

- Education to Labor Market in Turkey*. Journal Of International Cooperation Studies. Vol. 12. No 3. (2005.3). 113-143.
- Patton, P.L. & Dial, D.F. (1988). *Testing the Water: A Survey on HRD Internships*. Training & Development Journal, 42 (10), 48-51.
- Permendiknas No 22 dan 23 (2006) *Tentang SI dan SKL*. Jakarta: Sinar Grafika Offset.
- Piopiunik, M & Ryan, P (2012). *Improving the Transition Between Education/Training and the Labour Market: What can We Learn from Various National Approaches?*. European Expert Network on Economics of Education (EENEE).
- Phoebe, W. K. (2010). *Determinants of Internship Effectiveness for University Students in Hongkong*. Unpublished Bachelor Thesis Hongkong Baptist University, Hongkong.
- Ramos, E. (1997). "Internship Programs from Start to Finish", Folio: The Magazine for Magazine Management, 38 - 39.
- Schmid, G. (2009). *Theory of Transitional Labour Markets and "Flexicurity": Lessons for Transition and Developing Countries*. Paper presented to the European Training Foundation (ETF), Torino, 14th of May 2009.
- Taylor, M.S. (1988). *Effects of College Internships On Individual Participants*. Journal of Applied Psychology. 73(3), 393-343.

## Revitalisasi Pemahaman Hukum-Hukum Newton Tentang Gerak Untuk Meningkatkan Kualitas Pembinaan Olimpiade Sains Nasional

Oleh: *Wipar Sunu Brams Dwandaru*

*Staf Pengajar Jurusan Pendidikan Fisika, FMIPA UNY*

### Pendahuluan

Olimpiade Sains Nasional (OSN) merupakan salah satu ajang kompetisi keilmuan bagi peserta didik baik di tingkat sekolah dasar (SD), sekolah menengah pertama (SMP), sekolah menengah atas (SMA), dan yang sederajat di seluruh Indonesia. Visi dan misi utama OSN adalah mengembangkan dan meningkatkan kemajuan di bidang sains dan teknologi. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia dapat mengalami akselerasi oleh adanya OSN ini. Seleksi OSN dilakukan secara bertahap, yakni dimulai dari seleksi tingkat Kabupaten/Kota (OSK), dilanjutkan dengan tingkat Provinsi (OSP), dan kemudian tingkat Nasional. Para peserta didik yang mendapatkan medali emas dan perak di tingkat Nasional akan dibina dan diseleksi lebih lanjut untuk mengikuti Olimpiade Sains tingkat Internasional. Kegiatan OSN merupakan salah satu kegiatan yang mendapatkan perhatian serius dari dinas pendidikan maupun di tingkat sekolah di sebagian besar wilayah Indonesia.

Salah satu mata pelajaran yang dilombakan dalam ajang ini adalah ilmu Fisika. Fisika adalah usaha manusia untuk mempelajari berbagai gejala alam dan kemudian membingkainya dalam model-model matematis (Rosyid, dkk., 2009: 1). Sebuah gejala alam yang menjadi salah satu permasalahan utama dalam ilmu Fisika adalah gerak

benda. Model matematisnya telah dirinci dan dirangkai secara mendalam dalam tiga hukum-hukum tentang gerak (Walker, 2008: 88-92) oleh ilmuwan Inggris Isaac Newton (Verwiebe, dkk., 1970: 62; Eisberg dan Lerner, 108-110). Newton menyatakan ketiga hukum tentang gerak tersebut pada tahun 1687 yang tertulis di dalam bukunya *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Newton, 1729) atau untuk selanjutnya disingkat *Principia*. Ketiga hukum gerak Newton ini menjadi salah satu konsep dasar dalam pembelajaran Fisika bagi peserta didik sejak sekolah menengah sampai jenjang strata satu (S1).

Pemahaman akan konsep hukum-hukum gerak Newton belum begitu memuaskan di kalangan peserta didik. Salah satu bentuknya adalah banyaknya salah konsep (miskonsepsi) yang terjadi di kalangan peserta didik terkait dengan hukum-hukum gerak Newton. Barangkali berbagai miskonsepsi ini terjadi karena kurangnya waktu dalam pembelajaran untuk pemahaman konsep hukum-hukum gerak Newton dari guru kepada peserta didik. Lebih jauh lagi, menurut pengamatan penulis sejauh ini, ternyata, para calon peserta didik OSN pun masih banyak yang belum memahami tentang hukum-hukum Newton tentang gerak. Padahal materi ini sangat penting dalam silabus OSN baik untuk sekolah menengah pertama (SMP) apalagi bagi sekolah menengah atas (SMA).

Tulisan ini, akan membahas kembali berbagai konsep tentang hukum-hukum Newton tentang gerak. Walaupun konsep-konsep ini mungkin secara eksplisit ataupun implisit telah dibahas secara mendalam dalam berbagai literatur, namun akan ditambahkan analisis yang sedikit lebih mendalam. Diharapkan adanya miskonsepsi yang umum terjadi dalam pembinaan OSN Fisika SMA dapat diminimalisasi.

## Hukum-Hukum Newton Tentang Gerak

Bagian dari ilmu Fisika yang mempelajari segala sesuatu tentang gerak disebut sebagai Mekanika (Meriam, 1959: 1). Sedangkan, bagian Mekanika yang memperhatikan sumber yang menyebabkan perubahan gerak adalah Dinamika (Symon, 1957: 5; Saroyo, 2002: 72). Salah satu besaran turunan yang penting dalam Dinamika adalah gaya. Gaya dapat didefinisikan secara sederhana sebagai tarikan atau dorongan (Giambattista, dkk., 2010: 87; Sears, dkk., 1987: 71). Dari konsep gaya inilah ketiga hukum Newton tentang gerak dapat diformulasikan. Hukum-hukum Newton tentang gerak ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

### Hukum I Newton

Hukum ini menyatakan bahwa benda akan tetap diam atau bergerak dengan kecepatan konstan selama tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut (Hewitt, 2010: 23; Halliday, dkk., 2005: 88). Secara matematik, pernyataan ini dapat dinyatakan sebagai (Constant, 1967: 64):

$$\sum \mathbf{F} = 0 \quad (1)$$

dengan menyatakan jumlah (sum) dan  $\mathbf{F}$  adalah vektor gaya. Persamaan (1) menyatakan bahwa jumlah gaya yang bekerja pada sebuah benda adalah nol. Salah satu konsep Fisika yang muncul akibat Hukum I Newton adalah kelembaman atau inersia (Dixon, 1984: 49 - 52). Kelembaman adalah kemampuan sebuah benda untuk mempertahankan keadaannya. Keadaan yang dimaksud di sini adalah sesuai dengan pernyataan Hukum I Newton di atas, yaitu diam atau bergerak dengan kecepatan konstan (Giambattista, dkk., 2010: 92 - 93). Lebih jauh lagi, dari definisi kelembaman ini muncul salah satu besaran pokok dalam

Fisika, yakni massa. Massa adalah ukuran kelembaman suatu sistem (Holton dan Brush, 1985: 113). Semakin besar kelembaman suatu benda semakin besar pula massa dari benda tersebut. Sebagai contoh: seorang yang berdiri di atas bus yang diam akan mengalami hentakan ke belakang ketika bus tersebut tiba-tiba bergerak ke depan. Sedangkan seseorang yang berdiri dalam bus yang sedang bergerak dengan kecepatan konstan akan mengalami hentakan searah dengan gerak bus ketika bus tiba-tiba mengerem. Contoh lain adalah sabuk pengaman dalam mobil (Spears and Zollman, 1985: 134). Sabuk pengaman merupakan alat untuk menahan pengendara atau penumpang mobil agar tidak terbentur badan mobil ketika terjadi tabrakan tiba-tiba. Contoh terakhir penerapan Hukum I Newton adalah spesifikasi rem yang berlainan antara mobil besar (misalkan SUV) dan mobil kecil (misalkan *city car*).

#### Hukum II Newton

Hukum ini menyatakan jika ada gaya yang bekerja pada benda, maka gaya itu akan sebanding dengan percepatan (Gant, 1976: 75; Hewitt, 2010: 56). Secara matematis, Hukum II Newton dapat dinyatakan sebagai (Sears, dkk., 1987: 101):

$$\sum F = ma, \quad (2)$$

dengan  $m$  adalah massa benda dan  $a$  adalah percepatan benda. Persamaan (2) menyatakan bahwa jumlahan gaya yang bekerja pada sebuah benda sebanding dengan percepatan benda tersebut. Kesebandingan dalam persamaan (2) adalah massa benda tersebut. Perlu diperhatikan di sini bahwa baik besaran gaya maupun percepatan merupakan besaran vektor. Oleh karena itu, kesebandingan antara gaya

dan percepatan tidak hanya besarnya saja, tetapi arahnya juga (Tipler, 1988: 80). Selain itu, persamaan (2) hanya berlaku untuk massa benda yang konstan (Symon, 1953: 8). Untuk massa benda yang berubah terhadap waktu, persamaan (2) tidak lagi berlaku.

#### Hukum III Newton

Hukum ini menyatakan jika sebuah benda (I) memberikan suatu gaya aksi,  $F_{aksi}$ , kepada benda (II), maka benda (II) akan memberikan gaya reaksi,  $F_{reaksi}$ , kepada benda I dengan besar gaya yang sama, namun arahnya berlawanan (Hewitt, 2010: 68). Secara matematis, Hukum III Newton dapat dinyatakan sebagai (Halliday, dkk., 2005: 99)

$$F_{aksi} = -F_{reaksi} \quad (3)$$

Contoh terjadinya Hukum III Newton ini ketika tangan seseorang berusaha untuk mendorong tembok. Tangan memberikan gaya aksi kepada tembok, sedangkan tembok memberikan gaya reaksi yang sama besar tapi berlawanan arah (kepada tangan).

#### Revitalisasi Berbagai Pemahaman Konsep Hukum Newton tentang Gerak

Hukum-Hukum Newton sudah menjadi konsep yang standar dalam pembelajaran peserta didik OSN, baik untuk tingkat SMP maupun SMA. Namun dalam hal ini, dirasa perlu untuk melakukan revitalisasi berbagai pemahaman tentang konsep Hukum-Hukum Newton tentang gerak. Hal ini diperlukan untuk meminimalisasi kesalahan konsep yang terjadi di kalangan peserta didik atau bahkan guru-guru Fisika. Selain itu, pemahaman yang benar akan Hukum-Hukum Newton tentang gerak ini dapat meningkatkan semangat dan peluang peserta didik untuk lolos dalam kompetisi OSN. Pemaparan berikut ini merupakan curahan

pengalaman penulis dalam melaksanakan pembinaan OSN selama beberapa tahun terakhir ini.

Isaac Newton tidak hanya mencetuskan tiga hukum tentang gerak saja. Saat memulai sesi pembinaan OSN, terutama untuk materi Dinamika, penulis biasanya bertanya 'Ada berapakah hukum Fisika yang telah dihasilkan Newton?' Kebanyakan peserta didik menjawab tiga. Sebenarnya, Isaac Newton tidak hanya mencetuskan tiga hukum tentang gerak. Paling tidak Newton telah menghasilkan lima hukum-hukum Fisika, yakni: tiga hukum tentang gerak, hukum gravitasi, dan hukum pendinginan air. Di antara hukum-hukum tersebut, barangkali hukum pendinginan air yang paling tidak dikenal. Hukum pendinginan air menyatakan bahwa air mengalami pendinginan (*cooling*) yang terjadi secara eksponensial.

Hukum I Newton telah dinyatakan terlebih dahulu oleh Galileo Galilei. Sebenarnya, yang dinyatakan sebagai Hukum I Newton merupakan hasil pemikiran ilmuwan sebelum Newton, yaitu Galileo. Bahkan Galileo-lah yang pertama kali memperkenalkan konsep tentang kelembaman. Sebelumnya, Aristoteles menyatakan bahwa diperlukan gaya untuk mempertahankan gerak suatu benda. Namun, Galileo menyadari bahwa Aristoteles tidak mempertimbangkan gesekan antara benda tersebut dengan (bidang) lantai. Galileo menyakini bahwa jika gaya gesekan antara sebuah benda dengan bidang dapat diminimalisasi maka benda tersebut akan terus bergerak tanpa diperlukan adanya gaya. Descarteslah yang selanjutnya menambahkan bahwa benda yang bergerak lambat mengikuti lintasan garis lurus, sehingga geraknya merupakan gerak dengan kecepatan konstan.

Peserta didik mengenal Hukum I sebagai hukum kelembaman atau inersia. Walaupun hal ini dibenarkan berdasarkan berbagai literatur, namun jika peserta didik hanya mengenal Hukum I Newton sebagai

hukum inersia, maka peserta didik harus mengenal dulu apa yang dimaksud dengan inersia. Jika ditanya mengenai inersia, maka ada peserta didik yang tidak dapat menjawab, ada yang menjawab 'kemampuan sebuah benda untuk mempertahankan geraknya', ada juga yang menjawab 'kemalasan sebuah benda'. Walaupun kedua jawaban tersebut umum diberikan oleh peserta didik atau bahkan tertulis juga dalam berbagai literatur, tetapi dapat menyebabkan kesalahpahaman jika tidak dipahami dengan benar. 'Gerak' apa yang dimaksud dalam 'mempertahankan geraknya'? Atau apa yang dimaksud dengan 'kemalasan benda'? Sebagian besar peserta didik tidak dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut. Hal ini disebabkan peserta didik tidak memahami Hukum I Newton. Oleh karena itulah, sangat penting untuk memahami Hukum I Newton, dan kemudian baru mempelajari kelembaman. Dari Hukum I Newton, hanya ada *dua keadaan* jika resultan gaya yang bekerja pada sebuah benda nol, yaitu diam atau bergerak dengan kecepatan tetap. Hanya dua keadaan inilah yang dimaksud dengan benda berada dalam keadaan lembam. Dengan demikian, kelembaman dapat didefinisikan sebagai kemampuan sebuah benda untuk *mempertahankan keadaannya* atau kemampuan sebuah benda untuk menolak *perubahan* gerak. Jadi, tidak *sembarang* keadaan atau bahkan tidak *sembarang gerak* yang dimaksud dengan lembam.

Apakah benar Newton menyatakan persamaan (2), yakni  $F = ma$ ? Dalam bukunya *Principia*, Isaac Newton menuliskan kalimat berikut ini sebagai perwujudan dari Hukum II, yakni: '*Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressae, et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur*' (Stanford Encyclopaedia of Philosophy). Dalam bahasa Inggris, pernyataan ini dapat diterjemahkan sebagai '*the alteration of motion is ever proportional to the motive force impressed and is made in the direction of the right line in which that force is*

*impressed*'. Jikalau diterjemahkan lebih lanjut ke dalam bahasa Indonesia, diperoleh pernyataan Hukum II Newton sebagai 'perubahan gerak sebanding dengan gaya yang bekerja dan arahnya searah dengan gaya yang bekerja tersebut'. Dari pernyataan ini, jelas secara eksplisit Newton tidak pernah menyatakan persamaan diferensial  $F = ma$  sebagai bagian dari aksiomanya tentang gerak. Hal ini dipertegas lagi dengan tidak adanya penurunan persamaan (2) di atas dalam buku *Principia*.

Salah satu hal yang memang masih didiskusikan tentang Hukum II Newton adalah apa yang dimaksud dengan 'perubahan gerak' atau '*alteration of motion*'. Dalam buku *Principia* diberikan beberapa definisi yang terkait dengan hukum-hukum tentang gerak. Pertama, Newton memberikan definisi tentang 'kuantitas gerak', yakni (Definition II) '*the quantity of motion is the measure of the same, arising from the velocity and quantity of matter conjunctly. The motion of the whole is the sum of the motions of all the parts; and therefore in a body double in quantity, with equal velocity, the motion is double; with twice the velocity, it is quadruple*' (Newton, 1729: 2). Jika diterjemahkan, Definisi II di atas menjadi 'kuantitas gerak muncul bersama-sama dari kecepatan dan massa benda. Gerak secara keseluruhan adalah jumlahan gerak dari semua bagian (benda), dan oleh karenanya dua kali massa, dengan kecepatan yang sama, geraknya menjadi dua kalinya; sedangkan dengan dua kali kecepatan, geraknya menjadi empat kalinya'. Definisi II ini bukanlah pengertian dari 'perubahan gerak' sebagaimana yang dimaksud dalam Hukum II Newton. Definisi ini menyatakan bahwa banyak atau jumlah gerak ditentukan oleh massa dan kecepatan benda secara bersama-sama. Dengan demikian, yang dimaksud dengan kuantitas gerak menurut Newton adalah momentum, yakni perkalian antara massa dan kecepatan, atau  $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$ . Jika massa dijadikan dua kali lipat ( $2m$ ), dengan kecepatan yang sama ( $\mathbf{v}$ ), maka kuantitas geraknya menjadi dua

kali mula-mula, yaitu  $2m\mathbf{v}$ . Jika kecepatan dijadikan dua kali lipatnya ( $2\mathbf{v}$ ), maka kuantitas geraknya menjadi  $2m(2\mathbf{v}) = 4m\mathbf{v}$  (empat kalinya). Hal ini tentunya menuntun pada interpretasi bahwa 'perubahan gerak' yang dimaksud oleh Newton adalah perubahan momentum atau  $d\mathbf{p}/dt$ . Namun, jika ini yang diinginkan, mestinya Newton menyatakan 'perubahan kuantitas gerak' bukan 'kuantitas gerak' saja. Para fisikawan setelah Newton-lah yang kemudian menyatakan bahwa 'perubahan gerak' benda yang dimaksud di sini disebabkan adanya 'percepatan'. Hanya saja, dalam *Principia* tidak disinggung adanya istilah percepatan. Perlu untuk diketahui bahwa pernyataan Hukum II Newton menggunakan persamaan (2) dinyatakan oleh J. Hermann pada tahun 1716 dalam bukunya *Phoronomia*, ataupun oleh Euler pada tahun 1740 (Stanford Encyclopaedia of Philosophy). Walaupun Newton mengetahui hal ini, namun, tetap saja dalam edisi lebih lanjut dari *Principia* tidak didapati penurunan persamaan (2).

Jika diamati dari cara penurunan Hukum II Newton, persamaan (2) hanya berlaku jika massa benda ( $m$ ) tetap. Namun demikian, ada kasus-kasus tertentu dalam kehidupan sehari-hari atau soal-soal Olimpiade Fisika dimana massa benda berubah (terhadap waktu). Untuk masalah-masalah seperti ini, tentu persamaan (2) tidak dapat digunakan. Sebagai solusinya, dapat digunakan interpretasi bahwa gaya merupakan perubahan momentum, atau

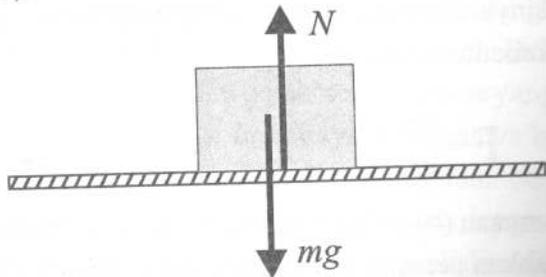
$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} \quad (4)$$

Persamaan (4) ini berlaku lebih umum daripada persamaan (2). Hal ini disebabkan persamaan (2) dapat diturunkan dari persamaan (4), namun tidak begitu sebaliknya. Selain itu, persamaan (4) masih berlaku untuk benda-benda yang bergerak mendekati kecepatan cahaya

(relativistik). Persamaan (2) hanya berlaku untuk benda-benda yang bergerak dengan kecepatan jauh di bawah kecepatan cahaya.

Selain itu, diberikan pula definisi tentang gaya, yakni (Definition IV) '*an impressed force is an action exerted upon a body, in order to change its state, either of rest, or of moving uniformly toward in a straight line*' (Newton, 1729: 3). Definisi IV ini diterjemahkan menjadi 'gaya adalah suatu aksi yang diberikan pada benda untuk mengubah keadaannya, baik dari keadaan diam atau dari bergerak lurus beraturan'. Definisi ini memperkuat keterkaitan antara Hukum I dan II, dimana hukum II adalah keberlanjutan dari Hukum I jika ada gaya yang bekerja pada benda tersebut. Definisi ini juga menyatakan bahwa gaya-lah yang menyebabkan perubahan kelembaman benda.

Hukum III Newton bukanlah sekedar hukum tentang 'aksi dan reaksi'. Sebagian besar peserta didik menyatakan bahwa Hukum III Newton adalah 'hukum tentang aksi-reaksi' atau ' $F_{aksi} = -F_{reaksi}$ '. Namun, jika peserta didik tersebut ditanya tentang sebuah kasus sebagaimana disebutkan di bawah ini, mereka masih merasa kebingungan. Kasus tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut. Seandainya sebuah benda dengan massa  $m$  berada dalam keadaan diam di atas lantai yang licin (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Ilustrasi sebuah benda yang berada dalam keadaan diam di atas lantai yang licin.

Berdasarkan Gambar 1 dapat diamati bahwa gaya normal lantai yang bekerja pada benda,  $N$ , berlawanan arah dengan (gaya) berat benda,  $mg$ . Karena benda diam dan tidak ada gaya lain yang bekerja pada benda, maka berlaku  $N = mg$ . Untuk kasus ini, apakah berarti bahwa gaya normal dan (gaya) berat merupakan pasangan gaya aksi-reaksi? Didasarkan dari berbagai pengalaman penulis dalam membina Olimpiade Fisika di berbagai SMA, ada peserta didik yang menjawab 'ya', 'tidak', dan bahkan ada yang tidak menjawab. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik belum sepenuhnya memahami Hukum III Newton. Gaya normal dan berat benda pada kasus di atas bukanlah pasangan aksi-reaksi, dan oleh karenanya, bukan merupakan aplikasi dari Hukum III Newton. Walaupun arah dari kedua gaya ini berlawanan dan besarnya sama, namun demikian, kedua gaya ini bukan manifestasi dari pasangan gaya aksi-reaksi. Hukum III Newton mensyaratkan bahwa benda I memberikan aksi kepada benda II, maka benda II yang harus memberikan reaksinya, dan itupun harus kepada benda I. Berdasarkan hal ini, seandainya gaya normal merupakan gaya aksi lantai terhadap benda, maka gaya berat bukanlah reaksi benda terhadap lantai. Hal ini disebabkan gaya berat tidak bekerja pada lantai, melainkan bekerja terhadap bumi. Pasangan gaya aksi-reaksi yang benar adalah gaya normal sebagai aksi lantai terhadap benda, maka reaksinya adalah gaya normal benda terhadap lantai.

Persamaan  $N = mg$  yang diperoleh dari kasus di atas juga benar. Persamaan ini bukan manifestasi Hukum III Newton, tetapi justru merupakan hasil aplikasi Hukum I Newton. Inilah perbedaan esensial antara Hukum I dan III Newton. Hukum I Newton menjumlahkan semua gaya-gaya yang bekerja pada sebuah benda, sedangkan Hukum III Newton, gaya aksi dan reaksi bekerja pada (dua) benda yang berbeda.

Peserta didik belum memahami secara sepehnya hukum ini.

Bahkan, masih ada pula buk-buku teks yang menganggap bahwa untuk kasus di atas, gaya normal dan gaya berat adalah pasangan aksi-reaksi. Kesalahpahaman ini disebabkan peserta didik hanya mengenal Hukum III Newton sebagai pasangan aksi-reaksi yang besar gayanya sama, sedangkan arahnya berlawanan. Peserta didik tidak memperhatikan benda yang berinteraksi. Jelas dari definisi Hukum III Newton diperlukan dua benda untuk saling berinteraksi. Jika benda pertama memberikan gaya aksi kepada benda kedua, maka benda kedua-lah yang harus memberikan gaya reaksi kepada benda pertama.

### Penutup

Pembahasan di atas hanyalah sebagian kecil dari berbagai konsep mekanika klasik yang termuat dalam buku *Principia* karya Newton. Deskripsi konseptual di atas merupakan kristalisasi pembinaan Olimpiade Fisika di berbagai SMA terkait dengan pemahaman peserta didik terhadap materi Hukum Newton tentang gerak. Revitalisasi hukum-hukum ini dimaksudkan sebagai masukan bagi para guru, dosen, ataupun pembina Olimpiade Fisika untuk meningkatkan kualitas pembinaan Olimpiade Fisika terutama dalam pemahaman peserta didik terhadap hukum-hukum Newton. Peserta didik diharapkan lebih memahami konsep-konsep Fisika dengan benar, dan pada akhirnya dapat menggunakan berbagai konsep tersebut untuk mengikuti kegiatan Olimpiade Fisika secara optimal.

### Daftar Pustaka

- Constant, F. W. (1967), *Fundamental Principles of Physics*, Addison-Wesley Publishing Company, Reading.
- Dixon, R. T. (1984). *The Dynamics World of Physics*, Charles E. Merrill Publishing Company: Columbus A Bell & Howell Company.
- Eisberg, R. M. and Lerner, L. S. (1981). *Physics Foundations and Applications*, Volume I. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Gant, P., (1976), *Mechanics*, Third Edition. London: G. Bell and Sons, Ltd.
- Giambattista, A., Richardson B. M., and Richardson R. C. (2010). *Physics*, Second Edition. New York: McGraw Hill International Edition.
- Halliday, D., Resnick R., and Walker J., (2005). *Fundamentals of Physics*, 7<sup>th</sup> Edition. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Hewitt, P. G., (2010). *Conceptual Physics*, 11<sup>th</sup> Edition. Boston: Addison-Wesley.
- Holton, G. and Brush, S. G. (1985). *Introduction to Concepts and Theories in Physical Science*, Second Edition. New Jersey: Princeton University Press.
- Meriam, J. L. (1959). *Mechanics Part I: Statics*, Second Edition. Singapore: Wiley International Edition.
- Newton, I. (1729). *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*. Translated to English by Andrew Motte. London: Printed by Benjamin Motte.
- Newton's Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Newton's Philosophiae Naturalis Principia Mathematica (Stanford Encyclopedia of Philosophy).htm. Diunduh Maret 2015.

- Rosyid, M. F, Santa, S. A, Intani, D, Palupi, D. S, dan Siahaan, T. (2009). *Arah dan Strategi Pengembangan Riset Fisika di Indonesia*, Deputi Bidang Pengembangan Riptek (Riset Iptek), Kementerian Negara Riset dan Teknologi. Yogyakarta: Gala Ilmu Semesta.
- Symon, K. R. (1953). *Mechanics*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, Reading.
- Sarojo, G. A. (2002). *Seri Fisika Dasar Mekanika*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Sears, F. W, Zemansky, M. W, and Young, H. D. (1987), *University Physics*, 7<sup>th</sup> Edition. TK: Addison-Wesley Publishing Company, Reading.
- Spears J. D. and Zollman, D. (1985) *The Fascination of Physics*. Menlo Park: The Benjamin/ Cummings Publishing Company.
- Tipler, P. A. (1988). *Physics*, Second Edition. New York: Worth Publishers, Inc.
- Verwiebe, F. L., Van Hooft, G. E., and Saxon, B. W. (1970). *Physics A Basic Science*, 5<sup>th</sup> Ed. New York: American Book Company.
- Walker, J. (2008). *Fundamentals of Physics*, 8<sup>th</sup> Ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

## Minyak Esensial sebagai Parfum dan Aroma Terapi

Oleh: Nyoman Sedana

Guru SMK Perindustrian Yogyakarta

### Pendahuluan

Bangsa Mesir Kuno terkenal banyak menggunakan minyak esensial. Mereka menggunakan minyak esensial dalam berbagai bentuk, dari minyak esensial yang diperoleh dengan cara di press atau ekstraksi biasa, direbus, dikeringkan, dalam bentuk bubuk, dalam lemak; maupun hasil dari destilasi sederhana (Sell.C, 2006: 1-329).

Minyak esensial atau yang biasa disebut dengan *volatile odoriferous oil* atau minyak atsiri adalah minyak yang beraroma dan diekstrak dari berbagai bagian tanaman. Bagian tanaman tersebut dapat berupa akar, kulit, daun, biji, buah, batang dan sebagainya. Jumlah minyak esensial yang dapat diperoleh dari masing masing bagian tanaman pun juga berbeda beda, dan hal ini akan sangat mempengaruhi harga minyak esensial (Arctander, S, 1960: 1-736; Tongnuanchan, P; Benjakul, S, 2014: 1231-1249).

Minyak esensial biasanya merupakan senyawa kompleks yang terdiri dari komponen polar dan non polar. Secara umum komponen minyak esensial dibagi menjadi dua, yaitu: *terpene hydrocarbon* dan *oxygenated hydrocarbon*. Golongan senyawa *oxygenated hydrocarbon* merupakan senyawa yang menyebabkan bau wangi dalam minyak esensial, sedangkan golongan *terpene hydrocarbon* berpengaruh kecil terhadap bau wangi minyak esensial (Tongnuanchan, P.; Benjakul, S, 2014: 1231-1249).