

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Instrumen

1. Pengertian instrumen

Menurut Arikunto (2000:134) instrumen pengumpulan data adalah alat bantu yang dipilih dan digunakan oleh peneliti dalam kegiatan mengumpulkan data agar kegiatan tersebut menjadi sistematis dan dapat dipermudah olehnya.

Sumadi (2008:52) Pengertian instrumen dalam lingkup evaluasi didefinisikan sebagai perangkat untuk mengukur hasil belajar siswa yang mencakup hasil belajar dalam ranah kognitif, afektif dan psikomotor. Bentuk instrumen dapat berupa tes dan non tes. Instrumen bentuk tes mencakup tes uraian (uraian objektif dan uraian bebas), tes pilihan ganda, jawaban singkat, menjodohkan, benar-salah, unjuk kerja (performance test), dan portofolio. Instrumen bentuk non tes mencakup wawancara, angket dan pengamatan (observasi). Sebelum instrumen digunakan hendaknya dianalisis terlebih dahulu. Dua karakteristik penting dalam menganalisis instrumen adalah validitas dan reliabilitasnya. Instrumen dikatakan *valid* (tepat/absah) apabila instrumen digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Dalam hal ini sasaran kepada siapa instrumen itu ditujukan merupakan salah satu aspek yang harus dipertimbangkan dalam menganalisis validitas suatu

instrumen. Aspek lainnya misalnya kesesuaian indikator dengan butir soal, penggunaan bahasa, kesesuaian dengan kurikulum yang berlaku, kaidah-kaidah dalam penulisan butir soal dsb.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa instrumen dalam lingkup evaluasi didefinisikan sebagai perangkat untuk mengukur hasil belajar siswa yang mencakup hasil belajar dalam ranah kognitif, afektif dan psikomotor.

Bentuk instrumen dapat berupa tes dan non tes. Instrumen bentuk tes mencakup tes uraian (uraian objektif dan uraian bebas), tes pilihan ganda, jawaban singkat, menjodohkan, benar-salah, unjuk kerja (performance test), dan portofolio. Instrumen bentuk non tes mencakup wawancara, angket dan pengamatan (observasi).

2. Langkah-langkah menyusun Instrumen

Menurut Sugiyono (2013: 149) titik tolak dari penyusunan instrumen adalah variabel-variabel penelitian yang ditetapkan untuk diteliti. Dari variabel-variabel tersebut diberikan definisi operasionalnya, dan selanjutnya ditentukan indikator yang akan diukur, dari indikator ini kemudian dijabarkan melalui butir-butir pertanyaan dan pernyataan. Untuk memudahkan penyusunan instrumen, maka perlu digunakan matrik pengembangan instrumen atau kisi-kisi instrumen. Untuk bisa menetapkan indikator-indikator dari setiap variabel yang diteliti, maka diperlukan wawasan yang luas dan mendalam tentang variabel yang diteliti, dan teori-teori yang mendukungnya.

Penggunaan teori untuk menyusun instrumen harus secermat mungkin agar diperoleh indikator yang valid.

Iskandar (2008:79) mengemukakan enam langkah dalam penyusunan instrumen penelitian, yaitu:

- a) Mengidentifikasi variabel-variabel yang diteliti.
- b) Menjabarkan variabel menjadi dimensi-dimensi.
- c) Mencari indikator dari setiap dimensi.
- d) Mendeskripsikan kisi-kisi instrumen.
- e) Merumuskan item-item pertanyaan atau pernyataan instrumen.
- f) Petunjuk pengisian instrumen.

Berdasarkan uraian di atas dapat diambil kesimpulan bahwa adapun langkah penyusunan instrumen yang baik adalah dengan mengidentifikasi variabel-variabel yang diteliti selanjutnya menjabarkan variabel menjadi dimensi-dimensi, mencari indikator dari setiap dimensi, mendeskripsikan kisi-kisi instrumen, merumuskan item-item pertanyaan atau pernyataan instrumen dan memberikan petunjuk pengisian instrumen.

B. *Assessment* Secara Umum

1. Pengertian *Assessment* (Penilaian)

Menurut Sudrajat (2013:1) *assessment* (penilaian) merupakan penerapan berbagai cara dan penggunaan beragam alat penilaian untuk memperoleh informasi tentang sejauh mana hasil belajar peserta didik atau ketercapaian kompetensi (rangkaiian kemampuan) peserta didik.

Menurut Sudjana (2009: 3) penilaian diartikan sebagai proses menentukan nilai suatu objek. Untuk menentukan nilai atau harga suatu objek diperlukan adanya ukuran dan kriteria. Misalnya untuk mengatakan baik, sedang, kurang, diperlukan adanya ketentuan atau ukuran yang sangat jelas bagaimana baik,

sedang, dan kurang. Ukuran itulah yang dinamakan kriteria. Dari pengertian tersebut dapat dikatakan bahwa ciri penilaian adalah adanya objek atau program yang dinilai dan adanya kriteria sebagai dasar untuk membandingkan antara kenyataan atau apa adanya dengan kriteria atau apa seharusnya. Perbandingan bisa bersifat mutlak, bisa pula bersifat relatif. Perbandingan bersifat mutlak artinya hasil perbandingan tersebut menggambarkan posisi objek yang dinilai ditinjau dari kriteria yang berlaku. Sedangkan perbandingan bersifat relatif artinya hasil perbandingan tersebut menggambarkan posisi objek yang dinilai ditinjau dari kriteria yang berlaku. Sedangkan perbandingan bersifat relatif artinya hasil perbandingan lebih menggambarkan posisi suatu objek yang dinilai terhadap objek lainnya dengan bersumber pada kriteria yang sama.

Dengan demikian, inti penilaian adalah proses memberikan atau menentukan nilai kepada objek tertentu berdasarkan suatu kriteria tertentu. Proses pemberian nilai tersebut berlangsung dalam bentuk *interpretasi* yang di akhiri dengan *judgment*. *Interprestasi* dan *judgment* merupakan tema penilaian yang mengimplikasikan adanya suatu perbandingan antara kriteria dan kenyataan dalam konteks situasi tertentu.

Penilaian hasil belajar adalah proses pemberian nilai terhadap hasil-hasil belajar yang dicapai siswa dengan kriteria tertentu. Oleh sebab itu, dalam penilaian hasil belajar, peran tujuan intruksional yang berisi rumusan kemampuan dan tingkah laku yang diinginkan dikuasai siswa menjadi unsur penting sebagai dasar dan acuan penilaian.

Penilaian proses belajar adalah upaya memberi nilai terhadap kegiatan belajar-mengajar yang dilakukan oleh siswa dan guru dalam mencapai tujuan-tujuan pengajaran. Dalam penilaian ini dilihat sejauh mana keefektifan dan efesiennya dalam mencapai tujuan pengajaran atau perubahan tingkah laku siswa. Oleh sebab itu, penilaian hasil dan proses belajar saling berkaitan satu sama lain sebab hasil akibat dari suatu proses.

2. Fungsi *Assessment* (Penilaian)

Sudjana (2009: 4) mengemukakan fungsi penilaian:

- a) Alat untuk mengetahui tercapai atau tidaknya tujuan intruksional. Dengan fungsi ini maka penilaian harus mengacu kepada rumusan-rumusan intruksional.
- b) Umpan balik bagi perbaikan proses balaja mengajar, perbaikan mungkin dilakukan dalam hal tujuan intruksional, kegiatan belajar siswa, strategi mengajar guru, dll.
- c) Dasar dalam menyusun laporan kemajuan belajar siswa kepada orang tuanya. Dalam laporan tersebut dikemukakan kemampuan dan kecakapan belajar siswa dalam berbagai bidang studi dan bentuk nilai-nilai prestasi yang dicapainya.

Arikunto (2013: 18) adapun fungsi penilaian adalah:

1) Penilaian berfungsi selektif

Dengan cara mengadakan penilaian guru mempunyai cara untuk mengadakan seleksi atau penilaian terhadap siswanya. Penilaian itu sendiri mempunyai tujuan antara lain untuk memilih siswa yang :

- a) Dapat diterima di sekolah tertentu
- b) Naik ke kelas atau tingkat berikutnya
- c) Seharusnya mendapat beasiswa
- d) Sudah berak meninggalkan sekolah dan sebagainya

2) Penilaian berfungsi diagnostik

Dengan mengadakan penilaian, sebenarnya guru mengadakan diagnosis kepada siswa tentang kebaikan dan kelemahan. Dengan diketahinya sebab kelemahan akan lebih mudah dicari cara untuk mengatasinya.

3) Penilaian berfungsi sebagai penempatan.

Untuk dapat menentukan dengan pasti dikelompok mana seorang siswa harus ditempatkan, digunakan suatu penilaian.

4) Penilaian berfungsi sebagai pengukur keberhasilan

Fungsi keempat ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana suatu program berhasil diterapkan. Keberhasilan program ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu faktor guru, metode mengajar, kurikulum, sarana, dan sistem administrasi.

Berdasarkan uraian di atas dapat diambil kesimpulan bahwa fungsi dari penilaian adalah untuk mengetahui tercapai atau tidaknya tujuan intruksional, selain itu berfungsi sebagai dasar dalam menyusun laporan kemajuan belajar siswa kepada orang tuanya. Dalam laporan tersebut dikemukakan kemampuan dan kecakapan belajar siswa dalam berbagai bidang studi dan bentuk nilai-nilai prestasi yang dicapainya.

3. Tujuan *Assessment* (Penilaian)

Sudrajat (2013:1) *Assessment* atau penilaian memiliki tujuan yang sangat penting dalam pembelajaran, diantaranya untuk *grading*, seleksi, mengetahui tingkat penguasaan kompetensi, bimbingan, diagnosis, dan prediksi.

Dia pun menambahkan dengan penjabaran tujuan tersebut sebagai berikut:

- a) Sebagai *grading*, penilaian ditujukan untuk menentukan atau membedakan kedudukan hasil kerja peserta didik dibandingkan dengan peserta didik lain. Penilaian ini akan menunjukkan kedudukan peserta didik dalam urutan dibandingkan dengan anak yang lain. Karena itu, fungsi penilaian untuk *grading* ini cenderung membandingkan anak dengan anak yang lain sehingga lebih mengacu kepada penilaian acuan norma (*norm-referenced assessment*).
- b) Sebagai alat seleksi, penilaian ditujukan untuk memisahkan antara peserta didik yang masuk dalam kategori tertentu dan yang tidak. Peserta didik yang boleh masuk sekolah tertentu atau yang tidak boleh. Dalam hal ini, fungsi penilaian untuk menentukan seseorang dapat masuk atau tidak di sekolah tertentu.
- c) Untuk menggambarkan sejauh mana seorang peserta didik telah menguasai kompetensi.
- d) Sebagai bimbingan, penilaian bertujuan untuk mengevaluasi hasil belajar peserta didik dalam rangka membantu peserta didik memahami dirinya, membuat keputusan tentang langkah berikutnya, baik untuk pemilihan program, pengembangan kepribadian maupun untuk penjurusan.
- e) Sebagai alat diagnosis, penilaian bertujuan menunjukkan kesulitan belajar yang dialami peserta didik dan kemungkinan prestasi yang bisa dikembangkan. Ini akan membantu guru menentukan apakah seseorang perlu remediasi atau pengayaan.
- f) Sebagai alat prediksi, penilaian bertujuan untuk mendapatkan informasi yang dapat memprediksi bagaimana kinerja peserta didik pada jenjang pendidikan berikutnya atau dalam pekerjaan yang sesuai. Contoh dari penilaian ini adalah tes bakat skolastik atau tes potensi akademik.

Namun, dari keenam tujuan penelitian di atas, tujuan penilaian yang utama dalam pembelajaran dikelas adalah tingkat penguasaan kompetensi, bimbingan, dan diagnosis. Dengan ketiga tujuan tersebut, seorang guru dapat terus meningkatkan dan memperbaiki proses pembelajaran.

Sedangkan menurut Sudjana (2009: 4) adapun tujuan penilaian adalah:

- a. Mendeskripsikan kecakapan belajar para siswa sehingga dapat diketahui kelebihan dan kekurangannya dalam berbagai bidang studi atau matapelajaran yang ditempuh.

Dengan pendeskripsian kecakapan tersebut dapat diketahui pula posisi kemampuan siswa dibandingkan dengan siswa lainnya.

- b. Mengetahui keberhasilan proses pendidikan dan pengajaran disekolah, yakni seberapa jauh keefektifannya dalam mengubah tingkah laku para siswa kearah tujuan pendidikan yang diharapkan.
- c. Keberhasilan pendidikan dan pengajaran penting, artinya mengingat perannya sebagai upaya memanusiaikan dan membudayakan manusia, hal ini agar para siswa menjadi manusia yang berkualitas dalam aspek intelektual, sosial, emosional, moral, dan keterampilan.
- d. Menentukan tindak lanjut hasil penilaian, yakni melakukan perbaikan dan penyempurnaan dalam hal program pendidikan dan pengajaran serta strategi pelaksanaannya.
- e. Memberikan pertanggungjawaban (*accountability*) dari pihak sekolah kepada pihak-pihak yang berkepentingan. Pihak yang dimaksud meliputi pemerintah, masyarakat, dan para orang tua siswa. Dalam mempertanggungjawabkan hasil-hasil yang telah dicapainya, sekolah memberikan laporan berbagai kekuatan dan kelemahan pelaksanaan sistem pendidikan dan pengajar serta kendala yang dihadapinya.

Berdasarkan uraian di atas dapat diambil kesimpulan bahwa tujuan dari penilaian itu adalah mengetahui keberhasilan proses pendidikan dan pengajaran di sekolah, yakni seberapa jauh keefektifannya dalam mengubah tingkah laku para siswa kearah tujuan pendidikan yang diharapkan selain itu tujuan yang lainnya adalah untuk mengetahui sejauh mana suatu program berhasil diterapkan.

C. Isomorphic

Bila kita coba melihat kamus maka dua hal dikatakan *isomorphic* bila dua hal tersebut memiliki struktur yang sama. *isomorphic* merupakan akar kata bahasa Yunani untuk bentuk yang sama.

Menurut Hayes dan Simon dalam Wati (2012: 20)

“Isomorphic problems are defined as problems that can be mapped to each other in a one-to-one relation in terms of their solutions and the moves in the problem solving trajectories”.

Dalam bahasa sederhana, pengertian tersebut memiliki makna bahwa masalah *isomorphic* didefinisikan sebagai masalah yang dapat dipetakan satu sama lain dalam hubungan satu-persatu dalam solusinya dan kemudian beranjak pada pemecahan masalah. Sehingga, ketika ada dua permasalahan yang dipetakan satu sama lain maka dibutuhkan satu penghubung misalnya cara pemecahan kedua permasalahan tersebut. Jadi, ketika ada dua atau lebih soal dalam satu materi, maka penyelesaian soal-soal tersebut cukup satu.

Menurut Singh dalam Wati (2012: 21)

Bentuk soal isomorfik dapat mendeskripsikan kemampuan analogi. Untuk setiap masalah, ruang masalah sangat besar dan didasarkan pada keahlian seseorang, orang mungkin melintasi jalur yang sangat berbeda dalam ruang ini yang analogisnya dapat divisualisasikan seperti sebuah struktur labirin. Apabila kita memasuki labirin, jalan mana pun yang dipilih maka akan mendapatkan keluaran yang sama. Begitu pula sebaliknya. Jadi, soal yang disediakan, bagaimana pun konteksnya, bisa diselesaikan dengan konsep yang sama. Jenis soal isomorfik yang dapat mendeskripsikan kemampuan analogi adalah dua atau lebih soal yang memiliki kesamaan.

Menurut Shih Yin-Lin dalam Wati (2012: 22)

Soal yang *isomorphic* yaitu soal berbentuk *problem solving* yang dapat diselesaikan dengan konsep yang sama. Sedangkan menurut Singh, soal yang isomorfik tidak hanya soal bentuk *problem solving* yang dapat diselesaikan dengan konsep yang sama dan pertanyaan yang sama, tetapi juga soal-soal konsep yang dapat diselesaikan dengan persamaan atau rumus yang sama walaupun pertanyaan berbeda.

Dalam penelitian ini, dua buah soal dikatakan soal *isomorphic* jika soal-soal tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan prinsip-prinsip ilmu fisika yang sama dengan langkah-langkah penyelesaian soal yang sama.

Soal *isomorphic* walaupun memiliki kesamaan dalam penyelesaiannya terkadang akan memiliki tingkat kesulitan yang berbeda. Sebagaimana diungkapkan oleh Simon, Hayes, dan Kotovsky dalam Wati (2012: 22).

Cognitive theory suggests that, depending on a person's expertise in the field, different contexts and representations may trigger the recall of a relevant principle more in one problem than another, and two problems which are isomorphic are not necessarily perceived as being at the same level of difficulty especially by a beginning learner.

Hal ini menyatakan bahwa soal *isomorphic* terkadang dirasa memiliki tingkat kesukaran yang berbeda, terutama bagi para siswa yang baru mempelajari materi yang diajarkan. Perbedaan konteks dan representasi dari soal yang *isomorphic* akan memberikan dampak ingatan yang berbeda juga.

Dalam implementasi *assessment* dapat memanfaatkan soal-soal *isomorphic*. soal *isomorphic* adalah soal yang terdiri atas beberapa butir dengan indikator yang sama, dimana soal tersebut bermakna jika pengecoh memiliki makna tertentu. Penilaian yang dilakukan oleh guru hendaknya merupakan penilaian yang dapat memotivasi, menganalisis kemampuan siswa dan membantu guru untuk

mengambil tindak lanjut. Salah satu penilaian yang dapat menganalisis kemampuan siswa adalah *assessment isomorphic*. *Assessment isomorphic* yang dikembangkan oleh Singh pada perkuliahan fisika dasar.

Hayes mengatakan bahwa masalah *isomorphic* didefinisikan sebagai masalah yang dapat dipetakan ke satu sama lain dalam satu-kesatuan hubungan dalam memecahkan suatu masalah.

Menurut Singh (2013: 1) Bentuk soal *isomorphic* dapat mendeskripsikan kemampuan analogi. Untuk setiap masalah, ruang masalah sangat besar dan didasarkan pada keahlian seseorang, orang mungkin melintasi jalur yang sangat berbeda dalam ruang ini yang analogisnya dapat divisualisasikan seperti sebuah struktur labirin. Apabila kita memasuki labirin, jalan mana pun yang dipilih maka akan mendapatkan keluaran yang sama. Begitu pula sebaliknya. Jadi, soal yang disediakan, bagaimana pun konteksnya, bisa diselesaikan dengan konsep yang sama. Jenis soal isomorfik yang dapat mendeskripsikan kemampuan analogi adalah dua atau lebih soal yang memiliki kesamaan.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa alat *assessment isomorphic problem* adalah suatu alat *assessment* yang terdiri dari soal-soal yang disusun berpasangan dengan isi yang berbeda, tetapi membutuhkan konsep atau prinsip yang sama untuk memecahkannya.

D. Rubrik

1. Pengertian Rubrik

Rubrik adalah sesuatu yang tidak mungkin terpisahkan dari penelitian pembelajaran. Rubrik dapat memudahkan guru dalam melakukan penilaian. Rubrik merupakan wujud *assessment* kinerja yang dapat diartikan sebagai kriteria penilaian yang bermanfaat membantu pendidik untuk menentukan tingkat ketercapaian kinerja yang diharapkan.

Rubrik merupakan panduan *assessment* yang menggambarkan kriteria yang digunakan pendidik dalam menilai atau memberi tingkat dari hasil pekerjaan siswa.

Rubrik perlu memuat memuat karakteristik yang diinginkan yang perlu ditunjukkan dalam suatu pekerjaan siswa disertai dengan panduan untuk mengevaluasi masing-masing karakteristik tersebut (Dikti: 2008).

Berdasarkan uraian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa rubrik merupakan kriteria penilaian atau penskoran mulai dari yang paling baik hingga yang paling buruk.

2. Manfaat Rubrik

Berikut manfaat pemakaian rubrik menurut Dikti (2008: 39) :

- a. Rubrik menjelaskan deskripsi tugas
- b. Rubrik memberikan informasi bobot penilaian
- c. Peserta didik memperoleh umpan balik yang tepat dan akurat
- d. Penilaian lebih objektif dan konsisten

Berdasarkan poin diatas, manfaat pada poin a rubrik menjelaskan deskripsi tugas yang berarti dengan adanya rubrik siswa mengetahui kompetensi yang hendak dicapai dalam sebuah tugas karena dalam sebuah tugas karena tugas terdeskripsi secara jelas. Pada poin b rubrik memberikan informasi bobot penilaian yang berarti dengan adanya rubrik, siswa tahu bobot penilaiannya sehingga siswa dapat mengerjakannya dengan optimal. Tentu dengan adanya rubrik, penilaian tidak dilakukan kira-kira semata melainkan lebih objektif dan tidak berubah-ubah seperti pada poin d.

3. Tipe Rubrik

secara umum ada 2 tipe rubrik, yaitu holistik dan analitik. Rubrik holistik memungkinkan pemberian skor untuk membuat penilaian tentang kinerja (produk dan proses) secara keseluruhan, terlepas dari bagian-bagian komponennya. Sedangkan rubrik analitik menurut pemberi skor untuk menilai komponen-komponen yang terpisah atau tugas-tugas individual yang berhubungan dengan kinerja yang dimaksud.

Menurut Mertler dalam Barestha (2011: 13) rubrik holistik lebih cocok bila tugas kinerjanya menurut mahasiswa untuk membuat respons tertentu dan tidak ada jawaban yang mutlak benar.

Arends (2008: 244) rubrik analitik biasanya lebih disukai apabila yang di tuntut adalah tipe respons yang agak terfokus.

Merteler, Gissele O. Martin-Kniep dalam Barestha (2011: 13) rubrik memiliki 2 jenis, yaitu: rubrik holistik dan analitik. Rubrik holistik adalah rubrik yang menggunakan skor tunggal dan menilai produk, proses, dan penampilan. Rubrik holistik terdiri dari beberapa kriteria namun tetap merujuk dalam satu klausa atau paragraf. Sedangkan rubrik analitik menilai produk, proses, dan penampilan dalam atribut atau dalam dimensi yang terpisah dan mempunyai deskriptor untuk setiap dimensinya.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa rubrik ada 2, yaitu: rubrik holistik dan analitik. setiap rubrik memiliki fokus yang berbeda. Rubrik holistik sendiri untuk menilai kemampuan atau proses secara keseluruhan tanpa terpisah-pisah, sedangkan rubrik analitik fokus penilaiannya hanya pada kemampuan atau proses yang lebih spesifik.

4. *Template* Rubrik

Template rubrik merupakan tabel yang terdiri atas dua atau lebih jalur yang terdiri dari skala atau skor dan deskripsi untuk penjelasan dari tiap-tiap skala. *Template* rubrik menggambarkan kriteria dari tingkat yang paling sempurna sampai dengan tingkat yang paling buruk. Untuk memudahkan dalam membuat *template* rubrik, Mertler dalam Arends (2008: 245) membuat contoh *Templat*nya yang dapat ditampilkan pada Tabel 2.1

a. Rubrik Holistik

Tabel 2.1 *Template* untuk Rubrik Holistik

Skor	Deskripsi
5	Memperlihatkan pemahaman yang lengkap tentang permasalahannya. Seluruh prasyarat tugas dimasukkan ke dalam respons.
4	Memperlihatkan pemahaman yang cukup tentang permasalahannya. Seluruh prasyarat tugas dimasukkan ke dalam respons.
3	Memperlihatkan pemahaman parsial tentang permasalahannya. Kebanyakan prasyarat tugas dimasukkan ke dalam respons.
2	Memperlihatkan pemahaman terbatas tentang pemahamannya. Kebanyakan prasyarat tugas yang tidak tampak dalam respons.
1	Memperlihatkan sama sekali tidak memahami permasalahannya.

b. Rubrik Analitik

Tabel 2.2 *Template* untuk Rubrik Analitik

Kriteria	Mulai	Mengembangkan	Menguasai	* <i>Exemplary</i>	skor
Kriteria 1	Deskripsi yang merepleksikan kerja tingkat pemula	Deskripsi yang merepleksikan pergeseran ke arah kinerja tingkat menguasai	Deskripsi yang merepleksikan pergeseran ke arah kinerja tingkat menguasai	Deskripsi yang merepleksikan pergeseran ke arah kinerja paling tinggi	
Kriteria 2	Deskripsi yang merepleksikan kerja tingkat pemula	Deskripsi yang merepleksikan pergeseran ke arah kinerja tingkat menguasai	Deskripsi yang merepleksikan pergeseran ke arah kinerja tingkat menguasai	Deskripsi yang merepleksikan pergeseran ke arah kinerja paling tinggi	
Kriteria	Mulai	Mengembangkan	Menguasai	* <i>Exemplary</i>	skor
Kriteria 3	Deskripsi yang merepleksikan kerja tingkat pemula	Deskripsi yang merepleksikan pergeseran ke arah kinerja tingkat menguasai	Deskripsi yang merepleksikan pergeseran ke arah kinerja tingkat menguasai	Deskripsi yang merepleksikan pergeseran ke arah kinerja paling tinggi	
Kriteria 4	Deskripsi yang merepleksikan kerja tingkat pemula	Deskripsi yang merepleksikan pergeseran ke arah kinerja tingkat menguasai	Deskripsi yang merepleksikan pergeseran ke arah kinerja tingkat menguasai	Deskripsi yang merepleksikan pergeseran ke arah kinerja paling tinggi	

Berdasarkan Tabel 2.2, jelas terlihat perbedaan fokus yang digunakan pada kedua *Template* tersebut. Dimana holistik lebih menyeluruh sedangkan analitik lebih spesifik.

5. Langkah Pengembangan Rubrik

Rubrik yang merupakan kriteria dan alat penskoran, terdiri dari senarai dan gradasi mutu. Senarai merupakan daftar kriteria yang diwujudkan dengan dimensi-dimensi kinerja, aspek-aspek atau konsep-konsep yang akan dinilai, sedangkan gradasi mutu merupakan skala dari tingkat yang paling sempurna sampai dengan tingkat yang paling buruk. Semua komponen tersebut perlu diperhatikan dalam mengembangkan rubrik. Untuk memulai mengembangkan rubrik, Gronlund, Linn, Davis, dan Wiggins dalam Barestha (2011: 17), telah memberikan pedoman sebagai berikut:

- a) Fokuslah pada hasil belajar yang membutuhkan keterampilan kognitif dan kinerja anak didik yang kompleks.
- b) Pilih atau kembangkan tugas-tugas yang merepresentasikan isi dan keterampilan sentral untuk hasil-hasil belajar yang penting.
- c) Meminimalkan ketergantungan kinerja tugas pada keterampilan-keterampilan yang tidak relevan dengan maksud tugas *assessment* yang di maksud.
- d) Memberikan kerangka kerja atau intruksi kerja yang dibutuhkan anak didik agar mampu memahami tugasnya dan apa yang diharapkan.
- e) Konstruksi petunjuk-petunjuk tugas sedemikian rupa sehingga tugas anak didik menjadi benar-benar jelas.
- f) Komunikasikan dengan jelas ekspekasi kinerja dalam kaitannya dengan kriteria yang akan dijadikan dasar penilaian kinerja.

Menentukan keterampilan dan kinerja yang hendak dinilai menjadi hal yang penting ditentukan diawal karena hal itulah yang menentukan konsep rubrik yang hendak dibuat. Skala beserta deskripsi gradasipun menjadi hal yang tidak terpisahkan dalam rubrik.

E. Multirepresentasi

Kress *et al* dalam Abdurrahman, Aprilyawati, & Payudi (2008:373) mengatakan bahwa secara naluriah manusia menyampaikan, menerima, dan menginterpretasikan maksud melalui berbagai penyampaian dan berbagai komunikasi, baik dalam pembicaraan bacaan maupun tulisan.

Peran representasi sangat penting dalam proses pengolahan informasi mengenai sesuatu.

Menurut Hadijah (2012:7) representasi ditampilkan siswa sebagai model atau bentuk pengganti dari suatu situasi masalah yang digunakan untuk menemukan solusi dari masalah yang dihadapinya sebagai hasil interpretasi pemikirannya.

Representasi juga merupakan sesuatu yang mewakili, menggambarkan atau menyimbolkan obyek dan atau proses. Siswa dapat merepresentasikan suatu objek nyata kedalam representasi gambar.

Melalui representasi gambar tersebut siswa dibelajarkan merepresentasikan diagram dari keadaan objek tersebut. Ketika siswa mampu merepresentasikan suatu konsep kedalam bentuk representasi lain tentu akan membantu siswa lebih mudah dalam menyelesaikan masalah.

Terdapat beberapa definisi yang dikutip oleh Safrina (2011:10) tentang representasi sebagaimana dikemukakan berikut ini :

1. Representasi adalah alat-alat yang digunakan individu untuk mengorganisasikan dan menjadikan situasi-situasi lebih bermakna.
2. Representasi adalah konfigurasi atau bentuk atau susunan dapat menggambarkan, mewakili atau melambangkan sesuatu dalam suatu cara.

3. Representasi adalah model atau bentuk pengganti dari situasi masalah atau aspek dari suatu masalah yang digunakan untuk menemukan solusi, sebagai contoh, suatu masalah dapat direpresentasikan dengan obyek, gambar, kata-kata, atau symbol matematika.
4. Representasi yang dimunculkan oleh siswa merupakan ungkapan-ungkapan dari gagasan-gagasan atau ide-ide matematika yang ditampilkan siswa dalam upanya untuk mencari suatu solusi dari masalah yang sedang dihadapinya.
5. Terdapat empat gagasan yang digunakan dalam memahami konsep representasi. Pertama, representasi dapat dipandang sebagai abstraksi internal dari ide-ide matematika atau skema kognitif yang dibangun oleh siswa melalui pengalaman; kedua, sebagai reproduksi mental dari keadaan mental yang sebelumnya; ketiga, sebagai sajian secara struktur melalui gambar, symbol ataupun lambang; dan yang terakhir sebagai pengetahuan tentang sesuatu yang mewakili sesuatu yang lain.
6. Representasi didefinisikan sebagai aktivitas atau hubungan dimana satu hal mewakili hal lain sampai pada suatu level tertentu, untuk tujuan tertentu, dan yang kedua oleh subjek atau interpretasi pikiran. Representasi menggantikan atau mengenai penggantian suatu obyek, penginterpretasian pikiran tentang pengetahuan yang diperoleh dari suatu obyek, yang diperoleh dari pengalaman tentang tanda representasi.

Definisi-definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa representasi merupakan kemampuan seseorang untuk mengkomunikasikan suatu konsep dari suatu masalah yang digunakan untuk menemukan solusi dengan suatu cara yang berbeda-beda berdasarkan interpretasi pikirannya menjadi lebih bermakna.

Cara yang digunakan untuk menyatakan suatu konsep tersebut dapat berupa representasi verbal, gambar, diagram, grafik, dan matematika. Fisika merupakan bidang yang mempelajari tentang gejala-gejala alam yang dikaji secara matematis melalui berbagai simbol-simbol.

Soal-soal aplikasi yang harus dihadapi siswa tidak hanya objek yang bersifat konkrit, sehingga untuk mempelajari objek yang abstrak perlu memiliki kemampuan intelektual khusus. Melatih kemampuan intelektual dalam proses

belajar sangat diperlukan kegiatan visual dalam mendukung penjelasan suatu konsep.

Aristoteles dalam Hikmat (2011:207) pernah menyatakan “tanpa gambar, tidak mungkin bisa berpikir”. Stokes dalam Hikmat (2011:207) juga mengungkapkan “*using visual strategies in teaching results in a greater degree of learning*”.

Menurut felder dan Soloman dalam Hikmat (2011:208) ”mayoritas manusia adalah pembelajar visual jika materi ajar dicukupi visualisasinya informasi akan lebih lama bertahan”.

Pernyataan-pernyataan tersebut menunjukkan bahwa representasi diagram sebagai pendukung dari representasi gambar dan representasi yang lain sangat penting dalam mengembangkan pemahaman konsep siswa lebih optimal.

Representasi yang lebih konkrit dapat digunakan untuk mengaplikasikan konsep dasar matematika. Sebagai contoh siswa dapat menggunakan diagram bentuk bebas untuk menyusun hukum Newton kedua dalam bentuk komponen sebagai penolong dalam penyelesaian masalah. Hal ini didukung oleh jurnal penelitian Ayesh (2010:509) yang mengatakan bahwa:

Free-body diagram is one type of representations that is import in teaching Newton’s laws in the first year of physics courses. The use of free-body diagram representation has clear impact on the student performance.

Rosengrant *et al* (2009:1) juga mengatakan bahwa:

We found that when students are in a course that consistently emphasizes the use of free-body diagrams, the majority of them do use diagrams on their own to help solve exam problems even when they receive no credit for drawing the diagrams. We also found that students who draw diagrams correctly are significantly more successful in obtaining the right answer for the problem.

Fisika memuat banyak bentuk diagram yang sering digunakan (sesuai konsep), antara lain: diagram gerak, diagram benda bebas (*free body diagram*) diagram garis medan (*field line diagram*), diagram rangkaian listrik (*electrical circuit diagram*), diagram sinar (*ray diagram*), diagram muka gelombang (*wave front diagram*) dan lain sebagainya.

Pendapat serupa juga dikemukakan oleh Sunardi & Indra (2012:111) menyatakan bahwa diagram benda bebas adalah suatu diagram yang digunakan untuk menunjukkan besar relatif dan arah semua gaya yang bekerja pada suatu benda dalam keadaan tertentu.

Menurut pendapat Kanginan (2012:125) yaitu:

Ketika Anda telah memisahkan suatu benda, sebelum Anda menggunakan gaya-gaya apa saja yang bekerja pada benda itu sebelum Anda menggunakan Hukum I Newton, $\sum F = 0$, untuk benda yang seimbang (diam atau bergerak lurus beraturan) dan $\sum F = ma$, untuk benda yang bergerak dengan percepatan a . Nah, diagram terpisah yang menggambarkan semua gaya yang bekerja pada benda yang Anda tinjau inilah yang disebut sebagai diagram benda bebas (*free body diagram*).

Umumnya dalam mata pelajaran fisika ketika siswa diminta untuk menyelesaikan masalah terutama pada materi dinamika partikel, siswa sering melakukan dua kesalahan dalam menggambarkan *free body diagram* masih yaitu: (1) tidak lengkap menggambar gaya-gaya yang tidak tergambar pada diagram benda bebas yang ditinjau (ada gaya yang tidak tergambar pada diagram benda bebas), (2) menggambar gaya-gaya yang bekerja pada benda atau sistem benda secara berlebihan (ada gaya yang tidak bekerja pada benda tetapi tergambar pada diagram benda bebas (Kanginan, 2012:125).

Representasi sendiri terbagi menjadi dua yaitu representasi internal dan representasi eksternal. Representasi internal dari seseorang sulit untuk diamati secara langsung karena merupakan aktivitas mental dari seseorang dalam pikirannya (*minds-on*). Representasi internal seseorang itu dapat disimpulkan atau diduga berdasarkan representasi eksternalnya.

Sebagai contoh dari pengungkapan melalui kata-kata (*lisan*), melalui tulisan berupa simbol, gambar, grafik, tabel ataupun melalui alat peraga (*hands-on*) (Fadilah, 2008:13).

Proses terjadinya hubungan timbal balik antara representasi internal dan eksternal dari seseorang, ketika berhadapan dengan sesuatu masalah.

Representasi internal tak bisa diamati secara kasat mata. Hanya masing-masing siswa saja yang tahu sampai mana pemahaman mereka terhadap suatu materi yang disajikan. Representasi internal yang ada dalam diri siswa, dapat diketahui dengan kita meminta siswa untuk mentransformasikan representasi internal tersebut menjadi representasi eksternal.

Proses interaksi antara representasi internal dan representasi eksternal dapat dilihat pada Gambar 2.1:



Gambar 2.1 Interaksi Timbal Balik antara Representasi Internal dan Representasi Eksternal

Menurut pernyataan Airey J dan Linder C yang dikutip dari Abdurrahman *et al* (2008:373) mengungkapkan:

Melalui representasi yang *multimodal* akan menciptakan suasana pembelajaran dengan peran aktif seluruh potensi yang dimiliki oleh siswa, mengaktifkan kemampuan belajar (*learning ability*) siswa baik *minds-on* maupun *hands-on*, merupakan faktor yang sering menjadi masalah dalam pembelajaran fisika.

Siswa dalam merepresentasikan representasi internal menjadi representasi eksternal akan menjadi lebih mudah jika menggunakan pendekatan *multiple representations*. Adanya pendekatan *multiple representations* diharapkan siswa dapat lebih mudah memahami suatu konsep melalui representasi yang disajikan.

Hinrich seperti dikutip dalam Rosengrant *et al* (2007:2) menguraikan bahwa *Multiple Representation* dapat membantu siswa dalam memahami suatu materi dinamika.

Hinrichs describes how using a system schema (object of interest is circled, objects that are interacting with it are circled and then connected to it via labeled arrows) helped his students learn dynamics. He used the system schema as part of a sequence of representations (problem text, sketch, system schema, free body diagram, and finally equations) to solve problem.

Hinrichs menguraikan bagaimana bagan sistem (objek dari lingkaran penting, objek yang mengintegrasikan dengan lingkaran dan kemudian menghubungkannya melalui anak panah yang disegelkan) membantu siswanya mempelajari dinamika. Hinrichs juga menggunakan sistem skema sebagai bagian dari akibat representasi (teks masalah, sketsa, sistem skema, diagram bentuk bebas, dan persamaan akhir) untuk menyelesaikan masalah.

Sebelum siswa bisa menyelesaikan masalah, siswa harus memahami dahulu tahapan tugas kognitif yang terkait dengan representasi, yaitu Siswa harus:

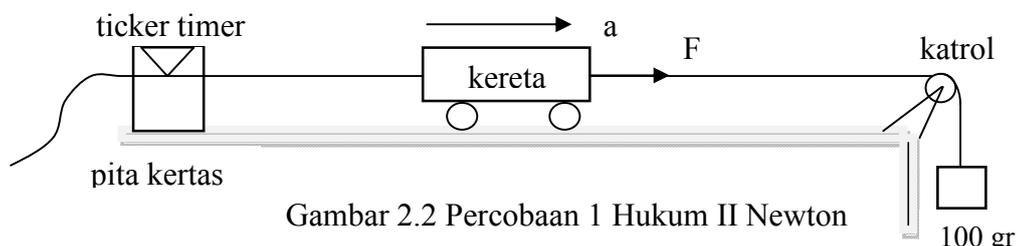
1. Memahami suatu representasi (yaitu: mana yang merupakan bentuk dan operator dari suatu representasi).
2. Memahami hubungan antara representasi dan domainnya.
3. Menerjemahkan antar representasi.
4. Memilih dan membangun representasi yang sesuai.

(Ainsworth, Labeke, dan Peevers, 2001)

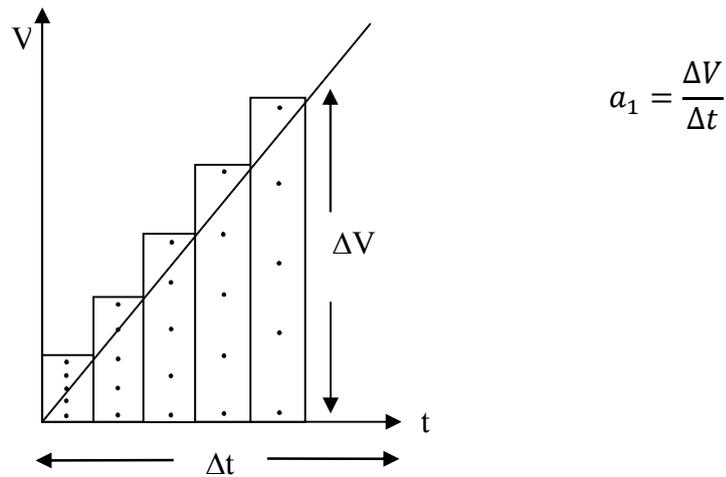
Melalui pernyataan yang telah dipaparkan sebelumnya, representasi diagram benda bebas (*free body diagram*) adalah cara mengkomunikasikan suatu konsep dari suatu masalah yang digunakan untuk menemukan solusi dengan suatu cara yang berbeda-beda, berdasarkan interpretasi pikirannya menjadi lebih bermakna dengan menggunakan suatu diagram terpisah yang digunakan untuk menggambarkan besar relatif dan arah semua gaya yang bekerja pada suatu objek dalam keadaan tertentu.

F. Hukum II Newton

Jika sebuah benda bermassa m bekerja pada F , maka benda bergerak lurus dipercepat beraturan dengan percepatan a . Konsep ini dapat dipahami dengan mengambil beberapa percobaan. Percobaan 1 dapat dilihat pada Gambar 2.2:

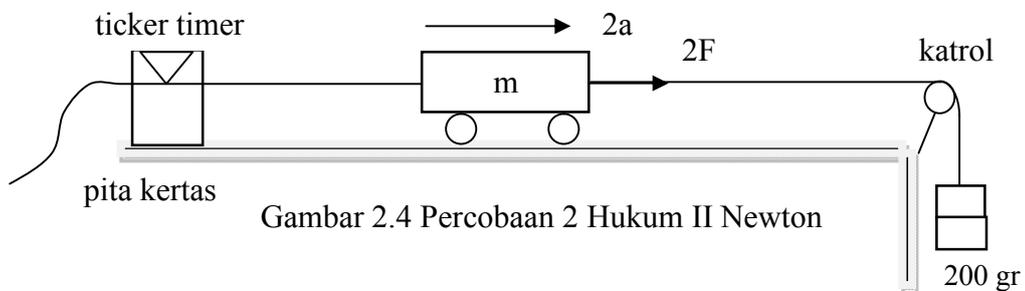


Benda (kereta) yang bermassa m , jika diberi gaya F , maka benda bergerak dengan percepatan a . Percepatan a diperoleh dengan menempelkan potongan-potongan pita kertas hasil rekaman karbon ticker timer pada setiap 5 ketukan dapat dilihat pada Gambar 2.3



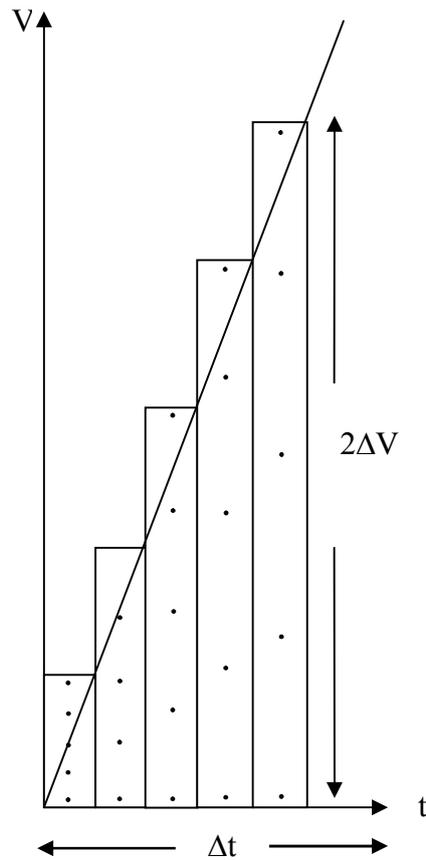
Gambar 2.3 Hasil Percobaan 1 Rekaman Karbon Ticker Timer pada Setiap 5 Ketukan

Seperti pada percobaan 1, jika benda bermassa m itu diberi gaya yang besarnya dua kali semula ($2F$), maka percepatannya juga menjadi dua kali semula ($2a$). percobaan 2 dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Percobaan 2 Hukum II Newton

Percepatan a diperoleh dengan menempelkan potongan-potongan pita kertas hasil rekaman karbon ticker timer pada setiap 5 ketukan dapat dilihat pada Gambar 2.5 :



$$a_2 = \frac{2\Delta V}{\Delta t}$$

$$a_2 = 2 \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

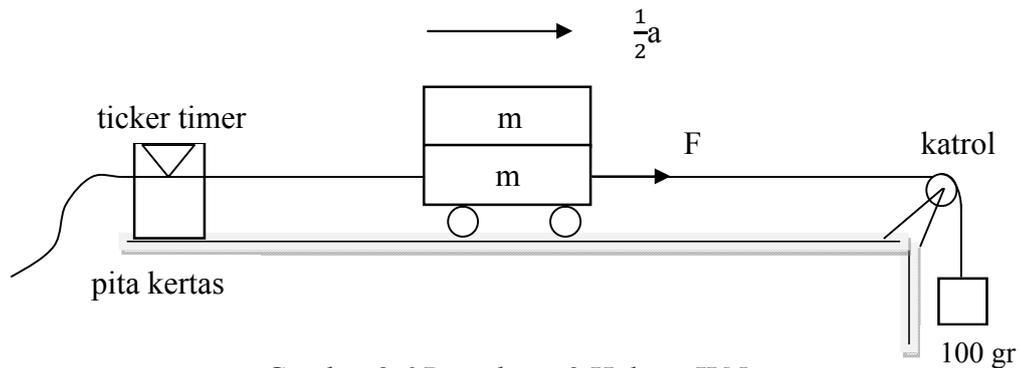
$$a_2 = 2 a$$

Gambar 2.5 Hasil Percobaan 2 Rekaman Karbon Ticker Timer pada Setiap 5 Ketukan

Dari kedua percobaan di atas dapat disimpulkan untuk massa benda yang sama, jika gaya diperbesar, maka percepatannya juga diperbesar. Jadi percepatan benda berbanding lurus dengan gaya yang bekerja pada benda, yang dapat di tuliskan:

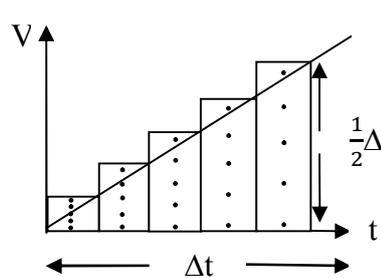
$$a \sim F \dots\dots\dots 2.1$$

Dengan mengulangi percobaan no.1, dengan mengubah massa benda menjadi dua kali semula (2m), sedangkan gaya tetap ternyata percepatannya menjadi setengah kali dari percepatan semula ($\frac{1}{2} a$). Percobaan 3 dapat dilihat pada Gambar 2.6 :



Gambar 2.6 Percobaan 3 Hukum II Newton

Percepatan benda dapat diperoleh dengan menempelkan potongan-potongan pita kertas hasil rekaman karbon ticker timer pada setiap 5 ketukan dapat dilihat pada Gambar 2.7:



$$a_3 = \frac{\frac{1}{2} \Delta V}{\Delta t}$$

$$a_3 = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta V}{\Delta t} \right)$$

$$a_3 = \frac{1}{2} a$$

Gambar 2.7 Hasil Percobaan 3 Rekaman Karbon Ticker Timer pada Setiap 5 Ketukan

Dari percobaan ini dapat disimpulkan untuk gaya yang sama jika massa benda diperbesar, maka percepatannya menjadi diperkecil. Jadi percepatannya berbanding terbalik dengan massa benda, yang dapat di tuliskan:

$a \sim \frac{1}{m}$

..... 2.2

Dari kesebandingan 1 dan kesebandingan 2, maka secara matematika dapat dituliskan:

$$\left. \begin{array}{l} a \sim F \\ a \sim \frac{1}{m} \end{array} \right\} a = \frac{F}{m}$$

Hukum II Newton, berbunyi:

Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada suatu benda besarnya berbanding lurus dengan gaya itu, dan berbanding terbalik dengan massa benda.

Hukum II Newton dapat dirumuskan:

$$F = m \cdot a \quad \dots\dots\dots 2.3$$

Keterangan :

F = gaya yang bekerja pada benda

m = massa benda

a = percepatan benda

Jika pada benda bermassa m bekerja beberapa gaya, maka hukum II Newton dapat di rumuskan:

$$\sum F = ma \quad \dots\dots\dots 2.4$$

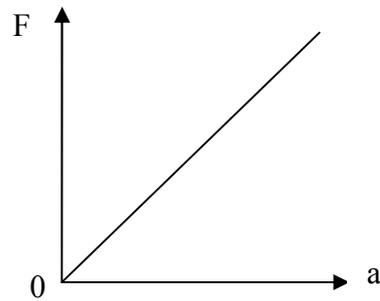
Dengan

$\sum F$ = gaya total (SI: newton = N)

m = massa benda (SI: kilogram = kg)

a = percepatan benda (SI: m/s²)

Grafik yang menyatakan hubungan antara gaya F dengan percepatan a dapat dilukiskan pada Gambar 2.8



Gambar 2.8 Grafik Hubungan antara Gaya dan Percepatan

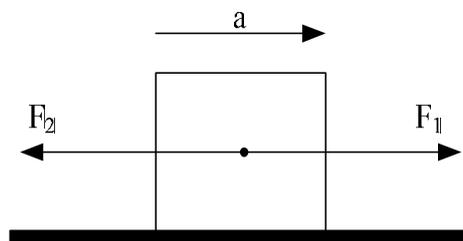
Hal-hal khusus dari Hukum II Newton:

Jika $\sum F = 0$, maka $a = 0$, sehingga benda dalam keadaan diam atau bergerak lurus beraturan. Hal yang sesuai dengan hukum I Newton. Jadi hukum I Newton merupakan hal khusus dari Hukum II Newton yakni $\sum F = 0$. Jika $\sum F$ besarnya tetap, maka a juga tetap, sehingga bergerak lurus berubah beraturan (GLBB).

a. Penggunaan Hukum II Newton

1. Benda bergerak pada bidang datar

a. Gaya mendatar



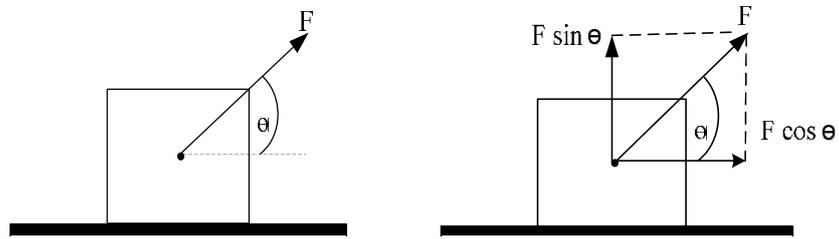
Hukum II Newton

$$\sum F = m \cdot a$$

$$(F_1 - F_2) = m \cdot a$$

Gambar 2.9 Gaya Mendatar

b. Gaya membentuk sudut terhadap bidang datar



Gambar 2.10 Gaya Membentuk Sudut Terhadap Bidang Datar

Pada gambar 2.10 Gaya F diuraikan menjadi 2 komponen, yaitu:

$$\sum F_x = F \cos \theta \dots\dots\dots 2.5$$

$$\sum F_y = F \sin \theta \dots\dots\dots 2.6$$

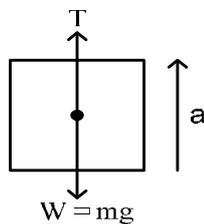
Gaya yang menyebabkan benda bergerak mendatar adalah:

$$\sum F_x = F \cos \theta \dots\dots\dots 2.7$$

Sedangkan gaya $F \sin \theta$ saling meniadakan dengan gaya berat. Jadi hukum II Newton di tulis :

$$F \cos \theta = m \cdot a$$

2. Benda ditarik vertikal dengan tali



Gambar 2.11 Benda Bergerak ke Atas Ditarik Vertikal dengan Tali

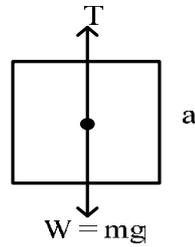
Pada Gambar 2.11 Benda ditarik vertikal ke atas dengan tali sehingga :

Hukum II Newton menjadi :

$$\sum F = m \cdot a$$

$$T - W = m \cdot a$$

$$T - mg = m \cdot a$$



Gambar 2.12 Benda Bergerak ke Bawah Ditarik Vertikal dengan Tali

Pada Gambar 2.12 Benda ditarik vertikal ke bawah dengan tali sehingga :

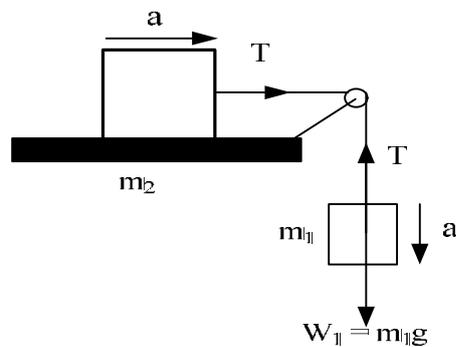
Hukum II Newton menjadi :

$$\sum F = m \cdot a$$

$$W - T = m \cdot a$$

$$mg - T = m \cdot a$$

3. Benda bergerak melalui katrol



Gambar 2.13 Benda Bergerak Melalui Katrol

Benda bermassa m_2 diletakkan pada bidang datar licin. Benda m_1 dihubungkan dengan m_2 melalui katrol.

Hukum II Newton pada:

$$\text{Benda } m_1 : \sum F = m_1 \cdot a$$

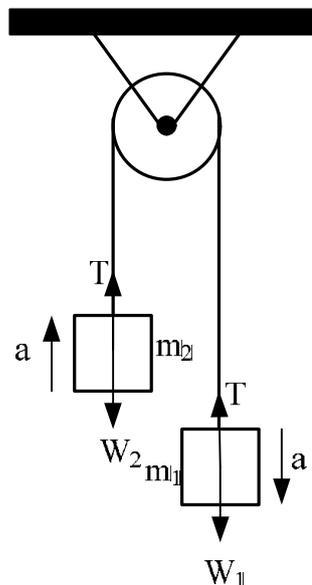
$$W_1 - T = m_1 \cdot a$$

$$m_1 g - T = m_1 \cdot a$$

$$\text{Benda } m_2 : \sum F = m_2 \cdot a$$

$$T = m_2 \cdot a$$

Dengan menghubungkan kedua persamaan di atas, dapat dicari dua besaran (variabel) yang belum diketahui.



Gambar 2.14 Benda Bergerak Melalui Katrol

Berdasarkan gambar 2.14 Jika $m_1 > m_2$, maka benda m_1 bergerak ke bawah dan benda m_2 bergerak ke atas.

Hukum II Newton pada benda m_1 :

$$\sum F_1 = m_1 \cdot a$$

$$W_1 - T = m_1 \cdot a$$

$$m_1 g - T = m_1 \cdot a$$

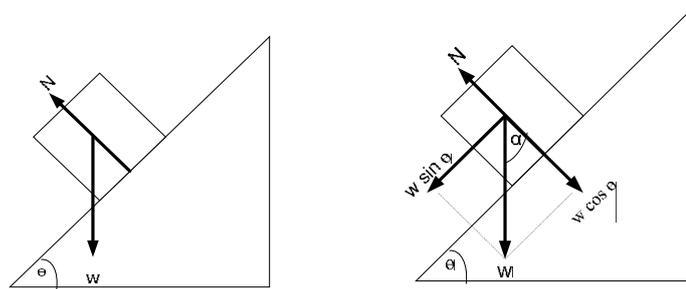
Hukum II Newton pada benda m_2 :

$$\sum F = m_2 \cdot a$$

$$T - W_2 = m_2 \cdot a$$

$$T - m_2 g = m_2 \cdot a$$

4. Benda bergerak pada bidang miring



Gambar 2.15 Benda Bergerak pada Bidang Miring

Benda bergerak ke bawah pada bidang miring, karena gaya $W \sin \theta$. Hukum II

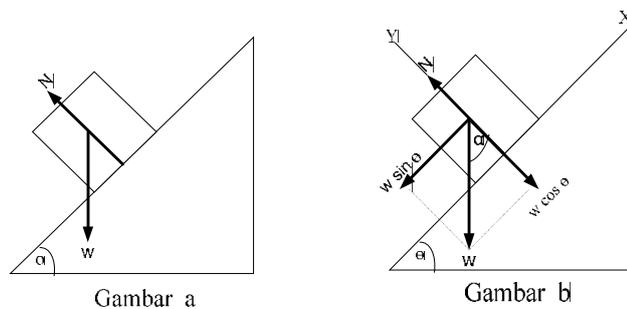
$$\text{Newton : } \sum F = m \cdot a$$

$$W \sin \theta = m \cdot a$$

$$mg \sin \theta = m \cdot a$$

b. Gerak Benda pada Bidang Miring dan Licin

1. Benda bergerak ke bawah



Gambar 2.16 Gerak Benda pada Bidang Miring dan Licin yang Bergerak ke Bawah.

Jika sebuah benda diletakkan pada sebuah bidang miring licin, maka pada benda itu ada dua gaya (Gambar a), yaitu: Gaya normal = N , Gaya berat $W = mg$. Karena gaya W belum berada di sumbu X dan Y , maka diuraikan menjadi 2 komponen (Gambar b) yaitu:

$$F_x = W \sin \theta$$

$$F_y = W \cos \theta$$

Gaya yang menyebabkan benda bergerak ke bawah pada bidang miring adalah:

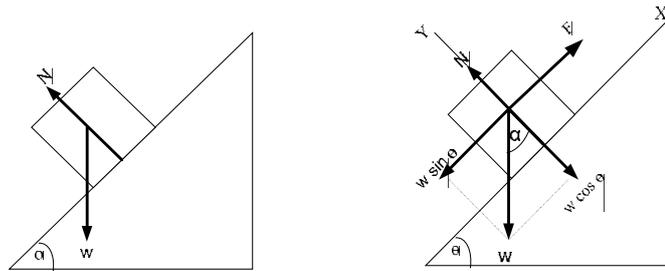
$F_x = W \sin \theta$. Sedangkan pada sumbu Y yaitu N dan $W \cos \theta$ saling meniadakan.

Jadi hukum II Newton menjadi:

$$\sum F_x = m \cdot a$$

$$W \sin \theta = m \cdot a$$

2. Benda bergerak ke atas



Gambar 2.17 Gerak Benda pada Bidang Miring dan Licin yang Bergerak ke Atas

Berdasarkan Gambar 2.17 Supaya benda bergerak pada bidang miring, maka diperlukan gaya F. Jadi gaya yang menyebabkan benda bergerak ke atas pada bidang miring:

$$\sum F = m \cdot a$$

$$F - W \sin \theta = m \cdot a$$

$$F - mg \sin \theta = m \cdot a$$