

BAB V

PEMBAHASAN, KESIMPULAN, DAN REKOMENDASI

Setelah mengemukakan hasil-hasil data mengenai aspek yang diteliti yakni penguasaan siswa mengenai konsep-konsep mekanika melalui grafik ditinjau dari jenis pengetahuan procedural dan analisis tugas belajar, maka dalam bab ini akan dibahas hasil-hasil penemuan itu, yang dilanjutkan dengan kesimpulan dan rekomendasi.

A. Pembahasan

Sebelum dibahas mengenai hasil penemuan penelitian, terlebih dahulu dikemukakan tentang keterbatasan studi ini. Sesuai dengan sifatnya, penelitian yang menggunakan pendekatan studi kasus, objek penalarannya terbatas. Demikian pula penelitian ini, melibatkan 183 siswa dari kelas II-IV, selanjutnya dipilih 10 orang siswa dari kelima kelas itu di antaranya dites lisan dengan wawancara, dan tes tertulis serta 3 orang guru (1 orang guru fisika dan 2 orang guru matematika kelas I) sebagai kolega penelitian dalam menanggapi kasus yang diperoleh dari siswa. Sebagai implikasinya, hasil studi ini menjadi tidak dapat digeneralisasikan. Sebagaimana pendapat Guba (dalam Arbi ed., 1987: 128), bahwa dalam pendekatan evaluasi kualitatif generalisasi yang mungkin hanya sebagai suatu hipotesis kerja, untuk dites kembali dalam penjumpaan berikut dan sekali lagi dalam penjumpaan sesudah itu. Walaupun demikian, diharapkan paling tidak hasil studi ini akan berguna bagi pengajar-

an sains pada umumnya dan pengajaran fisika pada khususnya di SMA. Lebih jauh temuan-temuan dari penelitian, diharapkan dapat bermanfaat untuk meningkatkan hasil belajar siswa di masa mendatang.

Konsep-konsep mekanika melalui grafik khususnya yang diajarkan di SMA merupakan konsep yang esensial (Sears, 1980; Budisusilo, 1980; Kanginan, 1991). Untuk itu perlu diketahui sejauhmana penguasaan siswa menguasai konsep-konsep tersebut. Uraian berikut mencoba membahas masalah penguasaan siswa dengan menggunakan temuan-temuan yang diperoleh dari hasil penelitian.

Berdasarkan temuan hasil penelitian penguasaan rata-rata siswa kelas I SMA menguasai konsep-konsep mekanika melalui grafik berdasarkan jenis pengetahuan prosedural sekitar 34,2 % dari materi yang diujikan.

Daya serap siswa yang mencapai 34,2 %, mencerminkan masih banyak konsep-konsep mekanika yang belum dikuasai dengan baik. Meskipun demikian tidak berarti semua siswa memiliki penguasaan rendah. Pada analisis data (Lampiran V) ada tujuh siswa mempunyai penguasaan lebih dari 75 % dari seluruh soal yang diujikan dan ada sebelas siswa mempunyai penguasaan kurang dari 25 % dari seluruh siswa yang diujikan. Kenyataan ini menunjukkan bahwa penguasaan siswa dalam menguasai konsep-konsep mekanika melalui grafik berdasarkan jenis pengetahuan prosedural mempunyai rentangan yang cukup besar.

Ditinjau dari konsep-konsep mekanika yang dijadikan objek penelitian, yaitu konsep jarak dan perpindahan, kecepatan dan laju, percepatan, gerak lurus beraturan, dan gerak jatuh bebas. Penguasaan siswa terhadap konsep-konsep ini bervariasi. Apabila disimak Tabel 3 (hal. 62), siswa yang telah menguasai konsep-konsep mekanika melalui grafik adalah siswa yang termasuk kategori 9 untuk butir soal jenis pengetahuan prosedural urutan-aksi atau termasuk kategori 5 untuk butir soal jenis pengetahuan prosedural pengenalan-pola. Akan tetapi dari penyebaran kategori-kategori penguasaan konsep-konsep mekanika melalui grafik, baik untuk butir soal jenis pengetahuan prosedural urutan-aksi maupun pengenalan-pola bervariasi (simak Tabel 16 dan 17 pada hal 67 dan 68). Jadi, Penguasaan siswa bervariasi ini di antaranya dikarenakan oleh penguasaan keterampilan prasyaratnya dari siswa bervariasi.

1. Konsep Jarak dan Perpindahan

Konsep jarak dan perpindahan dalam instrumen penelitian tertulis (I) terdapat pada butir soal nomor 1 dan 2. Butir soal nomor 1 berkaitan dengan jenis pengetahuan prosedural urutan-aksi dan butir soal nomor 2 berkaitan dengan jenis pengetahuan prosedural pengenalan-pola.

Penguasaan siswa pada butir soal nomor 1 sebesar 23 % (Lampiran V). Ini menunjukkan bahwa masih banyak siswa yang menemui kesulitan dalam menyelesaikan butir soal nomor 1 ini. Butir soal nomor 1 ini sebenarnya

keterampilan prasyaratnya.

Apabila dibandingkan dengan penelitian Mc Dermott, et al. (1987), kesulitan-kesulitan seperti ini yang tidak tersolidiki oleh penelitian mereka, yaitu hubungan di antara grafik dengan rumus secara matematis.

Pada kasus lain, pada butir soal nomor 1 ini tidak ditemukan siswa berkategori 1, artinya tidak ditemukan siswa yang tidak berusaha membuat grafik. Hal ini dikarenakan konsep jarak dan perpindahan diberikan pada siswa paling dahulu sebelum konsep-konsep mekanika lainnya diberikan, juga konsep ini merupakan keterampilan prasyarat untuk konsep-konsep mekanika lainnya yang lebih lanjut. Sedangkan, siswa yang termasuk kategori 8 ada 17 orang dan kategori 9 ada 26 orang. Siswa pada kategori 8 adalah siswa telah mampu membuat grafik dengan benar, akan tetapi tidak dapat menyebutkan bentuk grafiknya. Ini dikarenakan bentuk grafiknya adalah bentuk kurva parabola tidak penuh atau kurva parabola untuk kuadran I saja, sehingga banyak siswa yang belum mengenal bentuk kurva parabola demikian. Bentuk kurva parabola ini disebabkan oleh variabel t (waktu) tidak ada yang negatif, sehingga t haruslah positif maka nilai variabel s (posisi) yang diperoleh akan positif juga. Keragu-raguan anak dalam menyebutkan bentuk kurva parabola demikian, dikarenakan anak belum menjumpai bentuk kurva parabola demikian dalam bidang studi matematika (misalnya). Kebanyakan

bagaimana menggambar suatu grafik posisi suatu partikel (s) terhadap waktu (t) dengan persamaannya telah ditentukan, yaitu $s(t) = 5t^2 + 1$ dan bentuk grafik persamaan tersebut. Pada butir soal ini ada 50 orang siswa termasuk kategori 2, yaitu siswa yang mengurutkan data pada salah satu kolom atau kedua-duanya, tetapi tidak ada korespondensi satu-satu yang dibuat di antara variabel. Penelusuran pada siswa-siswa kategori 2 melalui wawancara, ternyata siswa telah mampu membedakan variabel bebas dan variabel tergantung dari persamaan itu, dan kemudian mengganti variabel bebas (t) dengan bilangan kemudian disubstitusikan pada persamaan itu sehingga nilai variabel terganturnya (s) diperoleh. Akan tetapi siswa tidak mampu menunjukkan suatu korespondensi satu-satu yang dibuat di antara variabel t dan s . Kesulitan-kesulitan ini disebabkan, di antaranya siswa kurang menguasai keterampilan dalam membuat grafik apabila persamaan grafiknya diketahui. Keterampilan ini merupakan keterampilan prasyarat yang harus dikuasai oleh siswa untuk menguasai konsep-konsep jarak dan perpindahan melalui grafik. Apabila dilihat Tabel 19, 17 dan 20, maka diperoleh siswa yang termasuk kategori 2 dengan rata-rata penguasaan keterampilan prasyaratnya. Seperti AD (0% dan 100%), ET (100% dan 40%), HA (0% dan 0%), AT (100% dan 60%), dan TR (0% dan 7%). Kecenderungan rata-rata penguasaan keterampilan ini kurang dari 75 %. Artinya, siswa-siswa ini cenderung belum menguasai

mereka sering menjumpai bentuk kurva parabola penuh, baik terbuka ke atas atau ke bawah. Berbeda dengan siswa kategori 9, mereka telah mampu membuat grafik dengan benar, dan mampu menyebutkan bentuk grafiknya. Mereka tidak menemui kesulitan dalam menyebutkan bentuk grafik, meskipun bentuk grafiknya kurva parabola tidak penuh, dikarenakan mereka telah menguasai keterampilan prasyarat membuat grafik parabola dengan domain (daerah asalnya) ditentukan. Alasan lain, mereka telah menemukan ciri-ciri khusus dari persamaan kuadrat, yaitu bentuk grafiknya kurva parabola.

Berbeda dengan siswa kategori 2, pada siswa-siswa kategori 8 dan 9 tidak ditemukan kesulitan-kesulitan seperti pada siswa kategori 2. Hal ini diantaranya disebabkan mereka telah menguasai keterampilan prasyarat dalam membuat grafik. Seperti tampak pada Tabel 18, 19 dan 20, yaitu LH (100% dan 94%), WH (100% dan 100%), AS (100% dan 100%), IM (100% dan 87%) dan NN (100% dan 87%). Kecenderungan rata-rata penguasaan keterampilan prasyarat ini lebih dari 75%. Dengan demikian, suatu kemampuan penguasaan keterampilan prasyarat secara komplit berpengaruh pada penguasaan suatu konsep yang dipelajari oleh siswa.

Penguasaan siswa pada butir soal nomor 2 (konsep jarak dan perpindahan) sebesar 64,8% (Lampiran V). Butir soal ini menanyakan bagaimana pola grafik jarak (s) terhadap waktu (t) dari suatu mobil yang dinyatakan

oleh $s(t) = at + b$, jika $a > 0$, $b > 0$ dan alasan pilihan jawaban dari siswa. Artinya, meminta kepada siswa untuk mengemukakan alasannya. Jawaban untuk butir soal nomor 2 dapat dilihat pada pedoman jawaban (lampiran 1). Jawaban yang dikemukakan dari siswa yang berkategori 5, yaitu suatu yang dapat memilih pilihan benar dan memberikan alasan benar adalah jawaban yang agak berbeda dari pedoman jawaban. Ia membuat tabel yang menghubungkan antara t dan s , dengan a dan b masing-masing diganti dengan bilangan, sehingga pasangan bilangan (t, s) dapat ditentukan. Kemudian digambar grafiknya, selanjutnya gambar grafik ini dibandingkan dengan pilihan (option) yang tersedia. Jawaban seperti ini merupakan strategi kognitif berkaitan yang dikemukakan oleh siswa untuk mengemukakan alasan pilihan. Strategi kognitif berkaitan dengan keterampilan intelektual yang dipikih (Gardner, 1991 : 197). Artinya, strategi kognitif merupakan kapabilitas baru yang siap digunakan sebagai strategi untuk menghadapi situasi-situasi lainnya, terutama yang berkaitan dengan menggambar grafik dan menginterpretasikannya. Pada siswa berkategori 5 tidak ditemui kesulitan-kesulitan dalam menjawab butir soal nomor 2. Hal ini di antaranya disebabkan siswa tersebut telah menguasai keterampilan prasyarat dalam membuat grafik maupun menginterpretasikan grafik. Seperti tampak pada Tabel 13, 19 dan 20, yaitu TM (66,7% dan 67%). Rata-rata penguasaan keterampilan prasyarat ini kurang sedikit dari 70%. Ar-

tinya siswa TM cenderung telah menguasai keterampilan prasyaratnya.

Pada butir soal nomor 2 ini ditemukan siswa yang termasuk kategori 1, yaitu siswa yang tidak berusaha menjawab soal sebanyak tujuh orang. Pada umumnya mereka mengatakan materinya sukar, kekurangan waktu untuk mengerjakan soal dan sisanya tidak tahu. Ini menunjukkan mereka tidak menguasai keterampilan yang disyaratkan, yaitu langkah-langkah membuat grafik dan pengetahuan yang berkenaan dengan persamaan $y = mx + c$, dengan m sebagai gradien. Tidak terkuasai keterampilan yang disyaratkan ini terlihat juga pada banyak siswa yang termasuk kategori 2, yaitu jika siswa tidak dapat memilih pilihan benar dan tidak dapat mengemukakan alasan yang benar atau tidak memberikan alasan jawaban, sebanyak 50 orang siswa. Apabila diambil Tabel 10,19 dan 20 maka diperoleh siswa yang termasuk kategori 2 dengan rata-rata penguasaan keterampilan prasyaratnya. Seperti LI (0% dan 34%), RB (0% dan 56%), ET (0% dan 84%), NA (0% dan 28%), AT(0% dan 33%), NA (100% dan 56%), TI (2% dan 50%). Kecenderungan rata-rata penguasaan keterampilan prasyarat ini kurang dari 75%, kecuali NA (100% dan 75%). Artinya, siswa-siswa ini cenderung belum menguasai keterampilan prasyaratnya.

2. Konsep Kecepatan dan Laju

Konsep kecepatan dan laju dalam instrumen penelitian tertulis (I) terdapat pada butir soal nomor 3 dan

4. Butir soal nomor 3 berkaitan dengan jenis pengetahuan prosedural urutan-akasi dan butir soal nomor 4 berkaitan dengan jenis pengetahuan prosedural pengenalan-pola.

Penguasaan siswa pada butir soal nomor 3 (konsep kecepatan dan laju) sebesar 50,5 % (Lampiran V). Ini menunjukkan masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan butir soal nomor 3 ini. Butir soal ini menanyakan bagaimana menggambar grafik posisi (s) terhadap waktu (t) dengan persamaan posisinya dinyatakan oleh $s = 3t$ dan menghitung kecepatan rata-ratanya dalam selang waktu yang telah ditentukan. Kemampuan anak dalam menggambar grafik pada butir soal nomor 3, pada dasarnya mirip dengan butir soal nomor 1, akan tetapi pada butir soal nomor 3, siswa dituntut untuk menghitung kecepatan rata-rata dari grafik posisi (s) terhadap waktu (t). Ada 42 orang siswa yang termasuk kategori 8 dan 50 orang siswa termasuk kategori 9 pada butir soal nomor 3. Siswa pada kategori 8 adalah siswa yang telah mampu membuat grafik dengan benar, akan tetapi tidak dapat menghitung kecepatan rata-ratanya. Ini dikarenakan anak tidak mampu menerapkan rumus kecepatan rata-rata, yaitu $v_r = \Delta s / \Delta t$ dengan membaca grafik posisi (s) terhadap waktu (t). Artinya, anak telah mengenal rumus kecepatan rata-ratanya akan tetapi belum memahaminya dengan benar, apalagi dikaitkan dengan membaca grafik. Berbeda dengan siswa kategori 9, mereka telah mampu membuat grafik dengan benar, dan mampu menghitung kecepatan rata-

ratanya dalam selang waktu yang telah ditentukan, yaitu $v_r = 3$ m/detik. Mereka tidak menemui kesulitan dalam menghitung kecepatan rata-ratanya dari grafik posisi (s) terhadap waktu (t) yang telah mereka gambarkan. Artinya, mereka telah memahami dengan benar rumus kecepatan rata-rata yang telah mereka peroleh.

Dalam menghitung kecepatan rata-rata untuk setiap selang waktu pada beberapa siswa yang menjawab benar, mereka menghitung kecepatan rata-rata untuk selang waktu antara $t = 0$ sampai $t = 1$ detik, sedangkan untuk selang waktu $t = 1$ detik sampai $t = 2$ detik, $t = 2$ detik sampai $t = 3$ detik, dan $t = 3$ detik sampai $t = 4$ detik hanya menuliskan hasil perhitungannya saja, tanpa menuliskan proses pengerjaannya seperti pada selang waktu antara $t = 0$ detik sampai $t = 1$ detik. Kuat dugaan anak telah memahami konsep kecepatan rata-rata. Artinya, anak telah memahami bahwa kecepatan rata-rata untuk setiap interval waktu yang telah ditentukan akan sama.

Penguasaan siswa pada butir soal nomor 4 (konsep kecepatan dan laju) sebesar 56 % (Lampiran V). Butir soal nomor 4 ini menanyakan bagaimana grafik kecepatan rata-rata (v_t) terhadap posisi (s) dari suatu mobil bergerak dan alasan jawabannya. Butir soal ini berkaitan dengan butir soal nomor 3. Dari beberapa alasan jawaban yang diberikan oleh siswa kategori A (siswa yang diwawancarai) dapat diilustrasikan sebagai berikut:

- karena kecepatannya tetap dan kecepatan awalnya

dinilai dari nol.

- karena kecepatan rata-ratanya 3 m/detik dan tetap.
- karena v tetap.
- karena kecepatannya tetap 3 m/detik.
- karena kecepatan rata-ratanya tetap 3 m/detik.

Alasan-alasan ini dianggap sudah benar (lihat lampiran 1). Dengan demikian telah mampu menginterpretasikan bentuk grafik ke dalam ide-ide baru, yaitu dari bentuk grafik $s-t$ ke dalam bentuk grafik $v-s$.

Pada butir soal 4 ini ditemukan siswa yang termasuk kategori 3, yaitu siswa yang tidak dapat memilih pilihan benar akan tetapi dapat memberikan alasan yang benar, sebanyak 11 orang siswa. Alasan jawaban yang dikemukakan oleh siswa kategori 3 (siswa yang diwawancarai) dapat diilustrasikan sebagai berikut.

- karena kecepatan untuk tiap-tiap waktu itu adalah 3 m/detik, untuk selanjutnya kecepatan rata-ratanya tersebut takkan berubah walaupun dalam waktu yang lama.

Mereka kesulitan dalam mengenali pola grafik untuk butir soal nomor 4, maka mereka memilih option D, mungkin keliru (terkecoh) dengan option E (lihat Lampiran 1), karena grafiknya hampir mirip, padahal berbeda karena option D berbentuk grafik dengan $t < 0$ (negatif). Mereka kurang memahami mengenai waktu, di mana waktu tempuh tidak negatif. Sehingga jarak tempuh yang dihasilkan tidak negatif. Dengan demikian grafik v terhadap s yang dihasilkan berupa garis lurus sejajar sumbu s dimulai

dari titik (0,3) ke kanan, karena kecepatan rata-ratanya tetap yaitu $v_r = 3$ m/detik. Di muka telah diungkapkan bahwa butir soal nomor 4 ini berkaitan dengan butir soal nomor 3. Akibatnya, siswa yang tidak mampu menjawab butir soal nomor 3, maka otomatis ia tidak mampu menjawab butir soal nomor 4. Adapun ia menjawab hanya tebak-tebakan saja, karena butir soal nomor 4 berbentuk pilihan ganda lima option. Apalagi mereka diharapkan dapat memberikan alasan pilihan yang benar, kual. dugaan sangat kecil kemungkinan.

3. Konsep Percepatan

Konsep percepatan dalam instrumen penelitian tertulis (I) terdapat pada butir soal nomor 5 dan 6. Butir soal nomor 5 berkaitan dengan jenis pengetahuan prosedural urutan-urutan dan butir soal nomor 6 berkaitan dengan jenis pengetahuan prosedural pengenalan pola.

Penguasaan siswa pada butir soal nomor 5 (konsep percepatan) sebesar 30% (Laepirar V). Ini menunjukkan masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan butir soal nomor 5 ini. Butir soal ini menanyakan bagaimana menggambar grafik kecepatan suatu benda (v) terhadap waktu (t) dengan persamaan kecepatan benda itu adalah $v(t) = \frac{1}{2}t + 2$ dan menghitung percepatan rata-rata dalam selang waktu yang telah ditentukan. Kemampuan anak dalam menggambar grafik pada butir soal nomor 5, pada dasarnya sama dengan butir soal nomor 1 dan 3, akan tetapi pada butir soal nomor 5,

siswa dituntut menghitung percepatan rata-rata dari grafik kecepatan suatu benda (v) terhadap waktu (t). Pada butir soal nomor 3 ini ada 35 orang siswa yang termasuk kategori 8 dan 25 orang siswa yang termasuk kategori 9. Siswa pada kategori 8 adalah anak yang telah mampu membuat grafik dengan benar, akan tetapi tidak dapat menghitung percepatan rata-ratanya. Ini dikarenakan anak tidak mampu menerapkan rumus percepatan rata-ratanya, yaitu $a = \Delta v / \Delta t$, dengan membaca grafik kecepatan suatu benda (v) terhadap waktu (t). Artinya, anak telah mengenal rumus percepatan rata-rata akan tetapi belum memahaminya dengan benar, apalagi pengkaitan rumus itu dengan grafik. Berbeda dengan siswa kategori 9, mereka telah mampu membuat grafik dengan benar, dan mampu menghitung percepatan rata-ratanya dalam selang waktu yang telah ditentukan, yaitu $a = 4 \text{ m/detik}^2$. Mereka tidak menemui kesulitan dalam menghitung percepatan rata-ratanya dari grafik kecepatan (v) terhadap waktu (t) yang telah mereka gambarkan. Artinya, mereka telah memahami dengan benar rumus percepatan rata-rata yang telah mereka peroleh.

Dalam menghitung percepatan rata-rata untuk setiap selang waktu pada beberapa siswa yang menjawab benar, mereka menghitung percepatan rata-rata untuk selang waktu antara $t = 0$ sampai $t = 1$ detik, sedangkan untuk selang waktu $t = 1$ detik sampai $t = 2$ detik, $t = 2$ detik sampai $t = 3$ detik, dan $t = 3$ detik sampai $t = 4$ detik.

ianya menuliskan hasil perhitungannya saja, tanpa menuliskan proses pengerjaannya seperti pada butir waktu antara $t = 0$ detik sampai $t = 1$ detik. Kez cugan anak telah memahami konsep percepatan rata-rata. Artinya, anak telah memahami bahwa percepatan rata-rata untuk setiap interval waktu yang telah ditentukan akan sama.

Ditemukan tiga orang siswa berkategori 1, yakni siswa yang tidak berusaha membuat grafik pada butir soal nomor 5 menunjukkan bahwa mereka kesulitan dalam menjawab butir soal nomor 5 ini. Mereka menganggap bahan materi ini sukar. Sebenarnya, sebelum mempelajari konsep percepatan, terlebih dahulu telah mengenal konsep jarak dan perpindahan, dan konsep kecepatan dan laju. Artinya, mereka telah diberikan keterampilan prasyarat untuk mempelajari konsep percepatan, supaya anak tidak akan mengalami kesulitan dalam menguasai konsep percepatan. Ternyata sebaliknya, ada beberapa anak menduga sendiri dapat menguasai konsep percepatan. Percepatan ada di mana mana perubahan kecepatan dalam selang waktu tertentu. Rata-rata dari perubahan adalah konsep konkrit. (Rosen & Lawson, 1973: 274). Misalnya km/jam, mpetak/s, dan lain-lain merupakan sama situasi yang di mana siswa akan dialami secara konkrit. Tetapi mereka anak diajarkan mengubah rata-rata itu, misalnya km/jam menjadi km/jam/detik, mungkin anak menganggapnya pembagian atau pembagian besar menjadi. Dengan demikian, diajarkan

percepatan merupakan salah satu konsep abstrak. Hal inilah yang menyebabkan konsep percepatan lebih kompleks derajat kesukarannya untuk dapat "dideteksi" dengan baik oleh anak. Oleh karena itu, penguasaan keterampilan prasyarat untuk suatu konsep harus benar-benar dikuasai oleh siswa, sehingga sedikit kemungkinan anak menemui kesulitan-kesulitan dalam menguasai konsep-konsep itu.

Penguasaan siswa pada butir soal nomor 4 (konsep percepatan) adalah 30,8 % (Lampiran V). Butir soal ini menanyakan bagaimana pola grafik percepatan (a), pada (a) terhadap kecepatan (v) dari suatu benda yang bergerak dan alasan jawabannya. Butir soal ini berkaitan dengan butir soal nomor 5. Sehingga siswa yang tidak mampu menjawab butir soal nomor 5, maka otomatis ia tidak mampu menjawab butir soal nomor 6 dengan benar. Butir soal nomor 6 ini pada dasarnya mirip dengan butir soal nomor 4 hanya berbeda pada variabel-variabelnya saja, sehingga kesalahan yang timbul tidak jauh berbeda dengan kesalahan yang dibuat pada butir soal nomor 4. Contohnya, ada lima orang siswa yang berkategorik 3. Mereka kesulitan dalam mengeni pola grafik untuk butir soal nomor 6, mereka terkecoh dengan option F (lihat Lampiran I), padahal seharusnya option D, di mana option D berupa grafik dengan tidak munggalah v yang negatif. Hal ini disebabkan t (waktu tempuh) positif. Dengan demikian gambar grafik a vs v berupa garis lurus sejajar sumbu v dimulai dari titik $(0,0)$ ke atas.

4. Konsep Gerak Lurus Beraturan

Konsep Gerak Lurus Beraturan dalam instrumen penelitian tertulis (I) terdapat pada butir soal nomor 7 dan 8. Butir soal nomor 7 berkaitan dengan jenis pengetahuan prosedural urutan-aksi dan butir soal nomor 8 berkaitan dengan jenis pengetahuan prosedural pengenalan-pola.

Penguasaan siswa pada butir soal nomor 7 (konsep gerak lurus beraturan) adalah 3,6 % (Lampiran V). Hal ini menunjukkan hanya beberapa orang menguasai butir soal ini. Butir soal nomor 7 ini menanyakan bagaimana persamaan untuk v (kecepatan) terhadap t (waktu tempuh) dari sebuah benda yang bergerak lurus berubah beraturan diperlambat dengan rumusnya diketahui, yaitu $v_t = v_0 - at$ dan bagaimana grafik kecepatan (v) terhadap waktu (t) untuk gerak benda tersebut. Penguasaan siswa pada butir soal ini sebesar 3,6 % menunjukkan bahwa banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam menguasai butir soal ini. Penyebabnya adalah banyak siswa yang tidak mampu menunjukkan persamaan untuk v (kecepatan) terhadap t (waktu tempuh). Dengan demikian, apabila siswa tidak mampu menunjukkan persamaan untuk v terhadap t , maka otomatis mereka tidak dapat membuat grafik v terhadap t . Hal ini tampak 21 orang siswa tidak berusaha membuat grafik v terhadap t dikarenakan mereka tidak mampu menunjukkan persamaan untuk v terhadap t . Padahal di lain pihak, rumus untuk v dan t telah diketahui, yaitu

$v_t = v_0 + at$. Jadi, anak merasa kesulitan mengubah dari bentuk kalimat (verbal) ke dalam bentuk simbol (lambang). Misalnya, kecepatan awal dilambangkan dengan v_0 , percepatan tetap dilambangkan dengan a . Kedua, menunjukkan harga lambang v_0 dan a dari kalimat soal, misalnya $v_0 = 3$ m/detik dan $a = 4$ m/detik². Dan ketiga, mensubstitusikan harga dari lambang-lambang tadi pada rumus $v_t = v_0 + at$ sehingga diperoleh $v_t = 3 + 4t$. Persamaan inilah yang harus ditunjukkan oleh siswa. Pada lain kasus, ada beberapa siswa yang menulis persamaan untuk v terhadap t , yaitu $v_t = 3$ m/detik $+ 4$ m/detik² t . Ini menunjukkan bahwa siswa telah mampu mengubah dari bentuk kalimat (verbal) ke dalam bentuk simbol (lambang), akan tetapi penulisan satuan, yaitu m/detik dan m/detik² untuk kecepatan dan percepatan, tidak tetapt untuk persamaan v terhadap t yang diharapkan. Kesalahan-kesalahan ini tidak akan terjadi, apabila anak telah memahami bagaimana menuliskan (menunjukkan) suatu persamaan dan kapan penggunaan satuan-satuan itu. Penulisan suatu persamaan berhubungan dengan bentuk secara aljabar (matematika) dan penggunaan satuan-satuan itu apabila tidak berkaitan dengan bentuk secara aljabar (matematika). Artinya tidak mengandung variabel bebas atau variabel tergantung.

Penguasaan siswa pada butir soal nomor 8 adalah 57,7 % (Lampiran V). Butir soal ini menanyakan Lagrange grafik posisi benda yang bergerak (s) terhadap waktu (t)

dari persamaan $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$. Jika $v_0 = 0$ dan $a > 0$ dan alasan jawabannya. Dari beberapa alasan jawaban yang diberikan oleh siswa yang berkategori 5 (yang diwawancarai) tidak ada yang benar. Dengan demikian mereka belum dapat menginterpretasikan bentuk grafik ke dalam ide-ide baru, yaitu dalam mengemukakan alasan atas pilihan jawabannya. Mereka dalam menginterpretasikan pola grafik itu belum menguasai keterampilan prasyarat, yaitu pengetahuan mengenai persamaan $y = ax^2 + bx + c$, dibandingkan dengan $s(t) = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ serta langkah-langkah membuat grafik persamaan kuadrat itu. Bentuk grafik dari $s(t) = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ jika $v_0 = 0$ dan $a > 0$ adalah kurva parabola titik penuh karena waktu (t) selalu positif, sehingga bentuk kurva parabola itu hanya bagian positifnya saja atau terdapat pada kuadran I (lihat Pedoman Jawaban).

Pada butir soal nomor 8 ditemukan seorang siswa berkategori 3 (siswa yang diwawancarai). Alasan pilihan jawabannya adalah karena fungsi kedudukannya berupa fungsi parabola. Ia kesulitan menentukan langkah-langkah untuk membuat grafik. Ia memilih option B, padahal jawabannya adalah option D. Ia kesulitan menunjukkan pola kurva parabola, terutama dalam lengkungannya.

5. Konsep Gerak Jatuh Bebas

Konsep Gerak Jatuh Bebas dalam instrumen penelitian tertulis (1) terdapat pada butir soal nomor 7 dan 10. Butir soal nomor 9 berkaitan dengan jenis pengaliran

prosedural urutan-aksi dan butir soal nomor 10 berkaitan dengan jenis pengetahuan prosedural pengenalan-pola.

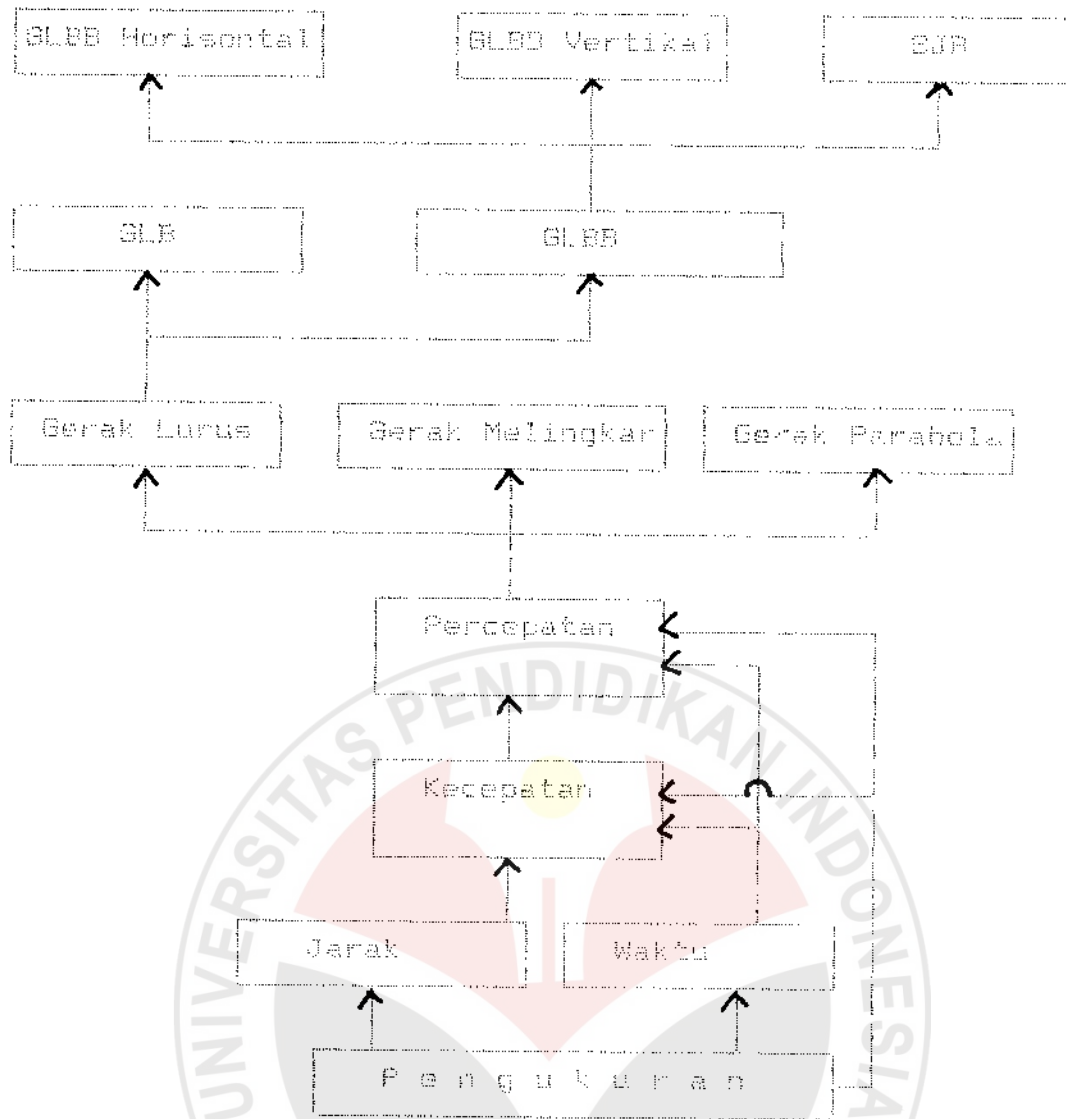
Penguasaan siswa pada butir soal nomor 9 (konsep gerak jatuh bebas) sebesar 9,9 % (lampiran V). Butir soal nomor 9 ini pada dasarnya mirip dengan butir soal nomor 7. Tetapi, berbeda pada angka-angka variabelnya saja. Sehingga kesalahan yang tampak hampir sama seperti pada butir soal nomor 7. Pada butir soal nomor 9 ini ada 26 orang siswa yang tidak berusaha membuat grafik. Penyebabnya adalah banyak siswa yang tidak mampu menunjukkan persamaan untuk v (kecepatan) terhadap t (waktu tempuh). Dengan demikian, apabila siswa tidak mampu menunjukkan persamaan untuk v terhadap t , maka otomatis mereka tidak dapat membuat grafik v terhadap t .

Penguasaan siswa pada butir soal nomor 10 (konsep gerak jatuh bebas) sebesar 14,3 % (Lampiran V). Butir soal ini menanyakan bagaimana pola grafik kecepatan (v) terhadap waktu (t) dari suatu benda yang dilemparkan vertikal ke atas dan kembali pada pelempar setelah mencapai ketinggian tertentu, dengan rumus $v_t = v_0 - gt$ dan alasan jawabannya. Dari beberapa alasan jawaban yang dikemukakan oleh siswa yang berkategori 5 (siswa yang diwawancarai) tidak ada yang benar. Dengan demikian mereka belum dapat menginterpretasikan bentuk grafik itu ke dalam ide-ide baru, yaitu dalam mengajukan alasan alasan atas pilihan jawabannya. Mereka dalam menginterpretasikan bentuk grafik itu belum menguasai

keterampilan prasyarat, baik alasan secara matematis yaitu pengetahuan mengenai persamaan $y = mx + c$ yang dibandingkan dengan $v_t = v_0 - gt$ maupun alasan secara fisis seperti pada pedoman jawaban (Lampiran 1).

Untuk menganalisis kesulitan yang dialami siswa dalam menguasai konsep-konsep mekanika melalui grafik seperti telah dipaparkan di muka, Gagne (1977) mengemukakan analisis tugas belajar. Kegunaan analisis tugas belajar model Gagne ini adalah untuk menentukan urutan-pengajaran, macam-macam belajar, dan keterampilan prasyarat. Hal ini akan tergambarakan dalam bentuk hirarki belajar untuk penguasaan konsep-konsep mekanika seperti pada Bagan 5.

Perhatikan Bagan 5, keterampilan prasyarat yang paling dasar dan sederhana adalah pengukuran. Pengukuran merupakan belajar diskriminasi, artinya siswa belajar membedakan terhadap stimulus yang berbeda dalam satu atau lebih dimensi fisik. Pengukuran dalam jarak dan waktu yang ormai dapat diperoleh kecepatan, kemudian dengan adanya pengukuran perubahan kecepatan dan waktu akan diperoleh percepatan. Mempelajari konsep jarak, kecepatan dan percepatan merupakan belajar konsep terdefinisi dan aturan-aturan. Selanjutnya, dengan memperhatikan bentuk lintasan dari benda yang bergerak maka akan diperoleh tiga macam gerak, yaitu gerak lurus, gerak melingkar dan gerak parabola. Dari gerak lurus akan diperoleh gerak lurus beraturan (GLB) dan gerak



Bagan 5: Mirarki Belajar untuk Penguasaan Konsep-Konsep Mekanika dalam Pokok Bahasan Gerak Lurus.

lurus berubah beraturan (GLBB). Contoh-contoh GLBB adalah GLBB horisontal, GLBB vertikal, dan Gerak Jatuh Bebas (GJB). Belajar GLB dan GLBB ini merupakan belajar aturan-aturan tingkat tinggi, karena dalam belajar ini akan "ditemukan" aturan tingkat tinggi atau aturan-aturan yang kompleks untuk memecahkan suatu masalah praktis atau sekelompok masalah.

Keterampilan prasyarat yang seperti tergambar dalam hirarki belajar tersebut, satu sama lain saling berkaitan erat. Artinya, keterampilan yang lebih sederhana atau yang paling bawah memberikan "jalan kemudahan" untuk menguasai keterampilan prasyarat yang lebih tinggi. Seperti yang dikemukakan oleh penelitian White dan Gagne (Gagne, 1965) bahwa hubungan prasyarat diduduki oleh hirarki yang dikemukakan. Tidak ada murid yang dapat ke tingkat lebih tinggi sebelum ia memiliki yang berhubungan dengan keterampilan tingkat rendah. Dengan demikian, penguasaan keterampilan prasyarat yang lebih rendah oleh siswa merupakan hal yang esensial untuk menguasai keterampilan yang lebih tinggi.

Dengan memperhatikan hirarki belajar seperti pada bagan 5 dan prosentase penguasaan siswa dari setiap butir soal, ternyata keterampilan yang lebih rendah (seperti butir soal nomor 1 sebesar 23 %, nomor 2 sebesar 64,8 %, nomor 3 sebesar 50,5 %, nomor 4 sebesar 56 %, nomor 5 sebesar 30 %, nomor 6 sebesar 30,8 %, dan nomor 8 sebesar 57,7 % - lihat Lampiran V) cenderung lebih dikuasai oleh anak dari pada keterampilan yang lebih tinggi (seperti butir soal nomor 7 sebesar 3,8 %, nomor 9 sebesar 9,9 % dan nomor 10 sebesar 14,3 %). Ini menunjukkan bahwa keterampilan yang lebih sederhana akan cenderung lebih dikuasai dari pada keterampilan yang lebih kompleks. Akan tetapi, tidak semua siswa menguasai

keterampilan yang sederhana akan mulus untuk menguasai keterampilan yang lebih kompleks. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor lain, di antaranya seberapa mantapnya penguasaan keterampilan yang lebih sederhana untuk menguasai yang lebih kompleks. Sebaliknya, siswa yang menguasai keterampilan lebih kompleks, kuat dugaan akan dapat menguasai keterampilan yang lebih sederhana. Dengan demikian, ternyata dalam penguasaan konsep-konsep mekanika melalui grafik terdapat hirarki belajar, di antaranya hirarki belajar ini menampakkan keterampilan prasyarat-keterampilan prasyarat yang harus dikuasai oleh siswa untuk sampai pada penguasaan keterampilan yang lebih tinggi atau lebih kompleks.

Selain yang telah dipaparkan di muka, peneliti mengungkap penguasaan berdasarkan jenis pengetahuan prosedural. Ternyata butir soal jenis pengetahuan prosedural pengenalan-pola (44,5 %) cenderung lebih dikuasai dari pada butir soal jenis pengetahuan prosedural urutan-aksi (23,9 %). Ini menggambarkan bahwa jenis pengetahuan prosedural pengenalan-pola dimana menuntut siswa mengenali pola grafik dari persamaan yang diketahui cenderung lebih dikuasai daripada jenis pengetahuan prosedural urutan-aksi dimana menuntut siswa mengerjakan serangkaian langkah-langkah membuat grafik dengan benar. Langkah-langkah membuat grafik dengan benar merupakan keterampilan prasyarat yang harus dikuasai oleh siswa dalam menyelesaikan dan menguasai

butir-butir soal jenis pengetahuan prosedural urutan-aksi. Sehingga, apabila keterampilan prasyarat ini belum dikuasai maka prosentase penguasaan konsep-konsep mekanika melalui grafik berdasarkan jenis pengetahuan prosedural urutan-aksi akan rendah. Penyebab lainnya adalah bentuk butir soal pada jenis pengetahuan prosedural pengenalan-pola adalah pilihan ganda dan meminta alasan pilihan jawabannya. Berbeda sekali dengan bentuk soal jenis pengetahuan prosedural urutan-aksi, yaitu uraian (terstruktur). Bentuk butir soal pilihan ganda cenderung memberi peluang kepada anak untuk tebak-tebakan. Adapun alasan jawabannya ditulis dengan sekedarnya atau asal tulis bahkan tidak ditulis sama sekali.

Selanjutnya, dalam penelitian ini diungkapkan keterampilan prasyarat yang dikuasai oleh siswa dalam menguasai konsep-konsep mekanika melalui grafik berdasarkan jenis pengetahuan prosedural. Peneliti menyadari pentingnya mengungkap proses berpikir siswa secara mendalam, tetapi ada beberapa keterbatasan seperti dana dan waktu, maka hal itu tidak dilakukan. Namun demikian, hasil penelitian ini diharapkan sebagai penelitian pendahuluan yang dapat dikembangkan lebih lanjut.

Banyak siswa yang kategori penguasaannya rendah, menunjukkan bahwa konsep-konsep mekanika melalui grafik yang diajarkan belum dikuasai oleh siswa. Keterbatasan

penguasaan ini disebabkan dari siswa itu sendiri ataupun dari guru. Selain faktor kecerdasan, diduga banyak siswa belum menguasai keterampilan prasyarat untuk mempelajari pelajaran yang akan dipelajari. Juga banyak siswa yang kurang berminat dan kurang tekun mempelajari setiap materi fisika atau matematika yang diajarkan.

Dalam bidang studi matematika, anak telah mengenai grafik atau penyajian data dalam bentuk grafik, sejak kelas lima SD, kemudian diperdalam di SMP dan juga di SMA. Dengan demikian, anak telah diberikan keterampilan-keterampilan prasyaratnya untuk mempelajari materi yang akan dipelajari, akan tetapi tidak seluruh keterampilan prasyaratnya ini dikuasai oleh anak. Begitu juga, dasar konsep-konsep mekanika telah diberikan pada siswa sejak ia di SMP. Pemberian informasi ini merunakan keterampilan prasyarat untuk materi yang akan dipelajari di SMA. Dari pemberian keterampilan-keterampilan prasyarat ini, ternyata pada siswa yang kategori penguasaannya rendah menunjukkan kurangnya penguasaan keterampilan prasyarat juga kurang mampu mengkaitkan antara materi yang diberikan pada bidang studi matematika dengan bidang studi fisika. Sepertinya terpisah-pisah. Padahal, banyak data dari konsep-konsep mekanika yang dapat disajikan dengan grafik.

Pada penyajian data dengan grafik, di antaranya anak dituntut mampu menggambar grafik juga mampu membacanya. Anak yang belum mampu menggambar grafik

berarti anak belum mampu "mentranslasi" dari bentuk simbolik ke bentuk lain. Sedangkan, anak yang belum mampu membaca grafik dan mengkomunikasikan dengan ide-ide anak yang orisinal adalah anak yang belum mampu "menginterpretasikan" suatu ide kedalam makna baru yang keluar dari pemikiran anak itu. Kemampuan siswa dalam mentranslasi dan menginterpretasi ini, memerlukan pengetahuan prasyarat atau pengetahuan yang relevan (Bloom, 1971). Pengetahuan prasyarat ini adalah keterampilan prasyarat, seperti langkah-langkah membuat grafik serta pengetahuan mengenai persamaan garis lurus, misalkan $y = mx + c$, dengan m gradien dan c konstanta. Juga pengetahuan mengenai persamaan kuadrat, misalkan $y = ax^2 + bx + c$, dengan $a \neq 0$, dan $a, b, c \in \mathbb{R}$. Keterampilan prasyarat ini semestinya harus sudah dikuasai, sehingga anak menguasai konsep-konsep mekanika melalui grafik berdasarkan jenis pengetahuan prosedural.

Sedangkan dilihat dari kemampuan guru, terjadinya kurangnya penguasaan keterampilan prasyarat oleh siswa dapat juga disebabkan guru kurang memahami sifat mata pelajaran yang diajarkan dan pengetahuan tentang metode mengajar serta pendekatan mengajar yang dapat mengaktifkan anak berpikir serta menyangkut penguasaan ketrampilan prasyarat. Akibatnya, guru mengajar konsep-konsep mekanika melalui grafik sebagai bagian yang terlepas-lepas, di antaranya dengan bidang studi matematika, dengan metode serta pendekatan yang kurang

tepat. Dengan cara demikian, materi pelajaran yang dapat diserap siswa relatif sedikit dan fungsi mata pelajaran matematika sebagai "sarana" untuk mengembangkan cara berpikir anak secara optimal tidak mencapai sasaran. Mungkin juga ditemukan banyak siswa yang belum menguasai konsep-konsep mekanika melalui grafik adalah salah satu indikator bahwa siswa kurang menyukai mata pelajaran tersebut. Sehingga mata pelajaran ini, misalnya fisika dan matematika merupakan beberapa mata pelajaran yang "menakutkan" bagi sebagian siswa.

Keterampilan prasyarat yang diberikan pada siswa dan dikuasainya bertujuan untuk mempelajari materi yang akan dipelajari. Hal ini mengisyaratkan bahwa anak harus memiliki keterampilan prasyarat yang lebih sederhana untuk mempelajari yang lebih kompleks (Gagne, 1983: 269). Ini sejalan dengan apa yang dikemukakan oleh Hughess (dalam Hudiono, 1991: 116) bahwa siswa harus memahami konsep yang lebih mendasar dulu sebelum memahami konsep yang lebih rumit. Berarti, penguasaan siswa dapat optimal jika siswa mampu menguasai keterampilan prasyarat yang telah diajarkan dan mampu mengkaitkan serta menerapkan keterampilan prasyarat ini dengan materi yang akan dipelajari.

Adanya perbedaan penguasaan konsep-konsep mekanika melalui grafik berdasarkan jenis pengetahuan prosedural pada setiap individu, disebabkan keterampilan prasyarat yang dikuasai siswa berbeda-beda. Dari temuan yang

diperoleh, penguasaan siswa berdasarkan jenis pengetahuan urutan-aksi dibedakan menjadi sembilan kategori, yaitu kategori 1 sampai kategori 9. Semakin rendah kategori penguasaan siswa berarti semakin sedikit keterampilan prasyarat yang dikuasai, sebaliknya semakin tinggi kategori penguasaannya semakin komplet keterampilan prasyarat yang dikuasainya. Sebagai contoh, siswa yang berada pada kategori 1 (paling rendah), kebanyakan siswa tidak dapat menjawab butir soal. Misalnya, siswa tidak dapat membedakan variabel bebas dan variabel tergantung dari suatu persamaan (matematika) yang diketahui. Sedangkan pada siswa yang berada pada kategori 9, kebanyakan siswa dapat menjawab butir soal dengan benar.

Berdasarkan jenis pengetahuan (procedure) pengenalan-pola, dari temuan yang diperoleh penguasaan siswa dibedakan menjadi lima kategori, yaitu kategori 1 sampai kategori 5. Semakin rendah kategori (kategori 1) penguasaan siswa berarti semakin sedikit keterampilan prasyarat yang dikuasai. Sebaliknya, semakin tinggi kategori (kategori 5) penguasaannya semakin komplet keterampilan prasyaratnya yang dikuasainya. Sebagai contoh siswa yang berada pada kategori 1 (paling rendah), kebanyakan siswa tidak menjawab butir soal. Sedangkan, pada siswa yang berada pada kategori 5 (paling tinggi), kebanyakan siswa dapat menjawab butir soal itu dan mampu memberikan alasan pilihan jawabannya.

Ditinjau dari posisi prestasi siswa di dalam kelasnya, yaitu kelompok atas, kelompok tengah, dan kelompok bawah, ternyata kelompok atas cenderung lebih menguasai keterampilan prasyarat dalam menguasai konsep-konsep mekanika melalui grafik berdasarkan jenis pengetahuan prosedural dibandingkan dengan siswa kelompok tengah dan kelompok bawah. Keadaan ini, diketemukan hasil belajar yang lebih baik diperoleh siswa yang cenderung menguasai keterampilan prasyaratnya dibandingkan dengan siswa yang hasil belajarnya rendah. Penemuan serupa (Ardhana, 1983), menunjukkan kesanggupan berpikir formal berkorelasi positif dengan kemampuan belajar dalam bidang studi (khususnya IPA), maupun dengan kemampuan belajar dilihat sebagai keseluruhan.

Konsep-konsep mekanika melalui grafik, terutama tentang grafik adalah pengetahuan yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, untuk memahaminya tidak terbatas pada ruang kelas. Agar konsep-konsep mekanika melalui grafik dapat dikuasai dan bermakna bagi siswa perlu diberikan keterampilan prasyaratnya (Gagne, 1979), sehingga siswa mempunyai kapabilitas mengenai konsep-konsep mekanika melalui grafik.

Rendahnya rata-rata penguasaan siswa mengenai konsep-konsep mekanika melalui grafik berdasarkan jenis pengetahuan prosedural, juga disebabkan siswa belum mampu memberikan jawaban secara fisis maupun secara

matematis. Hal ini disebabkan, keterkaitan antara bidang studi, misalnya bidang studi fisika dan matematika, kurang begitu diperhatikan. Kuat dugaan, antara materi fisika yang memerlukan penjelasan dari materi matematika jarang diberikan atau diulas oleh guru-guru fisika. Ini dapat diantisipasi secara dini, misalnya guru fisika harus mampu menguasai konsep dasar dalam bidang studi matematika, minimal yang berkaitan dengan materi fisika.

B. Kesimpulan

Dari hasil temuan yang berorientasi kepada masalah utama penelitian ini dapat dikemukakan kesimpulan sebagai berikut

Penguasaan siswa mengenai konsep-konsep mekanika melalui grafik berdasarkan jenis pengetahuan prosedural ternyata rendah (34,25 dari materi yang diujikan). Hal ini disebabkan kurangnya penguasaan mereka terhadap butir-butir soal jenis pengetahuan prosedural urutan-aksi dan pengenalan-pola. Mereka dituntut mengerjakan serangkaian langkah-langkah membuat grafik dengan persamaannya diketahui benar, dan mereka dituntut pula mengingat dan mengenali pola dari macam-macam persamaan grafik dengan bentuk grafiknya, serta kurang penguasaan mereka dalam menguasai keterampilan prasyarat mengenai konsep-konsep mekanika melalui grafik.

Keterampilan prasyarat yang harus dikuasai oleh anak mengenai konsep-konsep mekanika melalui grafik adalah yang berkaitan dengan fisika dan matematika.

Keterampilan prasyarat ini yang berkaitan dengan fisika adalah konsep-konsep mekanika itu sendiri, yaitu konsep jarak dan perpindahan, konsep kecepatan dan laju, konsep percepatan, konsep gerak lurus beraturan, dan konsep gerak jatuh bebas (salah satu contoh gerak lurus berubah beraturan). Sedangkan keterampilan prasyarat yang berkaitan dengan matematika adalah langkah-langkah membuat grafik, yaitu pengetahuan mengenai persamaan garis lurus dan persamaan kuadrat. Penguasaan keterampilan prasyarat ini dipelajari oleh siswa di sekolah secara hirarkhi. Di mana hirarkhi belajar untuk keterampilan prasyarat ini adalah didahului dengan penguasaan keterampilan-keterampilan yang lebih rendah atau yang lebih sederhana. Kemudian keterampilan-keterampilan ini diperlukan untuk anak untuk menguasai keterampilan yang lebih tinggi atau yang lebih komplek tingkat kesukerannya. Keterampilan yang lebih rendah maupun yang lebih tinggi menampakkan macam-macam belajar, mulai dari belajar diskriminasi, belajar konsep-konsep, belajar aturan-aturan, dan belajar aturan-aturan tingkat tinggi.

C. Rekomendasi

Rekomendasi yang dikemukakan merupakan implikasi dari hasil penelitian ini. Rekomendasi ini diharapkan merupakan sumbuangan pemikiran dalam upaya perbaikan proses belajar mengajar bidang studi Fisika SMA secara langsung maupun untuk penelitian pendidikan di masa

mendatang.

Hasil temuan penelitian ini memberikan implikasi teoritis maupun praktis. Implikasi teoritis, berkenaan dengan penguasaan siswa mengenai konsep-konsep mekanika melalui grafik ditinjau dari jenis pengetahuan prosedural dan analisis tugas belajar. Di sini terlihat bahwa penguasaan siswa mengenai konsep-konsep mekanika melalui grafik terikat pada jenis pengetahuan prosedural, dan keterampilan prasyarat yang dikuasai oleh siswa. Keterampilan prasyarat yang dikuasai siswa turut mendukung penguasaan siswa mengenai konsep-konsep mekanika melalui grafik, untuk jenis-jenis pengetahuan prosedural, dan keterampilan prasyarat berkaitan dengan hasil belajar yang diperoleh siswa.

Pembatasan subjek populasi pada satu Sekolah Menengah Tingkat Atas (SMA N 1 Samedang) menjadikan penelitian ini suatu studi kasus. Kehomogenan subjek populasi lebih memungkinkan untuk mendapatkan kesimpulan tentang penguasaan siswa mengenai konsep-konsep mekanika melalui grafik ditinjau dari jenis pengetahuan prosedural dan analisis tugas belajar yang lebih mendalam. Meskipun demikian, untuk mengetahui secara lebih pasti tetap diperlukan studi lebih lanjut penguasaan siswa mengenai konsep-konsep mekanika melalui grafik ditinjau dari jenis pengetahuan prosedural dan analisis tugas belajar yang diteliti. Karena penelitian ini merupakan studi kasus yang bersifat menggali secara

mendalam, maka belum dapat dilakukan generalisasi. Masih diperlukan perluasaan penelitian dengan memperbanyak subjek populasi tingkat II SMA (kelas II SMA) dan tingkat III SMA (kelas III SMA) atau penelitian serupa pada konsep-konsep lain dalam bidang studi fisika dalam kurun waktu lain, sehingga tergambar penguasaan siswa mengenai konsep-konsep mekanika melalui grafik dalam skala besar dan lingkup nasional. Penelitian untuk menemukan makna belajar di sekolah yang berkaitan dengan pembentukan konsep dan pengembangannya dapat dilakukan oleh peneliti lain dalam konteks atau sekolah lain secara mendalam dan meluas pada bidang IPA dan perbandingan dengan bidang lain.

Implikasi praktis temuan ini dapat dikaitkan dengan penyajian pengetahuan prosedural, yaitu jenis pengetahuan prosedural urutan-aksi dan pengenalan pola, di sekolah. Pelaksanaan penyajian pengetahuan prosedural dalam setiap mata pelajaran secara kontinu diharapkan mempunyai umpan balik yang positif khususnya dalam PEM. Konkritnya, antara lain pembuatan butir-butir soal uraian (esai) dalam bidang studi matematika dan ilmu pengetahuan alam (MIPA). Hal ini sejalan dengan apa yang diungkapkan oleh Menristek RI BJ Habibie (Republika, 18 Januari 1994: 14) bahwa pemberian soal-soal uraian, terutama dalam bidang studi MIPA untuk saat ini sangat tepat sekali, karena soal-soal uraian merangsang anak berpikir lebih sistematis dan logis. Sehingga pada

gilirannya dapat bermanfaat untuk penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) pada saat ini. Lebih lanjut dikatakan bahwa MIPA merupakan tulang punggung penguasaan IPTEK saat ini dan mendatang.

Ditemukan bahwa penguasaan keterampilan prasyarat oleh siswa turut mendukung penguasaan konsep-konsep mekanika melalui grafik. Ini memberi petunjuk bahwa keterampilan prasyarat harus lebih dulu dikuasainya, sebelum mempelajari materi pelajaran yang lain yang ada kaitan dengan keterampilan prasyarat itu. Kaitan antara keterampilan prasyarat dengan materi yang akan dipelajari menunjukkan adanya hirarki belajar. Adanya hirarki ini, memberi petunjuk bagaimana membimbing penguasaan keterampilan prasyarat oleh siswa (penbelajar). Penguasaan keterampilan prasyarat ini tidak semuanya dikuasai anak, melalui bimbingan dan berlatih memecahkan masalah secara sistematis diharapkan siswa akan dapat meningkatkan penguasaan keterampilan prasyarat secara terarah dan bertahap.

Rendahnya hasil belajar fisika di SMA, yang mengakibatkan pada akhirnya lulusan SMA (terutama program A1 dan A2) kurang mampu menguasai IPTEK. Hal ini, antara lain disebabkan rendahnya penguasaan konsep-konsep dalam bidang studi fisika dan jalinan informasi yang kuat antara guru yang satu dengan yang lainnya, misalnya guru fisika dan guru matematika, serta ketidakmampuan guru mengajar. Kekeliruan strategi

belajar mengajar di sekolah, khususnya yang berkaitan dengan MIPA, memberikan dampak negatif, yaitu: tidak disukainya pelajaran MIPA sebagai pelajaran yang bermakna. Tidak dikuasainya keterampilan prasyarat yang harus dikuasai oleh siswa sebagai pendukung penguasaan materi yang akan dipelajari selanjutnya, sungguh memprihatinkan. Mengingat penguasaan konsep-konsep mekanika melalui grafik sangat diperlukan untuk mempelajari materi selanjutnya, sehingga penguasaan konsep-konsep yang akan dipelajari tidak akan terbantu, begitu pula jerih payuh para pengajar akan membuat hasil yang optimal.

Temuan ini dapat dimanfaatkan dalam masa pelajaran fisika dan matematika di SMA untuk memperbaiki cara mengajar guru serta bagaimana meningkatkan kemampuan siswa mengenai konsep-konsep mekanika melalui grafik. Meningkatkan penguasaan siswa mengenai konsep-konsep mekanika melalui grafik perlu diketahui bagaimana penguasaan keterampilan prasyarat yang dikuasai siswa. Peningkatan penguasaan siswa ini dengan melibatkan keterampilan prasyarat terlebih dahulu secara rinci dan sistematis, sebelum materi selanjutnya diberikan pada siswa. Guru diharapkan menguasai keterampilan prasyarat ini sebagai bekal dalam meningkatkan penguasaan konsep-konsep, juga proses serta merencanakan suatu strategi belajar mengajar tertentu, sehingga materi pelajaran yang disampaikan membuat siswa dapat belajar bagaimana

belajar.

Jalinan informasi antara guru fisika dan guru matematika merupakan salah satu strategi belajar mengajar yang mendukung. Artinya, peningkatan penguasaan konsep-konsep mekanika melalui grafik, yang memerlukan keterampilan prasyarat, misalnya dari bidang studi matematika, turut ditingkatkan melalui latihan-latihan dan variasi butir soal, sehingga tampak adanya keterampilan prasyarat dengan penguasaan konsep-konsep mekanika melalui grafik. Bagaimanapun baiknya program pengajaran (kurikulum) tetapi apabila ditangani oleh guru yang kurang menguasai bidang studi dan strategi untuk meningkatkan penguasaan konsep-konsep dari siswa, maka hasil belajar siswa belum dapat diherankan baik. Dengan demikian, berhasil tidaknya program pengajaran akan sangat tergantung pada guru sebagai salah satu faktor penentu keberhasilan belajar mengajar.

Suatu alternatif model mengajar fisika (khususnya) dan pendidikan sains (umumnya) yang dapat dikembangkan adalah analisis tugas belajar (Gagne dan Briggs, 1977). Pada dasarnya, model ini menggunakan cara bertanya yang dikenakan pertama-tama pada keterampilan yang paling kompleks, yang akan diajarkan pada siswa. Pertanyaan yang diajukan ialah : "Keterampilan apakah yang lebih sederhana ini ?". Banyak keterampilan yang lebih sederhana yang mungkin bisa ditemukan, akan tetapi bukan merupakan komponen yang integral dari keterampilan yang

akan dipelajari. Keterampilan yang dimaksud adalah keterampilan prasyarat. Menurut Gredler (1991: 216), keterampilan prasyarat ialah sesuatu yang harus diingat kembali oleh siswa agar belajarnya berlangsung dengan cepat tanpa menemui kesulitan. Ini mengindikasikan bahwa keterampilan prasyarat sesuatu hal yang penting dalam pengembangan model mengajar analisis tugas belajar.

Suatu contoh ialah keterampilan "menggambarkan grafik dari suatu persamaan jarak perpindahan (s) terhadap waktu (t) dari suatu benda yang bergerak pada salib sumbu kartesius". Salah satu keterampilan langsung untuk itu ialah "langkah-langkah menggambar grafik pada salib sumbu kartesius". Belajar langkah-langkah menggambar grafik pada salib sumbu kartesius merupakan hal yang esensial bagi belajar menggambar grafik dari suatu persamaan jarak perpindahan (s) terhadap waktu (t) dari suatu benda bergerak pada salib sumbu kartesius.

Arti penting analisis tugas belajar diindikasikan dengan tujuan "mengenali pola grafik posisi benda yang bergerak lurus berubah beraturan (GLBB) dengan persamaan diketahui". Siswa mungkin akan tertarik untuk menentukan bahwa prasyaratnya ialah "mengetahui bahwa $s(t) = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$, grafiknya berupa kurva parabola". Akan tetapi, ini adalah salah satu keterampilan prasyarat. Sebaliknya, keterampilan yang dimaksud ialah "menemukan harga numerik dari variabel (v_0 , a , t) dengan memecahkan soal persamaan kuadrat budi" dan "menemukan waktu

numerik variabel dalam persamaan untuk menghasilkan satu harga numerik untuk suatu variabel (s)".

Setiap keterampilan yang ditemukan dengan cara bertanya itu, juga terkena pertanyaan yang sama untuk menentukan keterampilan prasyarat yang lebih sederhana berikutnya. Mengupas keterampilan prasyarat dengan bertanya ini diulang terus sampai dicapai titik ujung yang logis bagi sekelompok siswa tertentu yang akan belajar. Titik ujung yang logis ini berupa seperangkat keterampilan prasyarat yang mudah dikuasai oleh siswa. Keterampilan-keterampilan seperti ini dikenal sebagai kapabilitas masukan (Bredler, 1991: 217) untuk suatu bidang studi.

Untuk implikasi metodologi penelitian IPA hendaknya tidak semata-mata menitikberatkan pada pendekatan kuantitatif saja, dan alangkah baiknya dilengkapi dengan pendekatan kualitatif dengan kuantifikasi sederhana, sehingga temuanya dapat lebih mengungkapkan hal-hal yang lebih mendasar.