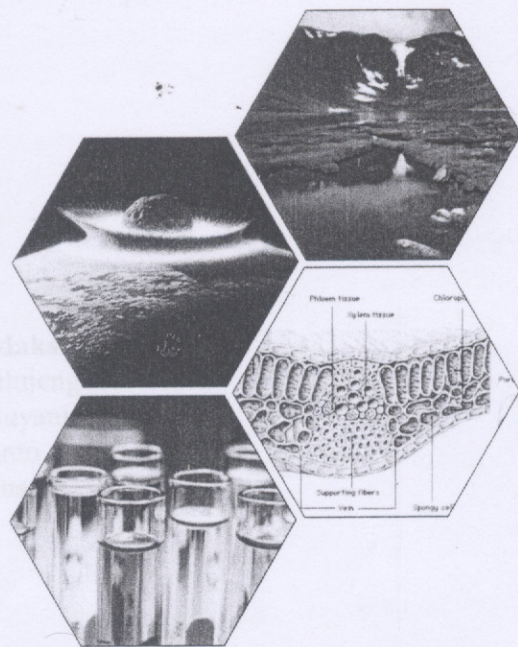


# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN SAINS



*"Pembelajaran Sains yang Inovatif dan Berkarakter dalam Implementasi Kurikulum 2013 untuk Menjawab Tantangan Hidup Abad XXI"*

**Yogyakarta, 26 Oktober 2013**

**Penyelenggara :  
Program Studi Pendidikan Sains  
Pascasarjana  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Kampus Karangmalang  
Yogyakarta 55281**



**Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains** diterbitkan oleh  
**Prodi Pendidikan Sains PPs UNY.**

Prosiding ini memuat hasil penelitian ataupun kajian yang berkaitan dengan pendidikan sains dan diterbitkan satu kali setahun.

**ABSTRAK**

Makalah ini menyajikan hukum-hukum Newton sebagai pusat kajian mekanika Newtonian yang terintegrasi. Berbagai topik yang selama ini beresak tidak nampak kaitannya dengan hukum-hukum Newton telah diuraikan kembali menjadi bagian dari peta konsep mekanika Newtonian yang berpusat pada hukum-hukum Newton. Peta konsep Hukum I Newton dan Hukum II Newton yang terkait dengan sebagian besar persoalan mekanika Newtonian diperkenalkan dengan untuk mempermudah pemahaman mekanika Newtonian secara lebih terintegrasi. Disamping itu makalah ini juga menyajikan *mirror image* antara kajian tentang hukum-hukum Newton untuk menyorotkan sisi dari aspek kognitif dengan kajian untuk mencerdaskan hati dari aspek afektif. Dengan metode *mirror image* ini diharapkan peserta didik tidak hanya mampu memahami mekanika Newtonian secara lebih luas dan terintegrasi, tetapi juga dapat mengasah nilai-nilai moral yang diekstrak dari hukum-hukum Newton yang disajikan menyatu dalam satu paket hukum Newton.

**Dewan Redaksi**  
Dr. Insih Wilujeng  
Dr. Slamet Suyanto  
Dr. Pujiyanto  
Dr. Eli Rohaeti

*Kata kunci: mirror image, mekanika Newton, kognitif, afektif*

**PENDAHULUAN**

Di jaman modern dengan arus informasi yang mengalir begitu deras dan tuntutan kesederhanaan yang semakin luas tidak lagi tersedia ruang untuk mempertahankan secara terpisah dengan sains. Manusia memiliki akal dan hati yang keduanya perlu dikembangkan secara paralel. Agama memiliki fokus mengembangkan potensi hati dan sains mengembangkan potensi akal. Sains selavakaya pengembangan akal diarahkan untuk menumbuhkan kepekaan hati. Begitu sebaliknya hati memanfaatkan kaidah ilmiah sehingga bisa diarahkan untuk menumbuhkan kepekaan akal.

**Alamat Redaksi**  
Sekretariat  
Program Studi Pendidikan Sains  
Program Pascasarjana UNY  
Universitas Negeri Yogyakarta Kampus Pusat  
Jl. Colombo No. 1, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281  
Telp. (0271) 550836 (front office), hunting (0274) 586168,  
psw. 229; 285; dan 367, Fax. (0274) 520326  
Website : <http://pps.uny.ac.id>



**MIRROR IMAGE: SEIMBANG MENGGARAP ASPEK KOGNITIF DAN AFEKTIF DALAM KAJIAN HUKUM NEWTON**

Oleh:  
**Suparno**  
Universitas Negeri Yogyakarta

**ABSTRAK**

Makalah ini menyajikan hukum-hukum Newton sebagai pusat kajian mekanika Newtonian yang terintegrasi. Berbagai topik yang selama ini berserak tidak nampak kaitannya dengan hukum-hukum Newton telah dirangkai kembali menjadi bagian dari peta konsep mekanika Newtonian yang berpusat pada hukum-hukum Newton. Peta konsep Hukum I Newton dan Hukum II Newton yang terkait dengan sebagian besar persoalan mekanika Newtonian diperkenalkan dengan untuk mempermudah pemahaman mekanika Newtonian secara lebih terintegrasi. Disamping itu makalah ini juga menyajikan *mirror image* antara kajian tentang hukum-hukum Newton untuk mencerdaskan akal dari aspek kognitif dengan kajian untuk mencerdaskan hati dari aspek afektif. Dengan metode *mirror image* ini diharapkan peserta didik tidak hanya mampu memahami mekanika Newtonian secara lebih luas dan terintegrasi tetapi juga dapat mengambil pelajaran moral yang diekstrak dari hukum-hukum Newton yang disajikan menyatu dalam satu paket hukum Newton.

*Kata kunci: mirror image, mekanika Newtonian, hukum Newton, kognitif, afektif*

**PENDAHULUAN**

Di jaman modern dengan arus informasi yang mengalir begitu deras dan tuntutan keterbukaan yang semakin luas tidak lagi tersisa ruang untuk mempertentangkan antara agama dengan sains. Manusia memiliki akal dan hati yang keduanya perlu dikembangkan secara parallel. Agama memiliki fokus mengembangkan potensi hati dan sains mengembangkan potensi akal. Sudah selayaknya pengembangan akal melalui sains diarahkan untuk menumbuhkan kepekaan hati. Begitu pula sebaliknya pembinaan hati memanfaatkan kaidah ilmiah sehingga bisa diterima oleh akal sehat.

Ilmuwan besar sepanjang sejarah Albert Einstein pernah mengatakan: "*Science without religion is lame and religion without science is blind.*" (Sains tanpa agama akan lumpuh dan agama tanpa sains akan buta.) Pernyataan itu menunjukkan betapa pentingnya sinergi antara sains dan agama.



Akan tetapi kenyataan menunjukkan bahwa buku-buku pelajaran sains dalam hal ini fisika, kimia, biologi dan rumpun sains yang lain tidak ada satupun yang dirancang untuk membelajarkan sains sekaligus mendidikan agama kepada para pembacanya. Padahal semua topik kajian sains memiliki kandungan afektif yang bisa diungkap dan dielaborasi untuk mengembangkan nilai-nilai moral para pembacanya.

Makalah ini menyajikan hukum Newton dalam dua nuansa yang berbeda. Yang pertama Hukum Newton disajikan sebagai pusat peta konsep mekanika Newtonian dengan topik-topik lain terhubung langsung pada hukum Newton, sehingga nuansa newtoniannya terasa lebih kental. Selama ini pembelajaran mekanika newtonian disajikan secara terpisah mulai dari pengukuran, vektor, gerak lurus beraturan, gerak lurus berubah beraturan, gerak melingkar, hukum-hukum Newton, usaha, energi, momentum, tumbukan, tuas dan lain-lain tanpa menampakkan keterkaitan topik-topik tersebut dengan hukum Newton. Penyajian seperti itu disamping mengaburkan nuansa Newtoniannya, juga menyebabkan para peserta didik tidak bisa melihat dengan jelas keterkaitan topik-topik yang mereka pelajari dengan hukum-hukum Newton.

Yang ke dua semua topik disajikan dalam nuansa agamis. Aspek afektif dari setiap topik kajian diperdalam dan diberi ruang yang seimbang untuk menumbuhkan dan mengembangkan nilai-nilai moral pada para peserta didik. Peta konsep dalam bentuk mirror image antara penggarapan aspek kognitif dan afektif diperkenalkan sebagai produk inovatif dalam menggarap aspek kognitif dan afektif secara seimbang. Bangsa Indonesia adalah bangsa yang berketuhanan yang maha esa, sehingga dalam diri masing-masing anak bangsa sudah ada jiwa bertuhan yang merupakan esensi beragama. Sayangnya penerbitan buku-buku sains selama ini belum memikirkan jiwa ketuhanan yang ada di dalam diri setiap peserta didik.

## PEMBAHASAN

### A. Hukum I Newton

Dalam buku "Physics for Scientists and Engineers" Raymond A Serway



menjelaskan: "*In the absence of external forces, when viewed from an inertial reference frame, an object at rest remains at rest and an object in motion continues in motion with a constant velocity.*" [Serway, R.A., 2006: 115] (Dengan tidak adanya gaya luar, ketika dilihat dari kerangka acuan inersia, sebuah obyek diam akan tetap diam dan sebuah obyek yang bergerak terus bergerak dengan kecepatan konstan.)

Hukum I Newton hakekatnya berbicara tentang kesetimbangan gaya yang bekerja pada sebuah benda. Bila resultan gaya eksternal yang bekerja pada benda tersebut sama dengan nol, maka benda yang dalam keadaan diam dia tetap akan berada dalam keadaan diam atau benda yang dalam keadaan bergerak dia terus akan bergerak dengan kecepatan konstan bila dilihat dari kerangka acuan inersia.

$$\sum F = 0$$

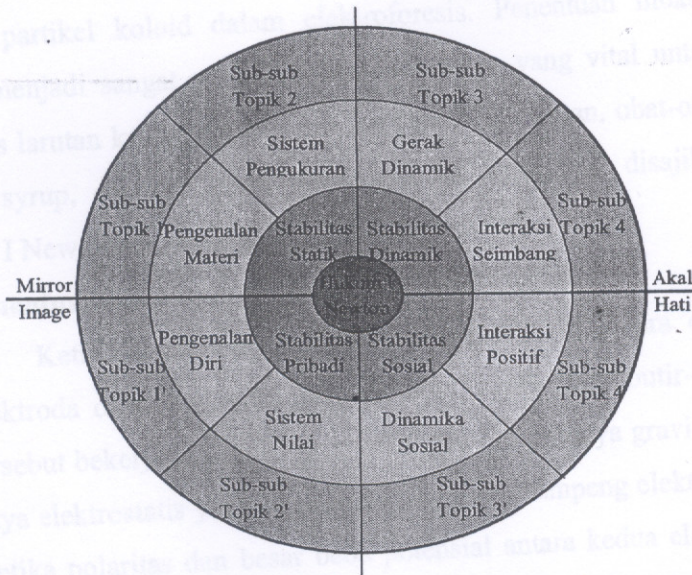
Persamaan 1

Ada dua macam kesetimbangan yang dibahas yakni kesetimbangan statis dan kesetimbangan dinamis. Kesetimbangan statis yang terjadi saat benda dalam keadaan diam akan tetap diam. Hal ini menuntut adanya ukuran kemampuan untuk mempertahankan keadaan diamnya melawan gangguan eksternal. Ukuran kemampuan melawan gangguan eksternal itu dinyatakan oleh masa benda,  $m$  yang merupakan ukuran kelembaman (inersia) benda tersebut. Untuk itu kajian tentang Hukum I Newton menuntut pendalaman tentang masa benda yang diamati dan sifat-sifat fisis lain dari benda tersebut, sehingga melahirkan kajian tentang sistem pengukuran disertai besaran, ukuran, dimensi, skalar, dan sistem penyusun materi disertai dengan masa jenis, unsur, masa atom, masa inti dan sejenisnya. Sementara itu kesetimbangan dinamis yang terjadi pada saat benda bergerak dengan kecepatan konstan menuntut adanya kajian tentang gerak lurus beraturan disertai dengan kecepatan, perpindahan, waktu, vektor, kerangka acuan inersia, sistem koordinat dan gerak relatif.

Dalam hal ini kajian penting seperti sistem pengukuran, sistem penyusun materi, gerak lurus beraturan, kerangka acuan, sistem koordinat, dan gerak relatif tidak disajikan secara terpisah, tetapi merupakan satu



kesatuan di bawah topik Hukum I Newton. Hukum I Newton diposisikan pada pusat kajian mekanika newtonian yang peta konsepnya bisa dilihat dalam bentuk diagram dalam Gambar 1.



Gambar 1. Mirror Image penggarapan ranah kognitif dan afektif dengan topik Hukum I Newton

Gambar 1 di atas menyajikan peta konsep mekanika newtonian dengan topik kajian Hukum I Newton juga menyajikan bayangan cermin (*mirror image*) penggarapan aspek kognitif untuk mencerdaskan akal dengan penggarapan aspek afektif untuk mencerdaskan hati peserta didik. Stabilitas statik yang memerlukan kajian tentang pengenalan materi dan pengukuran dapat diasosiasikan dengan stabilitas diri pribadi peserta didik yang memerlukan pengenalan diri sebagai hamba Allah dan sistem nilai yang diberlakukan Allah kepada semua hamba-Nya secara universal. Pribadi seseorang akan stabil dalam arti tenang tenteram bila dia berjalan sesuai dengan fitrahnya sebagai seorang hamba yang taat kepada Sang Pencipta, alias takwa, dengan menafikan semua godaan eksternal yang mungkin mengganggu hatinya atau menganulir gaya-gaya eksternal sehingga tidak menimbulkan guncangan.

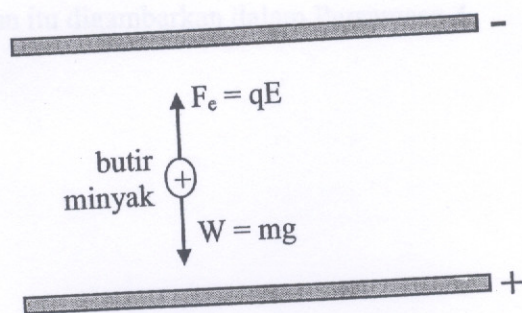
Kesetimbangan dinamik mensyaratkan adanya gerak dengan kecepatan



konstan, secara tersirat menunjukkan adanya interaksi positif gaya-gaya eksternal yang setimbang. Interaksi itu membuka peluang aplikasi Hukum I Newton dalam berbagai bidang seperti penentuan rasio muatan dengan masa butir minyak (*oil droplet*) dalam Tetes Minyak Millikan dan penentuan muatan partikel koloid dalam elektroforesis. Penentuan muatan partikel koloid menjadi sangat penting karena perannya yang vital untuk menjaga stabilitas larutan koloid produk industri seperti minuman, obat-obatan dalam bentuk sirup, cat, tinta dan sejenisnya. Di bawah ini disajikan aplikasi Hukum I Newton dalam penentuan muatan partikel.

### 1. Penentuan rasio muatan dan masa butir minyak

Ketika butir-butir minyak disemprotkan di antara dua lempeng elektroda dalam tetes minyak Millikan, maka pada butir-butir minyak tersebut bekerja dua buah gaya sekaligus. Yakni gaya gravitasi bumi dan gaya elektrostatis yang berasal dari sepasang lempeng elektroda tersebut. Ketika polaritas dan besar beda potensial antara kedua elektroda diatur sedemikian rupa sehingga sebutir minyak yang diamati stabil, tidak bergerak ke atas atau ke bawah, maka pada saat itu terjadi kesetimbangan antara gaya elektrostatis,  $F_e = qE$ , dengan gaya gravitasi bumi,  $W = mg$ . Dalam hal ini  $q$  adalah muatan butir minyak,  $E$  adalah kuat medan listrik di antara kedua lempeng elektroda,  $g$  adalah percepatan gravitasi bumi dan  $m$  adalah masa butir minyak. Keadaan itu dilukiskan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Eksperimen tetes minyak



Pada saat gaya eksternal yang bekerja pada butir minyak itu dalam keadaan setimbang,

$$\sum F = F_e - W = qE - mg = 0 \quad \text{Persamaan 2}$$

Sedangkan kuat medan listrik diberikan oleh  $E=V/d$  dengan  $V$  sebagai beda potensial antara kedua elektroda dan  $d$  adalah jarak antara kedua elektroda. Sehingga Persamaan 2 bisa ditulis kembali menjadi

$$\frac{q}{m} = \frac{g}{E} = \frac{dg}{V} \quad \text{Persamaan 3}$$

Persamaan 3 menunjukkan rasio antara muatan dan masa butir minyak dalam tetes minyak Millikan. Bila masa butir minyak diketahui, maka muatan butir minyak tersebut bisa ditentukan.

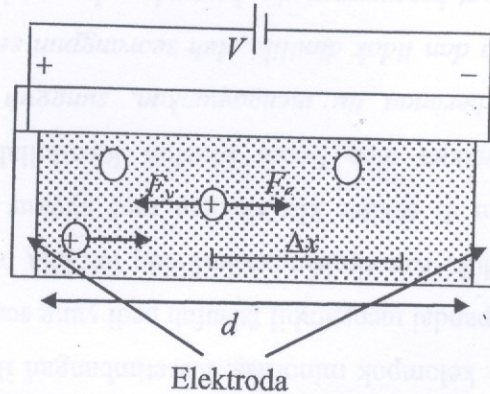
## 2. Penentuan muatan partikel .

Partikel koloid bermuatan yang berada di bawah pengaruh medan listrik akan mengalami gerak elektroforesis. Saat partikel mulai bergerak pada partikel tersebut bekerja gaya elektrostatis, sehingga mengalami gerak lurus berubah beraturan dengan percepatan  $a=qE/m$ . Percepatan itulah yang menyebabkan kecepatan gerak partikel semakin tinggi, sehingga menimbulkan gaya gesek yang semakin besar pula yakni sebesar  $F=6\pi\eta Rv$ . Dalam hal ini adalah  $\eta$  adalah viskositas larutan,  $R$  adalah radius partikel dan  $v$  adalah kecepatan gerak partikel. Gaya gesek larutan akan semakin besar dengan bertambahnya kecepatan sehingga akhirnya terjadi kesetimbangan antara gaya elektrostatis dengan gaya geseknya. Keadaan itu digambarkan dalam Persamaan 4.



$$\sum F = F_e + F_v = qE - 6\pi\eta Rv = 0$$

Persamaan 4



Gambar 3. Skema partikel yang mengalami gerak elektroforesis

Sehingga besar muatan partikelnya bisa dituliskan sebagai:

$$q = \frac{6\pi\eta Rv}{E} \text{ Persamaan 5}$$

Kecepatan partikel  $v$  bisa ditentukan melalui pengamatan waktu gerak partikel  $\Delta t$  melintasi jarak sejauh  $\Delta x$ , lalu dihitung dengan persamaan  $v = \Delta x / \Delta t$ . Sedang kuat medan listrik bisa ditentukan melalui persamaan  $E = V/d$ , dengan  $V$  dan  $d$  adalah beda potensial dan jarak antar elektroda secara berurutan. (Lihat Gambar 3) Sehingga muatan partikel koloid bisa ditentukan.

Dengan model penyajian seperti di atas para peserta didik akan melihat manfaat dari mempelajari Hukum I Newton. Tidak seperti yang biasa dilakukan para siswa tetap seperti katak dalam tempurung, tidak mampu melihat aplikasi adanya kesetimbangan gaya-gaya eksternal yang bekerja dalam satu sistem dalam berbagai bidang kehidupan.

Aspek afektif dari stabilitas dinamik dari Hukum I Newton yang bisa diambil sebagai pelajaran adalah pentingnya kecerdasan emosional dan spiritual untuk menganulir gaya-gaya eksternal dalam berinteraksi sosial, sehingga resultan gayanya sama dengan nol dan tidak menimbulkan guncangan. Kesetimbangan sosial dibangun atas landasan interaksi sosial yang setimbang, yang dalam hal ini bisa dimaknai sebagai interaksi sosial yang saling menguntungkan. Artinya untuk menciptakan



keamanan dan kenyamanan hidup setiap individu harus berupaya maksimal untuk menciptakan interaksi sosial yang saling menguntungkan. Seperti yang diriwayatkan oleh Imam Ahmad bahwa Rasulullah saw mengumpamakan seorang mukmin itu seperti lebah. Dia makan yang baik-baik, mengeluarkan yang baik-baik dan hinggap dimanapun tidak pernah merusak.[Ahmad, 1991: 6577] Disamping itu ada hadist yang menjelaskan bahwa sebaik-baik manusia adalah yang bermanfaat bagi orang lain.

Interaksi sosial yang merugikan harus dianulir untuk meniadakan gangguan keamanan dan kenyamanan. Kekuatan masyarakat yang bersifat positif harus mampu mengantisipasi, mengatasi dan mengimbangi kekuatan negatif yang berasal dari entropi individu atau kelompok. Rasulullah saw menjelaskan bahwa orang muslim itu adalah orang yang orang-orang Islam lain selamat dari lisannya dan tangannya. Artinya orang Islam itu pantang merugikan orang lain dengan ucapan dan perbuatannya.

Dengan mempelajari Hukum I Newton ini diharapkan para peserta didik menyadari pentingnya prinsip kesetimbangan untuk mendapatkan kenyamanan dan keamanan. Kesetimbangan ekonomi akan tercipta bila orang-orang kaya banyak bersedekah. Kesetimbangan sosial akan tercipta bila kelompok mayoritas rela berbagi kuasa (*power sharing*) dengan kelompok minoritas. Kesetimbangan ilmu akan terjadi bila para cerdik pandai mengambil falsafah padi yang semakin berisi akan semakin merunduk. Kesetimbangan individu tercipta bila kita mensikapi semua kejadian di sekitar kita dengan rasa syukur dan sabar. Sebagaimana diriwayatkan oleh Imam Muslim Rasulullah saw bersabda: "*Urusan orang beriman itu mengagumkan, sungguh semua urusannya baik baginya dan tidak dimiliki oleh seorangpun selain orang beriman. Bila mendapat kesenangan dia bersyukur dan syukur itu baik baginya. Bila mendapat musibah dia bersabar dan sabar itu baik baginya.*" [Muslim, 1981: 5318]



## B. Hukum II Newton

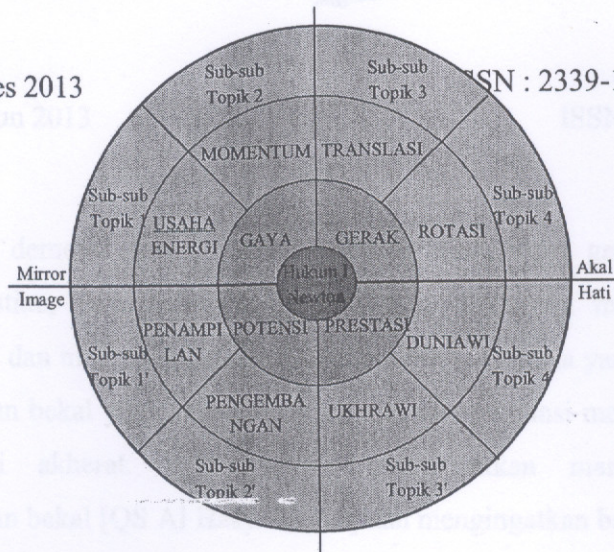
Secara singkat Raymond A Serway menjelaskan Hukum II Newton sebagai berikut: "*When viewed from an inertial reference frame, the acceleration of an object is directly proportional to the net force acting on it and inversely proportional to its mass.*" [Serway, R.A., 2006: 117] (Ketika dipandang dari kerangka acuan inersia, percepatan sebuah benda sebanding dengan gaya total yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan masanya.) Hukum itu dinyatakan dalam Persamaan 6.

$$F = ma \quad \text{Persamaan 6}$$

Gaya  $F$  yang dimaksud dalam Persamaan 6 adalah gaya total yang bekerja pada obyek yang sedang diamati dan tidak sama dengan nol. Gaya total yang sama dengan nol menjadi bidang cakupan Hukum I Newton.

Ada dua topik utama yang menjadi pokok kajian dalam Hukum II Newton yakni tentang gaya dan gerak. Kajian tentang gaya berkaitan erat dengan usaha, energi kinetik, energi potensial, momentum, dan daya. Sedang kajian tentang gerak terdiri dari dua gerak utama yakni gerak translasi dan gerak rotasi. Gerak translasi sendiri bisa dibagi menjadi dua sub topik yakni gerak lurus berubah beraturan dan gerak parabola. Sehingga seluruh kajian tentang usaha, energy, momentum, daya, gerak lurus berubah beraturan, gerak parabola, dan gerak melingkar disajikan secara terintegrasi menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari Hukum II Newton. Untuk mempermudah dalam melihat keterkaitan hubungan antara sub-sub topik di atas dengan Hukum II Newton secara visual bisa dilihat Gambar 4. Aplikasi Hukum II Newton sangat luas mulai dari menghitung berapa gaya yang diperlukan untuk mendorong sebuah mobil mogok, menentukan kecepatan meluncur seorang penerjun payung sebelum parasutnya mengembang, memprediksi lokasi jatuhnya sebuah peluru meriam yang ditembakkan, sampai menentukan gerak elektron di bawah pengaruh medan listrik maupun medan magnet.





Gambar 4. Mirror Image penggarapan ranah kognitif dan afektif dengan topik Hukum II Newton

Gambar 4 disamping menyajikan secara komprehensif peta konsep Hukum II Newton dalam kaitannya dengan berbagai sub topic terkait, juga menyajikan mirror image bidang penggarapan akal (aspek kognitif) dengan hati (aspek afektif). Dalam *mirror image* disajikan bahwa gaya diasosiasikan dengan potensi diri, sedang gerak diasosiasikan dengan prestasi. Sebagaimana layaknya gaya yang dapat dimanfaatkan untuk menggerakkan benda, potensi diri juga bisa dimanfaatkan untuk menggerakkan prestasi. Potensi diri berupa kepribadian, tutur kata, dan etika yang baik harus dimanfaatkan untuk menjaga penampilan terbaik. Pepatah Jawa mengatakan: "*Ajining raga saka busana, ajining diri saka ing lati.*" (Badan seseorang dihargai karena pakaian yang dikenakan, sedang pribadi seseorang dihargai karena ucapannya.) Gaya seseorang dalam bertutur kata, intonasi suara, dan pemilihan kata-kata yang diucapkan mencerminkan kepribadiannya. Potensi diri yang merupakan karunia Allah itu juga harus disyukuri dari waktu ke waktu untuk mengembangkan pengetahuan, ketrampilan dan kepribadiannya.

Kajian tentang gerak rotasi dapat diasosiasikan dengan gerak kehidupan manusia sehari-hari yang berpusat di rumah mereka. Apapun yang mereka lakukan di siang hari, mereka akan pulang ke rumah juga di malam harinya. Kemanapun mereka pergi akhirnya pulang ke rumah mereka juga. Sebuah gambaran rutinitas duniawiyah yang membosankan bila tidak diisi dengan aktivitas yang bermakna untuk peningkatan kualitas kepribadian mereka. Sedang gerak translasi bisa diasosiasikan dengan gerak manusia mengarungi dimensi waktu. Mereka tidak pernah kembali ke titik yang telah mereka



lewati dalam dimensi waktu. Mereka sedang melakukan gerak translasi menuju kematian, menuju Sang Pencipta dan tidak ada metode untuk membelokkan dan membalikkannya. Betapa ruginya manusia yang lalai tidak mempersiapkan bekal yang cukup dalam perjalanan translasi mereka menuju keabadian di akherat. Allah sudah mengingatkan manusia untuk mempersiapkan bekal [QS Al Hasyr 59: 18] dan mengingatkan bahwa sebaik-baik bekal adalah taqwa. [QS Al Baqarah 2: 197]

Dengan mempelajari Hukum II Newton di atas diharapkan peserta didik termotivasi untuk memanfaatkan potensi yang dikaruniakan Allah kepadanya untuk senantiasa menyajikan penampilan yang terbaik dalam setiap kesempatan dan mengembangkan kepribadian sehingga mencapai derajat taqwa, karena sesungguhnya orang yang paling mulia di sisi Allah adalah orang yang bertaqwa. [QS Al Hujurat 49: 13] Dengan berbekal hati yang taqwa dan akal yang cemerlang dengan ilmu pengetahuan itulah peserta didik layak untuk maju berkompetisi dan menang dengan berbagai prestasi di mata manusia di dunia ini dan dalam pandangan Allah di akherat kelak.

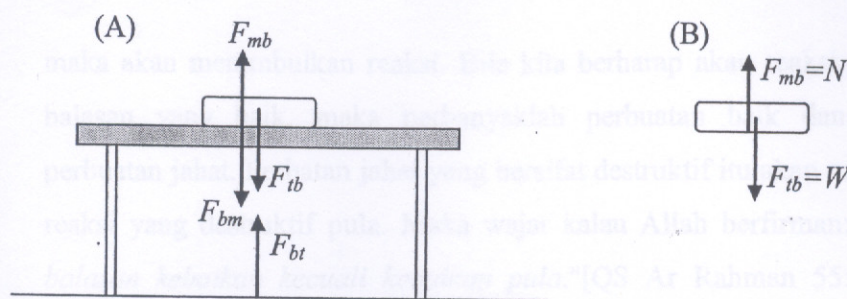
### C. Hukum III Newton

Dalam mendefinisikan Hukum III Newton *Raymond A. Serway* dalam bukunya "Physics for Scientists and Engineers" mengatakan: "*If two objects interact, the force  $F_{12}$  exerted by object 1 on object 2 is equal in magnitude and opposite in direction to the force  $F_{21}$  exerted by object 2 on object 1.*" [Serway, R.A., 2006: 120] (Bila dua buah obyek berinteraksi gaya  $F_{12}$  yang dikenakan oleh obyek 1 pada obyek 2 adalah sama besarnya namun berlawanan arahnya dengan gaya  $F_{21}$  yang dikeluarkan oleh obyek 2 pada obyek 1.) Hukum III Newton secara matematis dituliskan sebagai:

$$F_{12} = -F_{21} \quad \text{Persamaan 7}$$

$F_{12}$  dan  $F_{21}$  merupakan dua gaya yang memiliki titik tangkap yang berbeda sehingga tidak saling meniadakan agar terjadi kesetimbangan.





**Gambar 5.** Gaya aksi reaksi dari buku pada meja dan tanah (A) dan kesetimbangan gaya pada buku (B).

Sebagai contoh sebuah buku yang tergeletak di atas meja, diam tidak bergerak bukan karena adanya gaya aksi buku kepada meja ( $F_{bm}$ ) yang diimbangi oleh gaya reaksi dari meja pada buku ( $F_{mb}$ ). Juga bukan karena gaya buku pada tanah  $F_{bt}$  yang merupakan gaya reaksi dari gaya tarik tanah kepada buku  $F_{tb}$ . Buku itu diam karena ada dua jenis gaya yang bekerja padanya dan secara total jumlahnya nol. Kedua gaya itu adalah gaya meja pada buku ( $F_{mb}$ ) dan gaya tarik tanah pada buku ( $F_{tb}$ ). (lihat gambar 5) Gambar 5 (A) menunjukkan gaya-gaya yang bekerja pada buku, meja dan tanah. Gambar 5 (B) menunjukkan dua gaya yang bekerja pada buku yang menyebabkan buku tersebut diam tidak bergerak, yakni gaya gravitasi bumi terhadap buku  $W = F_{tb}$  ke bawah dan gaya normal  $N = F_{mb}$  ke atas.

Hukum III Newton Nampak sebagai satu porsi kecil dari keseluruhan hukum Newton yang membahas interaksi antara dua obyek yang berbeda, namun hukum ini hampir menyentuh semua interaksi yang terjadi di sekitar kita. Tumbukan merupakan manifestasi dari terjadinya gaya aksi dan reaksi. Kajian tentang tumbukan ini mencakup aplikasi yang sangat luas. Tidak hanya terjadi di meja bilyar dengan tumbukan antar bola bilyar, tapi juga terjadi di jalanan dalam tabrakan antar mobil, di perahu yang penumpangnya meloncat keluar, di dalam senjata api yang ditembakkan, dalam peluncuran rocket, sampai interaksi antar partikel elementer. Dalam semua peristiwa itu berlaku hukum kekekalan momentum sebelum dan sesudah tumbukan.

Aspek afektif yang bisa diambil dari Hukum III Newton adalah sekecil apapun perbuatan yang kita lakukan kepada orang atau barang di sekitar kita,



maka akan menimbulkan reaksi. Bila kita berharap akan reaksi positif atau balasan yang baik, maka perbanyaklah perbuatan baik dan hindarilah perbuatan jahat. Perbuatan jahat yang bersifat destruktif itu akan membuahkan reaksi yang destruktif pula. Maka wajar kalau Allah berfirman: "*Tidak ada balasan kebaikan kecuali kebaikan pula.*" [QS Ar Rahman 55: 60] Allah menghasung manusia untuk berbuat baik dan menakut-nakuti manusia agar tidak berbuat jahat. Allah membalas semua kebaikan meskipun kecil, bahkan sebesar dzarrah sekalipun. [QS Al Zalzalah 99: 7]. Dengan mempelajari Hukum III Newton ini diharapkan peserta didik menjadi lebih berhati-hati dalam berinteraksi dengan orang-orang di sekitarnya. Menjadi lebih mampu mengendalikan diri untuk tidak berbuat jahat dan terhasung untuk memperbanyak perbuatan baik.

#### SIMPULAN

Mekanika Newtonian telah dipaparkan dalam bentuk penyajian baru dengan menempatkan hukum-hukum Newton sebagai pusat kajian dan masing-masing topik terkait terlihat hubungannya dengan hukum Newton. Inovasi penyajian tersebut dilengkapi dengan metode *mirror image* dalam menggarap aspek kognitif yang seimbang dengan aspek afektif, sehingga produk akhirnya diharapkan tidak hanya peserta didik yang cerdas, tetapi juga yang bertaqwa.

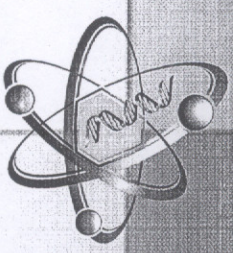
#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad. 1991. *Al Musnad*. Beirut: Darul-Fikri.
- Departemen Agama RI. 1999. *Al Qur'an dan Terjemahnya*. Semarang: CV Asy-Syifa'.
- Muslim. 1981. *Shaheh Muslim*. Bandung: Maktabah Dahlan.
- Serway, R.A. 2006. *Physics for Scientists and Engineers*. New York: Wiley.





PROGRAM STUDI PENDIDIKAN SAINS  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA



SemNas Pend. Sains  
UNY2013

# Sertifikat

No: 035/Pan-Sem/Psn/PPS-UNY/IX/2013

Diberikan kepada :

**SUPARNO, M.App.Sc., Ph.D.**

Atas partisipasinya sebagai :

**PEMAKALAH**

Pada Kegiatan Seminar Nasional Pendidikan Sains dengan Tema

*"Pembelajaran Sains yang Inovatif dan Berakarakter dalam Implementasi*

*Kurikulum 2013 untuk Menjawab Tantangan Hidup Abad XXI"*

yang diselenggarakan pada tanggal 26 Oktober 2013

di Ruang Sidang Rektorat Universitas Negeri Yogyakarta

Ketua Program Studi Pend. Sains  
Program Pascasarjana

Ketua Panitia Seminar Nasional  
Pendidikan Sains



Direktur Program Pascasarjana  
Universitas Negeri Yogyakarta

Prof. Dr. Zuhdan K. Prasetyo, M.Ed.

NIP 19550415 198502 1 001

Dr. rer.nat. Senam

NIP 19670306 199203 1 011

Panggih Priyambodo, S.Pd.Si.

NIM 12708251033