lama. Berdasarkan evaluasi, maka direkomendasikan bahwa fase organisasi (membuat kelompok kecil sebelum pembelajaran) dimulai sebelum orientasi dilakukan. Sehingga pada sintak model pembelajaran GIMuR fase pertama menjadi Organisasi dan Orientasi. Perubahan bentuk fase pertama ini terbukti efektif pada saat pelaksanaan uji coba luas dan implementasi. Hal ini dapat dilihat pada skor rata-rata pelaksanaan sintak yang masuk kategori baik dan skor yang cenderung stabil (Tabel 4.5, 4.12, 4.13 dan 4.14).

Pada fase organisasi dan orientasi, peserta didik dikelompokkan secara acak dan heterogen dengan pemerataan peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi ke seluruh kelompok. Setiap kelompok beranggotakan maksimal 4-6 orang. Fase ini bertujuan menarik minat peserta didik, memfokuskan perhatian, serta memotivasi peserta didik untuk aktif selama proses pembelajaran (Fatmaryanti, *et.al.*, 2015). Hal ini sesuai dengan prinsip awal dalam pembelajaran inkuiri, yaitu menunjukkan suatu kejadian unik atau membawa alat peraga yang dapat menimbulkan rasa ingin tahu peserta didik (Sanjaya, 2006; Khulthau, *et.al.*, 2007).

Guru menyajikan peristiwa, kejadian, dan fenomena fisis yang sering dilihat dan dialami peserta didik dalam keseharian. Pemberian motivasi dapat dilakukan dengan mengingatkan kembali materi pelajaran sebelumnya atau memberikan pertanyaan-pertanyaan tentang topik yang akan dibahas permasalahannya sebagai pengetahuan awal peserta didik tentang materi baru. Pertanyaan dapat seputar fenomena alam yang berada di sekitar sekolah maupun lingkungan tempat tinggal peserta didik.

Misalnya guru memberikan pertanyaan yang diawali dengan memberikan gambar mengenai alat pemisah sampah logam dan menanyakan tentang prinsip kerja alat tersebut.

Berdasarkan pertanyaan-pertanyaan tersebut, diharapkan mampu merangsang peserta didik untuk menelusuri informasi tentang alat pengangkut sampah logam dan hubungannya dengan materi yang sedang dibahas melalui buku teks, buku ajar peserta didik (bahan bacaan peserta didik), modul pembelajaran dan sumber yang lain dari internet. Pengorganisasian informasi diperlukan untuk mengintegrasikan semua informasi yang diperlukan untuk mengerjakan tugas-tugas secara efektif (Sternberg, 2008). Pada tahap ini peserta didik berusaha pengumpulan acuan-acuan dan informasi yang tepat untuk pelaksanaan pembelajaran, berusaha mencari penjelasan atau bahkan mengumpulkan ide-ide sendiri untuk mendapatkan data. Wolfolk (2009) menyatakan bahwa proses pengumpulan informasi, pengalaman dan mengorganisasikan sehingga menjadi berbagai sistem atau kategori mental berlangsung secara terus-menerus.

Fase 2: *Sequence* dan hipotesis

Ada banyak perubahan yang terjadi pada saat proses penyusunan sintaks pada fase kedua ini. Perubahan pertama terjadi ketika melakukan proses validasi ahli model dan perangkat pembelajaran. Pada awal penyusunan draf fase kedua ini bernama fase penyusunan hipotesis seperti yang telah dilakukan pada model pembelajaran guided inquiry namun di dalam langkah pelaksanaan, ada banyak langkah yang harus dilakukan guru untuk membimbing peserta didik sebelum menyusun hipotesis. Langkah-langkah tersebut diadopsi dari langkah *sequence* pada model pembelajaran multi representasi.

Penambahan kata *sequence* pada fase kedua ini dilakukan setelah melalui diskusi panjang dengan ahli model dan perangkat pembelajaran pada saat proses validasi. Beberapa masukan penting yang menjadi dasar

penambahan *sequence* adalah fase ini dapat menjadi pembeda dengan model *guided inquiry* yang ada. Banyaknya langkah yang harus dilakukan guru dalam membimbing peserta didik merumuskan hipotesis membuat fase ini harus memunculkan secara eksplisit kata *sequence*.

Pada fase kedua ini didahului dengan *sequence* (urutan pemberian tantangan representasi). Kegiatan ini dilakukan sebagai bentuk bantuan yang diberikan oleh guru kepada peserta didik dalam rangka menyusun hipotesis. Proses berpikir peserta didik dalam belajar sains menurut teori Schonborn & Anderson (2006) memiliki tiga faktor utama, yaitu konseptual (*Conceptual* = C), penalaran (*Reasoning* = R), dan Mode representasi (M). Kemampuan representasi peserta didik sangat dipengaruhi juga dengan representasi guru dalam melaksanakan pembelajaran (Waldrup, 2010; Abdurrahman, 2010).

Pemberian *sequence* dilakukan menyesuaikan karakteristik materi yang diberikan (Waldrup, 2008, 2010). Pada materi kemagnetan adalah materi yang cenderung abstrak dalam penjabaran konsep ke bentuk matematisnya, namun fenomenanya masih dapat teramati. Sehingga bentuk *sequence* yang diberikan pada materi ini dapat berupa kata-kata kunci dalam konsep kemagnetan dengan tujuan peserta didik akan lebih mudah dalam menyusun hipotesis. Sebagai contoh pada topik medan magnet di sekitar kawat melingkar berarus, pada modul pembelajaran telah diberikan kata kunci yaitu lilitan, arus listrik dan jarum kompas.

Langkah selanjutnya adalah merumuskan hipotesis. Aktivitas guru pada fase ini adalah membantu peserta didik untuk membuat hipotesis yang akan diajukan sebagai langkah untuk mengadakan pengujian atau eksperimen. Setelah hipotesis dirumuskan, maka sebelum pengujian yang sebenarnya dilakukan, hipotesis yang diajukan peserta didik harus dinilai terlebih dahulu. Hipotesis yang baik memiliki ciri-ciri sebagai berikut yaitu: (1) mempunyai daya penjabaran; (2) menyatakan hubungan antara variabel-variabel; (3) dapat diuji; dan (4) konsisten dengan pengetahuan yang sudah ada, Furchan (2004).

Langkah berikutnya adalah mendefinisikan dan menyusun variabel. Penggunaan variabel dalam memecahkan masalah akan memudahkan peserta didik dalam memahami permasalahan, sebab peserta didik seolah-olah sudah mendapatkan jawabannya. Ada tiga macam variabel yaitu 1) variabel manipulasi (variabel yang diubah-ubah atau diatur); 2). Variabel respon (variabel yang dapat berubah karena perubahan pada variable manipulasi); dan 3) Variabel kontrol (variabel yang dikendalikan/dibuat konstan sehingga pengaruh variabel manipulasi terhadap variabel respon, tidak dapat dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti).

Pada saat pelaksanaan fase *sequence* dan hipotesis di lapangan tidak semudah seperti perencanaan yang dibuat. Ketika uji coba terbatas guru masih kesulitan dalam dalam mengarahkan peserta didik membuat hipotesis dan kesulitan dalam memberikan representasi yang sesuai dengan materi. Untuk itulah pada saat uji coba luas pada fase ini guru dituntut untuk mempersiapkan bentuk representasi yang tepat sebelum pembelajaran dimulai. Pada akhirnya diskusi antar guru Fisika dari beberapa sekolah pun dilakukan sebelum tahap uji coba luas, untuk merumuskan kembali bentuk representasi yang tepat untuk pembelajaran medan magnet disekitar kawat lurus berarus.

Sebagai contoh, pada saat uji coba terbatas terjebak pada pemberian tantangan representasi matematis hubungan medan magnet **B** dengan arus listrik **I**. Dan guru langsung mengarahkan hipotesis kepada hubungan matematis dari kata kunci yang telah diberikan. Pada saat uji coba luas bentuk tantangan representasi diubah, menjadi representasi gambar arah medan magnet **B** dengan arus listrik **I**.

Dibandingkan dengan fase pertama, keterlaksanaan sintaks pada fase kedua ini lebih rendah. Sampai pada uji implementasi model pembelajaran GIMuR di ketiga SMA, skor rata-rata keterlaksanaan sintak pada fase kedua berada pada kategori sedang dan baik stabil seperti disajikan pada Tabel 4.5, 4.12, 4.13 dan 4.14.

Fase 3: Investigasi

Selama proses pengembangan model pembelajaran GIMuR, fase investigasi tidak mengalami perubahan. Fase ini mengadopsi dari langkah ketiga model pembelajaran *guided inquiry*. Jika pada fase pertama guru telah memberikan sebuah permasalahan melalui fenomena yang unik dan menarik dan pada fase kedua peserta didik telah menyusun hipotesis, maka fase ini bertujuan mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi melalui penyelidikan. Tujuan dari kegiatan ini adalah agar peserta didik berusaha mencari penjelasan dan solusi untuk membuktikan hipotesis yang telah disusun.

Langkah selanjutnya adalah mendapatkan data dengan melakukan penyelidikan melalui percobaan. Untuk itu, dalam kondisi kerja berkelompok (4-6) peserta didik dituntut merangkai dan mengoperasikan peralatan sehingga dapat berfungsi dengan baik dan akhirnya mendapatkan data percobaan yang dicatat melalui lembar pengamatan.

Sebagai contoh adalah investigasi pada topik gaya magnet. Pada topik ini guru telah memberikan demonstrasi menarik dimana kawat berarus dapat berputar di daerah sekitar magnet. Pada fase investigasi peserta didik diberikan kebebasan untuk memilih alat-alat yang telah disediakan di meja praktikum. Langkah selanjutnya adalah menggambarkan sketsa percobaan dan menuliskan prosedur percobaan yang akan dilakukan. Meskipun peserta didik diberikan kebebasan dalam melakukan penyelidikan, namun pendampingan dari guru masih tetap diperlukan. Bentuk pendampingan yang dapat diberikan oleh guru adalah berupa selalu mengingatkan petunjuk atau hal penting dari variabel-variabel yang telah ditentukan pada fase *sequence* dan hipotesis. Setelah itu langkah terakhir adalah peserta didik menggambarkan hasil pengamatan dari variasi arah medan magnet, arah arus listrik dan arah penyimpangan kawat.

Pada saat pelaksanaan fase investigasi di uji coba terbatas, ditemukan bahwa kendala utama adalah pengaturan waktu dan kondisi

kelas. Banyak waktu terbuang dikarenakan peserta didik belum terbiasa menggunakan alat-alat seperti catu daya, penentuan arah arus listrik, dan membaca plotting kompas. Berdasarkan hal tersebut maka pada uji coba selanjutnya yaitu uji coba luas dan implementasi, guru telah memberikan penjelasan kembali tentang arah arus listrik dan membaca kompas di saat fase organisasi dan orientasi.

Dibandingkan dengan fase pertama dan kedua, keterlaksanaan sintaks pada fase kedua ini cenderung tinggi. Sampai pada uji implementasi model pembelajaran GIMuR di ketiga SMA, skor rata-rata keterlaksanaan sintaks pada fase kedua berada pada kategori sangat baik dan cenderung stabil seperti disajikan pada Tabel 4.5, 4.12, 4.13 dan 4.14. Dari hasil analisis respon peserta didik pun juga dapat dilihat bahwa sebagian besar peserta didik menyatakan kegiatan investigasi ini sangat menarik.

Fase 4: Representasi

Fase representasi termasuk fase yang dianggap paling sulit dilakukan oleh guru maupun peserta didik. Hal ini terbukti juga dari perolehan skor rata-rata keterlaksanaan sintaks adalah yang paling rendah dibandingkan keempat fase yang lain seperti pada Tabel 4.5, 4.12, 4.13, dan 4.14. Hasil analisis respon pun juga ditemukan beberapa peserta didik yang menyatakan bahwa menggunakan multi representasi dalam mengungkapkan fenomena fisika termasuk sangat sulit.

Pada awal pengembangan model pembelajaran GIMuR, fase keempat adalah presentasi hasil penyelidikan. Namun karena pertimbangan bahwa banyak kegiatan yang mengharuskan peserta didik membuat representasi yang beragam, maka muncullah nama representasi. Fase ini pun menjadi ciri khas dari model pembelajaran GIMuR. Dimana ketika proses presentasi hasil penyelidikan peserta didik dilatih untuk mengungkapkan hasil dalam representasi gambar, matematis maupun verbal.

Fase keempat ini bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan hasil penyelidikannya dengan menggunakan berbagai representasi dan merespon pertanyaan. Langkah ini sesuai dengan salah satu prinsip dari CAST (2011) yang menyatakan bahwa pembelajaran harus memungkinkan peserta didik mengeksperesikan dirinya dan bertindak dengan berbagai cara (*multiple means of action and expression*). Prinsip ini dilandasi oleh kenyataan bahwa tidak ada suatu cara tindakan dan ekspresi yang akan optimal untuk semua peserta didik, sehingga sangat penting untuk menyediakan berbagai pilihan untuk tindakan dan ekspresi.

Sebagai contoh adalah pertemuan pertama pada pembahasan medan magnet di sekitar kawat lurus berarus, peserta didik dihadapkan pada membuat beberapa representasi hasil penyelidikan hubungan arus listrik dengan medan magnet. Representasi yang dibuat berupa 1) representasi grafik hubungan antara jarak kompas dengan penyimpangan jarum kompas dan kuat arus listrik terhadap penyimpangan jarum kompas, 2) representasi matematis dari hubungan kuat medan magnet (**B**) terhadap perubahan kuat arus (**I**) dan jarak terhadap kawat (**a**), 3) representasi verbal dengan menuliskan kembali faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan kuat medan magnet (**B**). Contoh hasil representasi peserta didik ada pada lampiran 16.

Penggunaan multi representasi di fase ini adalah untuk memunculkan kemampuan generik sains peserta didik dan memfasilitasi kemampuan-kemampuan individu. Dengan kata lain fase ini merupakan proses internalisasi perwujudan hasil investigasi dari pembuktian hipotesis sehingga diharapkan akan tertanam nilai prinsip, konsep dan hukum dengan baik (Grusec & Goodnow, 1994).

Fase 5: Evaluasi – Refleksi

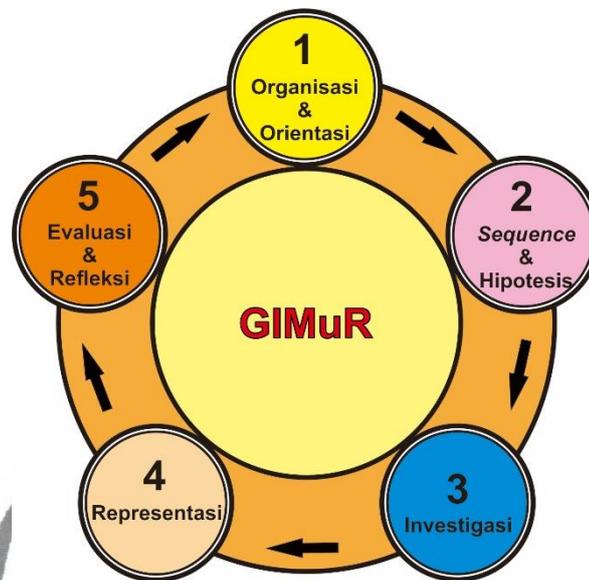
Pada fase kelima ini aktivitas peserta didik adalah memberikan umpan balik (*feedback*) terhadap seluruh proses pembelajaran dengan

mengembangkan kemampuan analisis, mengevaluasi, dan menyimpulkan pengetahuan, sehingga peserta didik memiliki kemampuan dalam *self regulated learning*, yaitu pengetahuan tentang strategi yang efektif serta bagaimana dan kapan menggunakannya (Moreno, 2010). Guru dapat memberikan *feedback* dengan cara memberi koreksi dan penguatan terhadap hasil penyelesaian masalah dan argumen sehingga peserta didik akan segera memahami. *Feedback* harus diberikan secara spesifik dan sesegera mungkin supaya diperoleh pengetahuan dengan baik (Arends, 2012). Permendikbud no 64 tahun 2013 menyatakan, peserta didik harus memahami dan menganalisis konsep, prinsip, hukum dan teori fisika (sains) serta saling berkaitan dan menerapkannya pada bidang yang spesifik.

Pada tahap ini aktivitas yang dilakukan oleh seorang guru bersama-sama peserta didik adalah

- 1) Bersama-sama peserta didik melakukan review terhadap hasil penyelesaian modul pembelajaran individu
- 2) Memberikan postes dan penilaian kinerja untuk setiap pertemuan, guna melihat kemajuan belajar peserta didik yang akan digunakan sebagai acuan dalam memperbaiki proses pembelajaran pada pertemuan berikutnya
- 3) Membimbing peserta didik untuk membuat kesimpulan berdasarkan hasil diskusi pada sesi representasi.

Berdasarkan evaluasi-evaluasi tersebut maka diperoleh sintak model pembelajaran GIMuR seperti pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Bagan Model Pembelajaran GIMuR

b. Prinsip Reaksi

Prinsip reaksi ini berkaitan dengan bagaimana guru memperhatikan dan memperlakukan peserta didik, termasuk guru memberikan respon terhadap pertanyaan, jawaban, tanggapan, atau apa yang dilakukan peserta didik. Dalam model pembelajaran GIMuR, guru harus bersikap apresiatif pada berbagai bentuk representasi yang disampaikan peserta didik. Selain itu guru juga menekankan bahwa representasi tersebut adalah hasil pemikiran dari proses sains dan diskusi-diskusi yang telah dilakukan.

Pada tahap-tahap berikutnya guru juga harus bersikap simpatik dalam proses menemukan konsep atau perubahan strategi berpikir dari peserta didik. Dalam analisis data hasil investigasi guru juga harus mengingatkan dan membimbing peserta didik untuk tidak hanya menuliskan hasil dalam 1 bentuk representasi tetapi dengan bentuk yang lainnya (gambar, matematis dan verbal).

c. Sistem Sosial

Berdasarkan sintaks yang telah disusun di atas, sistem sosial dalam model pembelajaran GIMuR ini dapat dilihat dari hubungan antara guru dan peserta didik. Bentuk sistem sosial tersebut antara lain

- 1) Peserta didik berperan aktif belajar dengan menelusuri informasi
- 2) Peserta didik melakukan interaksi sosial melalui diskusi dengan sesama peserta didik dan guru
- 3) Guru berperan sebagai fasilitator, konsultan, moderator, dan mediator dalam pembelajaran. Sebagai fasilitator, guru harus menyediakan sumber-sumber belajar termasuk alat eksperimen yang diperlukan oleh peserta didik. Sebagai konsultan, guru menjadi tempat bertanya bagi peserta didik apabila mengalami kesulitan dalam memahami fenomena fisika. Sebagai moderator, guru harus memimpin jalannya diskusi, baik diskusi dalam kelompok kecil maupun diskusi kelas. Sebagai mediator, guru harus memberikan sejumlah kegiatan yang merangsang keingintahuan peserta didik dan mendorong untuk mengekspresikan gagasan serta mengkomunikasikannya secara ilmiah.

d. Sistem Pendukung

Sistem pendukung suatu model pembelajaran adalah semua sarana, bahan, dan alat yang diperlukan untuk penunjang keberhasilan pelaksanaan kegiatan pembelajaran di kelas. Oleh sebab itu, sumber dan perangkat pembelajaran yang diperlukan untuk mengimplementasikan model pembelajaran GIMuR ini adalah

- 1) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)
- 2) Modul pembelajaran peserta didik
- 3) Media berupa alat eksperimen kemagnetan
- 4) Perangkat (instrumen) evaluasi, baik instrumen untuk mengukur kemampuan generik sains maupun sikap ilmiah peserta didik

e. Dampak Instruksional dan Dampak Pengiring

Penerapan model pembelajaran akan memiliki dampak pada pembelajaran. Dampak instruksional yang terjadi adalah tercapainya tujuan pembelajaran dan dampak pengiring yang berhubungan

dengan hasil belajar jangka panjang (Arends, 1997; Joyce, *et.al.*, 2000; dan Nieveen, 2007). Oleh karena itu, dalam penerapan model pembelajaran GIMuR diharapkan dapat memberikan dampak instruksional dan dampak pengiring. Dampak Instruksional yang dihasilkan oleh pembelajaran GIMuR antara lain

- 1) Peserta didik mampu menemukan konsep, prinsip sifat, pola, rumus, simbol dan pemecahan masalah fisika
- 2) Peserta didik mampu menggunakan berbagai representasi dalam menjelaskan konsep fisika
- 3) Mampu meningkatkan kemampuan generik sains peserta didik

Dampak pengiring yang dihasilkan dari penerapan model pembelajaran GIMuR adalah

- 1) Peserta didik memiliki sikap ilmiah yang baik
- 2) Peserta didik memiliki sikap senang dan minat terhadap pembelajaran fisika

2. Kevalidan Model GIMUR

Hasil penilaian ahli terhadap model GIMuR melalui buku model dan perangkat pembelajarannya (RPP, modul pembelajaran, dan alat penilaian) menghasilkan model yang memiliki validitas isi dan konstruk yang berkategori sedang. Model ini dapat digunakan dalam pembelajaran fisika kemagnetan untuk meningkatkan kemampuan generik sains peserta didik. Model GIMuR dapat dilaksanakan dengan baik oleh guru model dan guru fisika menyatakan bahwa model ini sesuai dengan tuntutan kurikulum 2013 yang mengacu pada pendekatan ilmiah.

Penilaian/telaah terhadap model GIMuR dilakukan melalui penilaian buku model pembelajaran dan perangkatnya berkaitan dengan kelayakan validitas isi dan validitas konstruk, agar dapat digunakan dalam pembelajaran fisika kemagnetan. Hasil telaah dari validator menunjukkan bahwa model GIMuR dapat dijadikan salah satu alternatif model pembelajaran yang mampu meningkatkan kemampuan generik sains peserta didik SMA meski hanya mampu meningkatkan

lima aspek yaitu pengamatan langsung, hukum sebab akibat, pemodelan matematis, bahasa simbolik dan inferensi logis.

Model pembelajaran GIMuR tersebut ditelaah oleh 4 (empat) validator ahli dengan kategori valid (Ratumanan dan Laurens, 2006). Hasil tersebut menunjukkan bahwa model pembelajaran yang dikembangkan telah layak secara isi dan konstruk sehingga layak untuk digunakan oleh guru dalam melaksanakan pembelajaran.

Pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 yaitu rekapitulasi validasi isi dan konstruk model GIMuR mempunyai rata-rata reliabilitas 75%. Berdasar kriteria yang telah ditetapkan di atas, maka model GIMuR termasuk dalam kategori valid karena memenuhi validitas isi dan konstruk. Validitas isi karena didasarkan pada *state-of-the-art* dan validitas konstruk karena antar bagian saling terkait (Nieveen, 1999). Teori yang melandasi model GIMuR adalah teori belajar kognitif; teori belajar konstruktivis dengan komponen *cooperatif learning*, *Zone of Proximal Development* (ZPD), *scaffolding*; teori pemrosesan informasi dan teori pengkodean ganda. Dengan demikian model GIMuR telah memenuhi validitas isi dan konstruk, sehingga sudah bisa dilaksanakan di lapangan.

Hasil penilaian ahli terhadap model GIMuR melalui perangkat pembelajaran (RPP, modul pembelajaran dan alat penilaian) dan kesesuaian dengan materi kemagnetan juga menghasilkan bahwa model layak digunakan. Model ini dapat digunakan dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan kemampuan generik sains peserta didik. Model pembelajaran GIMuR dapat dilaksanakan dengan baik oleh guru model dan hampir semua guru forum MGMP Fisika menyatakan bahwa model ini sesuai dengan tuntutan kurikulum 2013 yang mengacu pada pendekatan ilmiah.

Pembelajaran dengan menggunakan model GIMuR mampu memberikan kesempatan belajar peserta didik yang memiliki kemampuan maupun cara merepresentasikan masalah yang berbeda-beda dan mampu meningkatkan kemampuan generik sains peserta didik. Ainswort (1999; 2006) telah membuktikan bahwa penggunaan multi representasi kombinasi representasi dapat bekerjasama

membantu peserta didik membangun pemahaman yang lebih dalam terhadap materi yang sedang dipelajari.

Hasil implementasi model GIMuR juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan Abdurrahman (2011) yang menyimpulkan bahwa pembelajaran berbasis multi representasi dapat meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan generik sains calon guru fisika. Kemudian, Sunyono, *et.al.*, (2015) dalam penelitiannya tentang model mental bahwa pembelajaran berbasis multi representasi dapat meningkatkan model mental calon guru.

Penelitian yang lebih spesifik mengenai penerapan pada materi kemagnetan telah dilakukan oleh Chapalli, *et.al.*, (2013) yang menyatakan bahwa penerapan inkuiri berbasis eksperimen diperlukan dalam memberikan pemahaman konsep medan magnet kepada peserta didik. Dimulai dari penggunaan kompas dan menggambarkan arah dan pola medan magnet. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa penerapan inkuiri berbasis eksperimen dapat meningkatkan kemampuan berpikir peserta didik. Hal ini sejalan dengan model pembelajaran GIMuR yang juga menerapkan *guided inquiry* dan melakukan penyelidikan dengan percobaan.

3. Kepraktisan Model Pembelajaran GIMuR

Kepraktisan model pembelajaran GIMuR dilihat dari dua aspek, yaitu keterlaksanaan model, dan kemenarikan model melalui respon peserta didik terhadap pembelajaran. Penjelasan kedua aspek ini disajikan pada bagian ini.

a. Keterlaksanaan Model GIMuR

Penilaian terhadap keterlaksanaan model GIMuR diukur melalui keterlaksanaan RPP dan dilakukan oleh observer yang mengamati jalannya pembelajaran. Kegiatan implementasi pembelajaran yang dilakukan dalam penelitian ini sebanyak empat (4) RPP pada materi kemagnetan.

Hasil observasi baik pada sat uji coba terbatas, uji coba luas dan uji efektifitas pada sampel 3 SMA di kabupaten Purworejo tersebut menunjukkan bahwa pelaksanaan sintaks, sistem sosial dan prinsip reaksi dalam pembelajaran dengan model GIMuR pada semua pokok bahasan

(medan magnet pada kawat lurus, medan magnet pada kawat melingkar, gaya magnet pada kawat lurus berarus dan gaya magnet pada dua kawat lurus berarus) memiliki tingkat keterlaksanaan rata-rata $> 3,2$ sehingga dapat disimpulkan sangat baik (Ratumanan & Laurens, 2011). Hasil ini menunjukkan bahwa pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran GIMuR terimplementasikan dengan baik dan sesuai dengan prinsip model pembelajaran yang telah dikembangkan.

Model pembelajaran GIMuR mensyaratkan pembelajaran kelompok, karena itu sistem sosial difokuskan pada pentingnya interaksi selama pembelajaran. Interaksi yang terjadi antara guru dengan peserta didik dan peserta didik dengan peserta didik berjalan sangat baik dan komunikatif, bersifat terbuka, dan demokratis. Pembelajaran dengan model ini bermakna pada pengembangan kemampuan peserta didik berkomunikasi dengan orang lain. Oleh karena itu, peserta didik harus selalu dilibatkan dalam menerima fungsi dan peran sosial dalam kelompok.

Sedangkan prinsip reaksi terkait dengan pola perilaku guru dalam memberikan reaksi terhadap perilaku peserta didik dalam pembelajaran, misalnya bagaimana guru memberikan pertanyaan dan merespon jawaban peserta didik. Pada pembelajaran dengan model GIMuR ini prinsip reaksi berjalan dengan cukup baik, dimana guru bertindak sebagai fasilitator dan pendamping yang baik dalam membangkitkan belajar peserta didik dalam rangka meningkatkan kemampuan generik sains peserta didik. Selama pembelajaran, guru memberikan bantuan dalam merumuskan masalah, hipotesis, variabel-variabel, dan merepresentasikan hasil dalam berbagai cara serta mengarahkan peserta didik saat diskusi mengambil kesimpulan. Guru juga mengevaluasi dan memberikan masukan-masukan untuk perbaikan di pembelajaran berikutnya.

b. Kemerarikan Model Pembelajaran GIMuR

Penilaian terhadap kemerarikan model pembelajaran GIMuR telah dilakukan mulai dari tahap uji coba terbatas, uji coba luas sampai dengan uji efektifitas. Kemerarikan model GIMuR ini ditinjau dari aktivitas peserta didik dalam mengikuti pembelajaran serta respon yang diberikan peserta didik terhadap pelaksanaan pembelajaran menggunakan model GIMuR.

Hasil pengamatan terhadap aktivitas peserta didik selama pembelajaran menunjukkan bahwa terdapat perbedaan aktivitas yang cukup mencolok terutama pada aktivitas menuliskan hasil investigasi dalam berbagai representasi yang nilainya meningkat di ketiga sekolah (Tabel 4.12, 4.13 dan 4.15). Ini menunjukkan bahwa peserta didik semakin meningkat kemampuan mengungkapkan hasil-hasil penyelidikan dengan berbagai bentuk representasi dan melalui diskusi dengan teman kemampuan mengungkapakan argumentasi melalui representasi verbal semakin meningkat. Demikian pula aktivitas peserta didik yang tidak relevan seperti mengobrol atau membuka catatan-catatan lain terus menurun semenjak pertemuan pertama sampai pada pertemuan terakhir. Ini menunjukkan bahwa peserta didik semakin antusias dalam mengikuti pembelajaran dan melakukan kegiatan yang diminta oleh guru sesuai dengan RPP. Berdasarkan analisis keterlaksanaan dan aktivitas peserta didik tersebut dapat diinferensikan bahwa kegiatan pembelajaran telah mengikuti RPP sesuai dengan sintaks dari model pembelajaran GIMuR.

Hasil observasi terhadap respon peserta didik terhadap materi ajar, modul pembelajaran dan suasana belajar, sebagian besar peserta didik menyatakan sangat menarik (78,37%), komponen-komponen materi/isi pelajaran, modul pembelajaran dan suasana belajar adalah bahwa sebagian besar peserta didik menyatakan sangat menarik (81,25%), metode GIMuR, sebagian besar menyatakan sangat berminat (87,22%) apabila pembelajaran berikutnya dan pembelajaran lain menggunakan metode pembelajaran yang dikembangkan. Respon terhadap lembar belajar peserta

didik dalam hal membantu dan mengembangkan kemampuan ssebagian besar peserta didik menyatakan sangat membantu (84,23%). Respon peserta didik terhadap model pengajaran guru sebagian besar peserta didik menyatakan sangat jelas (80,64%). Respon peserta didik terhadap penggunaan multi representasi dalam mengungkapkan hasil sebagian besar peserta didik menyatakan tidak mengalami kesulitan (84,29%). Sedangkan respon peserta didik terhadap penyelesaian butir soal/tes kemampuan generik sains sebagian besar peserta didik menyatakan tidak sulit (46,15%). Fakta-fakta menggambarkan tingginya respon peserta didik, dan ini menggambarkan kemenarikan peserta didik terhadap model GIMuR.

Hasil ini mendukung pendapat Nieveen (1999) bahwa kepraktisan suatu model pembelajaran dapat ditinjau dari keterlaksanaan model dan kepraktisannya. Pada penerapan model GIMuR ini didapatkan tingkat keterlaksanaan penerapan model dalam pelaksanaan pembelajaran di kelas termasuk pada kategori yang baik dan respon peserta didik yang tinggi.

4. Keefektifan Model Pembelajaran GIMUR

Keefektifan model GIMUR telah dibahas pada Bab II, dimana dalam pembelajaran ada beberapa pandangan mengenai keefektifan. Menurut Egggen dan Kauchak (Ratumanan, 2003), efektifitas pembelajaran dapat dilakukan dengan melibatkan aktif peserta didik. Bentuk aktivitas tersebut berupa melatih mengorganisasikan dan menemukan hubungan dari informasi maupun data yang diperoleh. Sedangkan aktifitas aktif peserta didik menurut Leikin dan Zaslavky (Ratumanan, 2003) adalah, mandiri dalam menyelesaikan masalah, membuat catatan, memberikan penjelasan, dan mengajukan pertanyaan.

Pada penelitian ini efektivitas model GIMuR dilihat dari peningkatan kemampuan generik sains yang terjadi pada setiap perlakuan dan membandingkan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dan peningkatan sikap ilmiah sebagai dampak pengiring dari penerapan model pembelajaran.

a. Peningkatan kemampuan generik sains

Tujuan akhir dari pembelajaran dengan model GIMuR ini adalah untuk meningkatkan kemampuan generik sains peserta didik secara optimal. Oleh karena itu, dalam uji coba luas dan uji efektivitas model GIMuR setiap pertemuan dilakukan pretes dan postes. Pretes dan postes ini berfungsi untuk melihat apakah pembelajaran dengan model GIMuR berpengaruh dalam meningkatkan kemampuan generik sains.

Hasil dari uji coba luas menunjukkan bahwa kelas eksperimen maupun kelas kontrol rerata skor postes selalu lebih tinggi dari rerata skor pretes dengan *N-gain* bergerak dari kategori rendah ke sedang. Hal ini menunjukkan bahwa dalam setiap pembelajaran di kelas eksperimen maupun kelas kontrol selalu terjadi peningkatan. Namun *N-gain* pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan *N-gain* pada kelas kontrol.

Berdasarkan analisis *N-gain* pada 5 aspek kemampuan generik sains (Tabel 4.6), didapatkan nilai *N-gain* tertinggi terjadi pada aspek pemodelan matematis (0,34) dan pengamatan langsung (0,31) pada kelas eksperimen. Namun perbedaan *N-gain* yang paling besar antara kedua kelas tersebut adalah pada aspek hukum sebab akibat. Hal ini menunjukkan bahwa pada kelas eksperimen kemampuan peserta didik dalam menunjukkan pemahaman terhadap masalah dan menemukan pola dari gejala sebab akibat semakin terlatih melalui model pembelajaran GIMuR.

Pertemuan pertama di uji coba luas adalah materi gaya magnet. Salah satu contoh soal pilihan ganda sebab akibat adalah peserta didik menentukan arah lengkungan kawat berarus ketika berada di dalam medan magnet homogen. Soal tersebut menuntut peserta didik untuk dapat menunjukkan pemahaman atas fenomena arah gaya magnet yang telah dilakukan pada saat eksperimen, namun dengan bentuk gambar 2 dimensi. Setelah itu menggunakan aturan vektor untuk menentukan arah penyimpangan kawat.

Selain tes tertulis, penilaian kemampuan generik sains juga dilakukan melalui penilaian lembar kerja. Kenaikan N-gain pretest dan posttest pada aspek kemampuan generik sains juga diikuti dengan kenaikan skor penilaian lembar kerja. Sama seperti N-gain, skor penilaian lembar kerja tertinggi ditemukan pada aspek hukum sebab akibat. Namun perbedaannya adalah skor penilaian lembar kerja pada kelima aspek kemampuan generik sains cenderung lebih tinggi dibandingkan skor N-gain.

Dalam berfikir hubungan sebab akibat, peserta didik melakukan beberapa aktivitas yang berhubungan dengan pemahaman fenomena (permasalahan), menggunakan asas yang relevan untuk menjelaskan, menemukan pola dari gejala sebab akibat dan menggunakan variabel-variabel yang relevan. Penilaian kinerja dilakukan dengan menilai hasil diskusi pada modul pembelajaran. Sebagai contoh hasil modul pembelajaran pada topik gaya magnet. Peserta didik diminta untuk menjelaskan temuan mengenai hubungan arus listrik, medan magnet dan arah penyimpangan kawat dengan aturan vektor yang telah didapatkan ketika kelas X. Peserta didik yang mendapatkan nilai rendah pada aspek ini adalah peserta didik yang masih menjawab dengan metode hafalan aturan tangan kanan tanpa disertai keterangan maupun alasan. Selain itu jawaban juga masih belum menunjukkan variabel-variabel dalam temuan. Hasil jawaban peserta didik disajikan pada Lampiran 9.

Temuan pada hasil tes tertulis dan penilaian kinerja ini sesuai dengan penelitian Chaterjee (2013), bahwa fenomena fisika seharusnya dapat dengan mudah dijelaskan dengan penjelasan ilmiah, namun sulit untuk menghilangkan asumsi-asumsi yang muncul dari diri peserta didik. Pada fase *sequence*, peserta didik telah dilatih untuk menentukan variabel terikat dan variabel kontrol dari eksperimen yang akan dilakukan. Kemudian pada fase representasi diberikan arahan untuk dapat menemukan pola atau sifat dari gejala sebab akibat.

Pada pertemuan pertama *N-gain* cenderung pada kategori rendah. Hal ini terjadi karena peserta didik belum mengenal dan belum terbiasa menggunakan model pembelajaran GIMuR. Pada pertemuan kedua, ketiga dan keempat *N-gain* pada kategori sedang. Hal ini terjadi karena peserta didik sudah mulai mengenal dan terbiasa menggunakan model pembelajaran GIMuR.

Hasil implementasi model GIMuR menunjukkan bahwa dalam setiap pembelajaran di tiga sekolah yaitu SMAN 2 Purworejo, SMAN 4 Purworejo dan SMA Muhammadiyah Kutoarjo pada kelas eksperimen selalu terjadi peningkatan kemampuan generik sains. Pada pertemuan pertama *N-gain* cenderung kategori rendah. Pada pertemuan berikutnya *N-gain* pada kategori sedang. Hal ini terjadi karena peserta didik sudah mulai mengenal dan terbiasa menggunakan model GIMuR.

Secara keseluruhan, menunjukkan bahwa penerapan model GIMuR untuk setiap materi pembelajaran di tiga sekolah tersebut tidak terjadi perbedaan hasil pembelajaran. Artinya, terdapat kesamaan peningkatan hasil pembelajaran untuk tiga sekolah tersebut. Jika ditelaah tiap aspek kemampuan generik sains, ada terdapat perbedaan aspek kemampuan generik sains yang mengalami peningkatan tertinggi pada ketiga SMA tersebut.

Implementasi di SMAN 2 Purworejo dan SMAN 4 Purworejo, *N-gain* dan skor penilaian kinerja tertinggi terjadi pada aspek pemodelan matematis dan pengamatan langsung. Materi kemagnetan memiliki tingkat kesulitan matematis yang cukup tinggi (Albe & Venturini, 2001; Saarelainen, 2011). Untuk itu melalui model pembelajaran GIMuR peserta didik diarahkan untuk memahami fenomena terlebih dahulu melalui pengamatan langsung sebelum memberikan konsep matematis. Seperti pada topik medan magnet pada kawat lurus berarus. Bentuk persamaan hukum Biot-Savart adalah bentuk matematis dengan yang mengkaitkan konsep integral dan trigonometri (Serwey & Jewett, 2010). Sebelum memahami hukum tersebut, pada model pembelajaran GIMuR

peserta didik harus melakukan pengamatan terlebih dahulu terhadap fenomena medan magnet di sekitar kawat lurus berarus. Sehingga dapat dipahami jika kemampuan generik sains pada aspek pengamatan langsung dapat meningkat di setiap pertemuan. Pada awalnya peserta didik menggambarkan arah medan magnet berdasarkan hasil pengamatan. Percobaan yang dilakukan menuntut peserta didik untuk aktif mencoba dan menentukan variabel percobaan sendiri. Semua hasil tersebut digambar dan dicatat dengan baik sehingga kemudian dapat mengungkapkan fenomena-fenomena tersenut dalam bentuk rumusan.

Temuan ini sejalan dengan konsep *sequence* pada model pembelajaran multi representasi. Bahwa urutan tantangan representasional penting untuk diberikan dan disesuaikan dengan karakteristik dari materi yang akan diajarkan (Waldrup, 2010). Beberapa penelitian lain juga telah membuktikan bahwa pada dasarnya asal usul aturan-aturan matematis dimulai dari ketertarikan atas mengungkap fenomena-fenomena alam (Uhdén, *et.al.*, 2012).

Pada SMA Muhammadiyah Kutoarjo N-gain tertinggi terjadi pada aspek pengamatan langsung dan bahasa simbolik sedangkan skor penilaian kinerja terjadi pada aspek hukum sebab akibat dan bahasa simbolik. Temuan yang menarik pada saat implementasi di SMA ini adalah kemampuan para peserta didik dalam memahami bahasa simbolik. Materi kemagnetan memiliki banyak simbol-simbol yang menentukan arah medan. Pada studi pendahuluan ditemukan bahwa guru mengalami kesulitan dalam menerangkan mengenai arah medan maupun gaya magnet (Fatmaryanti, *et. al.*, 2015). Buku fisika yang digunakan sebagai referensi pun memiliki cara yang berbeda dalam menuliskan simbol arah vektor, seperti masuk dan keluar bidang, dengan arah mata angin, arah kanan dan kiri. Pada model pembelajaran GIMuR, peserta didik diberikan kebebasan untuk merepresentasikan arah medan dan gaya magnet dengan gambar yang dibuat sendiri sesuai hasil pengamatan. Contoh hasil kerja peserta didik dalam merepresentasikan arah medan

magnet pada kasus kawat lurus dengan berbagai bentuk disajikan dalam Lampiran 16.

Beberapa penelitian tentang simbol-simbol yang ada di materi kemagnetan juga telah membuktikan bahwa peserta didik mengalami salah konsep ketika simbol arah medan magnet diganti dari bentuk vektor ke bentuk garis medan magnet (Scaife & Heckler, 2010). Menurut Lozano & Cardenas, (2002) bahasa simbolik yang biasa digunakan sebagai bentuk formal dari komponen tertentu membuat peserta didik sulit memahami simbol dan hubungan antara simbol. Untuk itu guru hanya perlu merefleksikan secara jelas tentang aspek sematik dan sintaksis dari bahasa simbolik yang digunakan dalam deskripsi matematika tentang fenomena fisika.

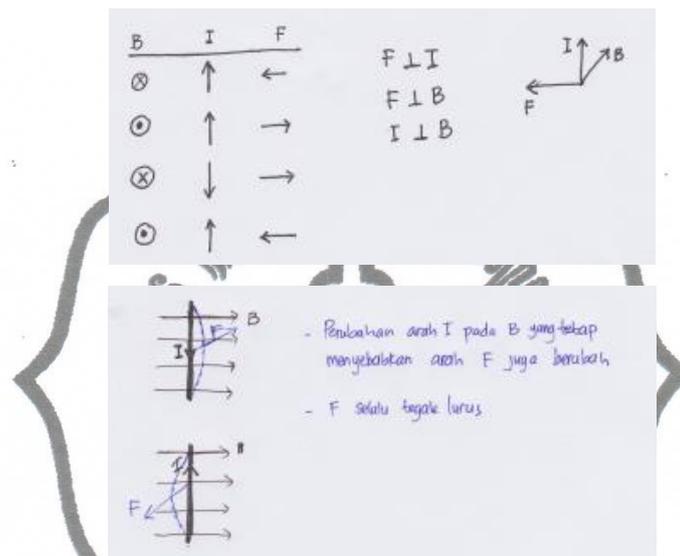
Jika dilihat dari lima aspek kemampuan generik sains disimpulkan bahwa semua aspek kemampuan generik sains berkategori sedang. Sehingga pembelajaran dengan model GIMuR dapat meningkatkan kelima aspek kemampuan generik sains pada ketiga sekolah tersebut.

Nilai Ngain yang hanya masuk pada kategori sedang diduga disebabkan oleh beberapa kendala antara lain mengungkapkan sebuah konsep dalam bentuk gambar dan verbal masih membutuhkan pembiasaan dan latihan. Kebiasaan untuk menghafal persamaan matematik membuat peserta didik kesulitan dalam menuliskan hasil pengamatan dalam bentuk grafik, membuat hubungan antar variabel penelitian dan menarik kesimpulan berdasarkan aturan-aturan matematis yang telah dipelajari sebelumnya.

Oleh karena itu, dengan pembelajaran menggunakan model GIMuR diharapkan pembelajaran tidak berpusat kepada guru (*teacher centered*) lagi tetapi berpusat kepada peserta didik (*student centered*),

lebih menekankan kepada proses pembelajaran, dan munculnya kreativitas guru dalam pembelajaran.

Penggunaan multi representasi dalam mengungkapkan hasil investigasi juga berperan dalam meningkatkan kemampuan generik sains peserta didik. Beberapa contoh jawaban disajikan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Beberapa bentuk representasi jawaban hasil investigasi peserta didik

Dalam model pembelajaran GIMuR peserta didik dilatih untuk merepresentasikan jawaban dengan berbagai bentuk. Persamaan matematis tidak diletakkan atau menjadi pertanyaan pertama. Seperti pada Gambar 4.9, peserta didik tidak langsung menggunakan aturan perkalian silang vektor dalam menentukan arah gaya magnet. Tetapi melalui pengamatan langsung pada tahap investigasi. Peserta didik melakukan berbagai macam variasi hubungan arus listrik dan medan magnet. Cara peserta didik menggambar hasil pengamatan pun beragam. Termasuk cara menyimpulkan hasil investigasi. Gambar 4.9 terlihat ada 3 bentuk representasi yang dibuat peserta didik yaitu gambar, matematik dan verbal.

b. Peningkatan Sikap Ilmiah

Dampak pengiring dari penerapan model pembelajaran GIMuR adalah meningkatnya sikap ilmiah dari peserta didik. Observasi sikap ilmiah dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung. Perolehan skor sikap ilmiah pada implementasi model GIMuR di ketiga SMA terjadi peningkatan pertemuan pertama dengan pertemuan kedua. Dengan rata-rata skor $> 3,2$ maka sikap ilmiah peserta didik di ketiga SMA termasuk dalam kategori sangat baik (Ratumanan & Laurens, 2006).

Berdasarkan data perolehan skor sikap ilmiah (Tabel 4.24, 4.25 dan 4.26) diketahui bahwa aspek kerjasama selalu mendapatkan skor tertinggi di ketiga SMA tersebut. Sejak awal pembelajaran, pada tahap organisasi, peserta telah dibentuk dalam kelompok-kelompok kecil. Interaksi antara peserta didik terjadi terutama pada saat kegiatan diskusi kelompok dan presentasi. Sehingga peserta didik mampu menunjukkan sikap positif terhadap tugas dan berusaha menyelesaikan tugas kelompok.

Dalam teori konstruktisme vygotskian memandang bahwa pengetahuan disusun secara bersama-sama antar individu (Arends, 2012). Pada fase investigasi, peserta didik melakukan proses penyelidikan berkelompok, bersama-sama mulai dari memilih alat-alat, merancang percobaan dan pengamatan. Sehingga dibutuhkan kerjasama dan komunikasi yang baik antar peserta didik. Hal ini membuktikan bahwa sistem sosial dan prinsip reaksi dari model pembelajaran GIMuR telah berjalan dengan baik. Beberapa penelitian juga telah menunjukkan bahwa pembelajaran dengan inkuiri dapat meningkatkan sikap ilmiah peserta didik (Vlasi & Karaliota, 2013; Setiawati & Fatmaryanti, 2013).

5. Temuan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan penelitian dalam implementasi model GIMuR, terdapat beberapa temuan sebagai berikut.

- a) Model GIMuR terdiri dari lima fase yaitu: (1) organisasi dan orientasi, (2) *sequence* dan hipotesis, (3) investigasi, (4) representasi, dan (5) evaluasi – refleksi.
- b) Model GIMuR merupakan model pembelajaran pada topik fisika kemagnetan dengan permasalahan sehari-hari (autentik) yang membuat konfrontasi kepada peserta didik. Dengan tahap *sequence* peserta didik terlatih untuk menguji hipotesis melalui penyelidikan dan memberikan analisis jawaban dengan berbagai bentuk representasi.
- c) Model GIMuR memiliki validitas baik berdasarkan diskusi dan penilaian ahli dan penilaian guru SMA pengguna model.
- d) Model GIMuR memiliki kepraktisan yang tinggi, ditunjukkan dengan tingkat keterlaksanaan dan kemenarikan melalui pengamatan dari observer.
- e) Model GIMuR sangat efektif dalam meningkatkan kemampuan generik sains peserta didik baik untuk sekolah kategori tinggi, sedang, maupun rendah.
- f) Kemampuan generik sains peserta didik selama ini belum diajarkan oleh guru secara langsung dan dalam penyampaian pembelajaran guru cenderung verbalis dan matematis.

6. Kelebihan dan Kekurangan Model GIMuR

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan hasil implementasi model GIMuR, maka model ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dan kekurangannya adalah sebagai berikut.

a. Kelebihan Model GIMUR

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan hasil implementasi kelebihan model pembelajaran GIMuR adalah sebagai berikut.

- 1) Model pembelajaran GIMuR secara signifikan mampu meningkatkan kemampuan generik sains peserta didik SMA.

- 2) Model pembelajaran GIMuR mampu meningkatkan aktivitas dan respon peserta didik dengan kategori tinggi.
- 3) Model pembelajaran GIMuR mampu menghadirkan suasana pembelajaran yang demokratis dan kolaboratif.
- 4) Model pembelajaran GIMuR mampu memposisikan guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran.
- 5) Model pembelajaran GIMuR memposisikan peserta didik sebagai peneliti karena memberikan ruang kepada peserta didik untuk mengasah keterampilan proses dan keterampilan psikomotor pada waktu pengambilan data.
- 6) Model pembelajaran GIMuR mampu menciptakan lingkungan sosial yang tinggi yang diwujudkan dalam bentuk interaksi peserta didik dengan peserta didik, dan peserta didik dengan guru secara komunikatif.
- 7) Model pembelajaran GIMuR mampu meningkatkan sikap ilmiah peserta didik

b. Kelemahan Model Pembelajaran GIMuR

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan hasil implementasi kekurangan dari model pembelajaran GIMuR adalah sebagai berikut.

- 1) Model pembelajaran GIMuR memerlukan daya dukung sarana prasarana yang lebih terutama peralatan laboratorium fisika yang lengkap.
- 2) Membutuhkan waktu yang cukup lama dalam menyiapkan perangkat pembelajaran agar guru menguasai materi dan langkah pembelajaran sehingga efektivitas pembelajaran tinggi
- 3) Memerlukan kemampuan guru dalam mengelola kelas secara lebih terencana dan terorganisasi.

c. Tantangan Bagi Pengguna Model Pembelajaran GIMuR dalam Pembelajaran Fisika di SMA

- 1) Guru harus menyiapkan perangkat pembelajaran yang lengkap mulai dari RPP, modul pembelajaran, Bahan ajar, dan penilaian berbasis kurikulum 2013.
- 2) Guru harus berlatih secara intensif terutama dalam memilih masalah pembelajaran yang sifatnya *ill-defined* dan autentik.
- 3) Guru harus mengalokasikan waktu pembelajaran yang lebih, agar proses pembelajarannya optimal sehingga hasil belajarnya juga optimal.

7. Aplikasi Kemagnetan dalam Kehidupan Sehari-hari

Selain pada aplikasi teknologi spektrometer masa, galvanometer dan motor listrik seperti pada pembahasan sebelumnya, kemagnetan memiliki banyak manfaat pada bidang lain. Beberapa bidang tersebut adalah pada kesehatan, geologi dan teknologi informasi

Penggunaan magnet dalam bidang kesehatan salah satunya adalah MRI (*Magnetic Resonance Imaging*). MRI digunakan sebagai pemeriksaan diagnostik radiologi, melalui rekaman gambar potongan penampang tubuh maupun organ manusia (Rohmayati, *et.al*, 2013). Alat ini memanfaatkan kuat medan magnet besar yaitu antara 0,064- 1,5 Tesla dan prinsip resonansi getaran terhadap inti atom hidrogen. Kualitas gambar dari MRI mampu memberikan gambaran yang lebih jelas dengan perbedaan yang kontras sehingga anatomi dan patologi jaringan tubuh dapat dievaluasi secara teliti.

Pada bidang geologi, magnet dimanfaatkan pada survey geomagnetic. Tujuannya adalah memberikan informasi mengenai keberadaan, distribusi dan struktur dari formasi batuan terkait (Nurinaya, *et.al.*, 2015). Bumi merupakan medan magnet yang sangat besar. Prinsip utama dari survey ini adalah medan magnet bumi menginduksi mineral-mineral yang bersifat magnetik pada formasi batuan tertentu. Hasil pengukuran variasi medan magnet bumi sebagai fungsi dari

posisi dapat memberikan informasi keberadaan dan struktur dari formasi batuan yang terkait.

Penerapan magnet lainnya juga dapat ditemui pada bidang teknologi informasi, seperti pada kartu magnetik. Secara sederhana kartu ini mengandung salah satu objek magnetik yang tertanam dalam kartu atau garis magnetik di bagian luar kartu yang mampu menyimpan segala bentuk data digital. Prinsip sederhananya adalah menyimpan data dengan memodifikasi magnetisme besi kecil berbasis partikel magnetik pada kelompok bahan magnetik pada kartu. Kartu ini biasanya digunakan dalam kartu kredit, kartu identitas, dan tiket transportasi.

