

# Analisis Aplikasi Konsep Gaya dalam Fisika yang Berkaitan dengan Bidang Biologi

Toto<sup>a)</sup>, Lia Yulisma<sup>b)</sup>

*Universitas Galuh Ciamis*

Email: <sup>a)</sup>totounigal\_cms@yahoo.com, <sup>b)</sup>goli\_yulisma31@yahoo.co.id

## Abstract

In general, students of Biology faculty study program of Universitas Galuh Ciamis viewed physics as a difficult subject (based on interview result of writer with some students). This statement is reinforced by the acquisition of less satisfactory physics courses. They are less interested in the subject of physics with a variety of reasons including counting material that requires them to memorize many formulas and theories. In the course of physics in the biology program should be equipped application of concepts and principles of physics in the field of biology. It is very important to facilitate students in mastering and enjoying physics courses. In this study, documentation study of biology books in the subjects of General Biology in 1<sup>st</sup> semester. Based on the analysis there are application of the concept of style in the subject material of General Biology namely: capillarity style on xylem and phloem; Force on muscle tissue; And food peristaltic style. The results of this study are useful as a basis for the preparation of physics-oriented teaching materials of biological science, so that biology students are expected to be interested in physics. As a recommendation that analysis of the application of concepts and principles of physics in biology must be done in a continuous manner.

**Keywords:** Style concept application.

## Abstrak

Pada umumnya mahasiswa prodi pendidikan biologi FKIP Universitas Galuh Ciamis memandang fisika sebagai mata kuliah yang sulit (berdasarkan hasil wawancara penulis dengan beberapa mahasiswa). Pernyataan ini diperkuat dengan perolehan nilai mata kuliah fisika yang kurang memuaskan. Mereka kurang tertarik pada mata kuliah fisika dengan berbagai alasan diantaranya banyak materi hitungan yang mengharuskan mereka menghafal banyak rumus dan teori. Dalam perkuliahan fisika pada prodi biologi seharusnya dilengkapi aplikasi konsep dan prinsip-prinsip fisika dalam bidang biologi. Hal tersebut sangat penting untuk mempermudah mahasiswa dalam menguasai dan menyukai mata kuliah fisika. Dalam penelitian ini dilakukan studi dokumentasi terhadap buku biologi pada mata kuliah Biologi Umum pada semester 1. Berdasarkan analisis terdapat aplikasi konsep gaya dalam materi mata kuliah Biologi Umum yaitu : gaya kapilaritas pada xilem dan floem; gaya pada jaringan otot; dan gaya peristaltik makanan. Hasil studi ini bermanfaat sebagai dasar pijakan dalam penyusunan bahan ajar fisika yang berorientasi ilmu hayati, sehingga mahasiswa biologi diharapkan tertarik terhadap fisika. Sebagai rekomendasi bahwa analisis aplikasi konsep dan prinsip fisika dalam biologi mesti dilakukan secara berkesimbangan.

**Kata-kata Kunci:** Aplikasi konsep gaya.

## PENDAHULUAN

Mahasiswa program studi biologi dibekali berbagai mata kuliah MIPA, diantaranya mata kuliah fisika. Dengan mempelajari fisika, mahasiswa program studi biologi memperoleh pengetahuan berbagai fenomena alam. Dalam pengungkapan suatu fenomena alam secara kuantitatif digunakan bahasa simbolik, sehingga pengungkapan fenomena alam itu lebih singkat dan mudah dipahami. Suma (2003, dalam Toto, 2009) mengungkapkan bahwa kemampuan menggunakan bahasa simbolik secara implisit sudah terkandung dalam kemampuan menggambarkan pengetahuan fisika, misalnya mendeskripsikan dengan kata-kata, simbol, persamaan, fungsi, diagram dan grafik.

Hukum-hukum alam dapat diungkapkan secara matematis. Peran logika dalam pengendalian hukum-hukum alam menyebabkan matematika menjadi “bahasa” hukum alam. Model matematika digunakan untuk meramalkan suatu fenomena fisika dan mendapatkan hubungan-hubungan yang berlaku dalam suatu sistem. Fisika banyak melibatkan rumus-rumus untuk melukiskan hukum-hukum dan perantai alam. Rumus-rumus tersebut pada hakikatnya adalah sebuah model matematika (Brotosiswojo, 2001). Namun, disisi lain matematika kadang-kadang menjadi sumber kesulitan dalam mempelajari fisika. Hal ini menjadi salah satu penyebab para mahasiswa tidak tertarik pada fisika.

Toto (2009) mengungkapkan bahwa penggunaan matematika yang rumit dalam perkuliahan fisika menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan untuk memahami konsep-konsep fisika. Pada umumnya mahasiswa program studi biologi memandang fisika sebagai mata kuliah yang sulit (berdasarkan hasil wawancara penulis sebagai pengampu mata kuliah fisika dengan beberapa mahasiswa program studi pendidikan biologi FKIP Universitas Galuh, 2015). Pernyataan ini diperkuat dengan perolehan nilai mata kuliah fisika yang kurang memuaskan. Para mahasiswa mengalami kesulitan dalam menerapkan matematika dalam perkuliahan fisika, salah satu penyebabnya mungkin karena tidak sedikit mereka yang berlatar belakang pendidikan SMTA non IPA. Namun hal ini dialami juga oleh para siswa dalam mempelajari fisika, sebagaimana diungkapkan melalui penelitian yang dilakukan Belsasar, 1989 dan Sugiatno, 1990 (dalam Toto, 2009) yang menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan untuk menerapkan matematika dalam pembelajaran fisika. Demikian juga dikemukakan Giancoli (1998), “*Physics is sometimes thought of as being a difficult subject. However, sometimes it is the mathematics used that is the source of difficulties rather than the physics itself.*” Dari kalimat ini dapat disimpulkan bahwa fisika dianggap subjek yang sulit. Namun, kadang-kadang matematikalah yang menjadi sumber kesulitan daripada fisika itu sendiri. Sekalipun bukan hasil riset ilmiah, pendapat ini merupakan masukan dan bahan pertimbangan untuk mencari solusi bagaimana agar matematika tidak menjadi sumber kesulitan dalam mempelajari fisika.

Para mahasiswa program studi biologi FKIP Universitas Galuh kurang tertarik pada mata kuliah fisika dengan berbagai alasan diantaranya banyak materi hitungan yang mengharuskan mereka menghafal banyak rumus dan teori. Dalam perkuliahan fisika pada program studi biologi seharusnya dilengkapi aplikasi konsep-konsep fisika dalam bidang biologi tersebut. Hal ini sangat penting untuk mempermudah mahasiswa dalam menguasai dan menyukai mata kuliah fisika.

Untuk mengatasi masalah kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep-konsep fisika, diperlukan bahan ajar fisika yang dapat dirasakan manfaatnya bagi mahasiswa. Oleh karena itu, dalam perkuliahan fisika pada program studi biologi diperlukan bahan ajar fisika yang dilengkapi aplikasi konsep-konsep fisika dalam bidang biologi. Untuk memenuhi kebutuhan bahan ajar fisika sebagaimana disebutkan tadi, maka penulis melakukan studi ini sebagai pijakannya. Berhubung keterbatasan waktu dan energi, studi ini terbatas dan fokus pada aplikasi konsep gaya (dan beberapa konsep yang sangat erat kaitannya) bidang biologi. Pada kesempatan lain penulis akan melakukan penelitian sejenis dengan menganalisis aplikasi konsep-konsep fisika lainnya.

Penelitian ini untuk mencari solusi atas permasalahan yang dirumuskan dalam pertanyaan sebagai berikut: “Bagaimanakah aplikasi konsep gaya dalam fisika yang berkaitan dengan bidang biologi?” Diharapkan hasil studi ini bermanfaat sebagai dasar pijakan dalam menyusun bahan ajar fisika yang berorientasi ilmu hayati.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah studi dokumentasi dengan menganalisis buku biologi dalam mata kuliah Biologi Umum pada semester 1 (satu).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis dokumentasi terhadap buku biologi pada mata kuliah Biologi Umum, maka diperoleh sejumlah konsep gaya dalam fisika yang berkaitan dengan biologi yang harus menjadi kompetensi mahasiswa program studi biologi. Acuan analisis berdasarkan pada aplikasi konsep gaya ( dan konsep-konsep lainnya yang terkait) pada mata kuliah fisika 1. Pembahasan konsep gaya terdapat 2 (dua) pokok bahasan yaitu: 1) Hukum-hukum Newton tentang Gerak, dan 2) Fluida.

Adapun konsep dan prinsip dalam fisika yang berkaitan dengan biologi diungkapkan dalam TABEL 1 sebagai berikut:

**TABEL 1.** Konsep dan prinsip gaya dalam fisika yang berkaitan dengan Biologi.

No.	Konsep/prinsip dalam fisika	Konsep/prinsip dalam biologi	Konsep/prinsip fisika dalam biologi
1	Adhesi, kohesi, dan kapilaritas.	Jaringan tumbuhan	Gaya kapilaritas pada xilem dan floem
2	Gaya; gravitasi	Jaringan tubuh manusia	Gaya pada tubuh dan jaringan otot
3	Gaya; gravitasi	Sistem pencernaan	Gaya peristaltik makanan

Sesuai dengan pokok bahasan di atas yaitu Hukum Newton tentang Gerak dan Fluida yang dijadikan acuan dalam melakukan analisis, maka terlebih dahulu dilakukan pembahasan teoretis mengenai konsep gaya, gravitasi, tekanan dalam fluida, adhesi, kohesi, dan kapilaritas.

### Hukum-hukum Newton tentang Gerak

Dalam studi mengenai gerak tidak lepas dari konsep gaya. Definisi gaya banyak diungkapkan para ahli, diantaranya Giancoli (2001) menyatakan bahwa gaya sebagai semacam dorongan atau tarikan terhadap sebuah benda. Sementara Tipler (1991) mengemukakan bahwa gaya adalah suatu pengaruh pada sebuah benda yang menyebabkan benda mengubah kecepatannya, artinya dipercepat. Gaya sebagai gangguan mekanik yang dapat mengakibatkan suatu gerak dan perubahan bentuk suatu materi. Isaac Newton (1642-1727) merumuskan hukum-hukum tentang gerak yaitu hukum pertama, hukum kedua, dan hukum ketiga. Hukum Newton pertama berbunyi: *“Setiap benda tetap berada dalam keadaan diam atau bergerak dengan laju tetap sepanjang garis lurus, kecuali jika diberi gaya total yang tidak nol”*(Giancoli, 2001). Kecenderungan sebuah benda untuk mempertahankan keadaan diam atau gerak tetapnya pada garis lurus disebut *inersia*, sehingga hukum Newton pertama ini sering disebut hukum inersia.

Apa yang terjadi jika sebuah gaya total diberikan pada benda tersebut? Newton berpendapat bahwa jika suatu gaya total diberikan pada sebuah benda dapat menyebabkan lajunya berubah, dalam arti bahwa benda tersebut mengalami percepatan. Namun percepatan juga bergantung pada massa benda. Hubungan matematisnya diungkapkan Newton sebagai berikut: *“Percepatan sebuah benda berbanding lurus dengan gaya total yang bekerja padanya dan berbanding terbalik dengan massanya. Arah percepatan sama dengan arah gaya total yang bekerja padanya.”*

Hukum gerak Newton kedua dinyatakan secara singkat dengan persamaan sebagai berikut:

$$a = \frac{\sum F}{m} \tag{1}$$

dimana a = percepatan (dalam m/s<sup>2</sup>).  
 $\sum F$  = gaya total (dalam kg.m/s<sup>2</sup> atau Newton)  
 m = massa (dalam kg)

Hukum Newton kedua menghubungkan antara deskripsi gerak dengan penyebabnya yaitu gaya. Berdasarkan hukum Newton kedua ini kita dapat mendefinisikan bahwa **gaya** sebagai aksi yang dapat mempercepat sebuah benda.

Hukum Newton kedua di atas menjelaskan secara kuantitatif bagaimana gaya-gaya mempengaruhi gerak. Pertanyaan, dari manakah gaya-gaya itu datang? Beberapa pengamatan membuktikan bahwa gaya yang diberikan ke sebuah benda selalu diberikan oleh benda lain (Giancoli, 2001). Sebagai contoh seekor sapi menarik pedati, martil mendorong paku, magnet menarik penjepit kertas, gaya diberikan pada sebuah benda, dan gaya tersebut diberikan oleh benda lain. Pada contoh ini, martil memberikan gaya pada paku, dan paku memberikan gaya balik kepada martil. Hal ini merupakan inti hukum gerak Newton ketiga yang berbunyi sebagai berikut: “Ketika suatu benda memberikan gaya pada benda kedua, benda kedua tersebut memberikan gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah terhadap benda yang pertama.” Hukum ini dikenal sebagai aksi-reaksi.

## Fluida

Dalam studi fluida ini dikaji beberapa sifat fluida, terbatas dan berkaitan dengan konsep-konsep biologi pada mata kuliah Biologi Umum. Beberapa konsep yang dibahas adalah tekanan dalam fluida, adhesi, kohesi, dan kapilaritas.

Tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan area (Cree, 2006). Fluida dalam suatu wadah memberikan tekanan ke semua arah. Gaya yang disebabkan oleh tekanan fluida selalu bekerja tegak lurus terhadap permukaan yang bersentuhan dengannya (Giancoli, 2001).

Di dalam zat cair molekul-molekulnya dapat mengalami gaya adhesi dan kohesi. Kohesi adalah gaya diantara molekul-molekul yang sejenis. Sedangkan adhesi adalah gaya antara molekul-molekul yang jenisnya berbeda. Apabila adhesi lebih besar dari kohesi seperti pada air dengan permukaan gelas, maka air akan berinteraksi kuat dengan permukaan gelas sehingga air membasahi kaca dan juga permukaan atas cairan akan melengkung (cekung). Keadaan ini dapat menyebabkan zat cair dapat naik ke atas oleh tegangan permukaan yang arahnya ke atas sampai batas keseimbangan gaya ke atas dengan gaya berat cairan tercapai. Jadi air dapat naik ke atas dalam suatu pipa kecil (yang disebut pipa kapiler). Ini dikenal sebagai kapilaritas.

Kapilaritas adalah gejala naik atau turunnya zat cair di dalam pipa kapiler. Apa yang menyebabkan adanya peristiwa kapilaritas? Penyebabnya adalah karena ada tegangan permukaan. Tegangan permukaan tersebut bekerja pada zat cair dengan dinding pipa kapiler. Kapilaritas juga disebabkan oleh interaksi molekul-molekul di dalam zat cair. Jadi, kapilaritas sangat tergantung pada kohesi dan adhesi. Mengapa air naik dalam pembuluh pipa kapiler, karena adhesi air pada kaca lebih besar dari pada gaya kohesinya.

Pembahasan aplikasi konsep gaya dalam bidang biologi terbatas pada: a) gaya kapilaritas pada xilem dan floem; b) gaya pada jaringan otot; dan c) gaya peristaltik makanan.

### *a. Gaya kapilaritas Xilem dan Floem*

Pada proses pengangkutan materi/bahan (air dan mineral) pada tumbuhan yang disebut *translokasi* bekerja berdasarkan sistem kapilaritas. Translokasi terjadi dalam sistem khusus pembuluh-pembuluh pengangkut. Kimball (1991) menyatakan bahwa semua ini terdapat berkelompok dan disebut **berkas vaskular** yang meluas ke seluruh organ tubuh: akar, batang, daun (dalam tulang/uratnya), dan bunga sehingga transfor antara organ-organ terlaksana dengan cepat dan efisien. Di dalam berkas vaskular terdapat dua macam jaringan yang berlainan yaitu xilem dan floem.

*Xilem* dan *floem* adalah jaringan seperti tabung yang berperan dalam sistem pengangkutan. Air dan mineral dari dalam tanah akan diserap oleh akar. Kemudian diangkut melalui xilem ke bagian batang dan daun tumbuhan. Zat makanan yang dibuat di daun akan diangkut melalui floem ke bagian lain tumbuhan yang memerlukan zat makanan. Xilem dan floem adalah jaringan pengangkut yang salurannya terpisah. Xilem yang ada di akar bersambungan dengan xilem yang ada di batang dan di daun. Floem juga bersambungan ke semua bagian tubuh tumbuhan.

Tumbuhan tidak mempunyai mekanisme pemompaan cairan seperti pada jantung manusia. Air dapat diangkut naik dari akar ke bagian tumbuhan lain yang lebih tinggi dan diedarkan ke seluruh

tubuh tumbuhan karena adanya *kapilaritas* batang. Sifat ini seperti yang terdapat pada pipa kapiler. Pipa kapiler memiliki bentuk yang hampir menyerupai sedotan akan tetapi diameternya sangat kecil. Apabila salah satu ujung pipa kapiler, dimasukkan ke dalam air, maka air yang berada pada pipa tersebut akan lebih tinggi daripada air yang berada di sekitar pipa kapiler. Begitu pula pada batang tanaman, air yang berada pada batang tanaman akan lebih tinggi apabila dibandingkan dengan air yang berada pada tanah. *Kapilaritas* batang dipengaruhi oleh adanya gaya kohesi dan adhesi.

Gaya pengangkutan air pada tumbuhan dari akar sampai daun melalui berkas pembuluh pengangkut (berkas vaskular). Dalam pengangkutan intravaskular, air diangkut dari xilem akar ke xilem batang dan diteruskan ke daun. Air dan mineral dari dalam tanah memasuki tumbuhan melalui epidermis akar, menembus korteks akar, masuk ke stele dan kemudian mengalir naik ke pembuluh xilem sampai pucuk tumbuhan. Setelah melewati sel-sel akar, air dan mineral yang terlarut akan masuk ke xilem, dan selanjutnya terjadi pengangkutan secara vertikal dari akar menuju batang sampai ke daun. Xilem mengangkut air dan garam mineral dari akar hingga ke daun

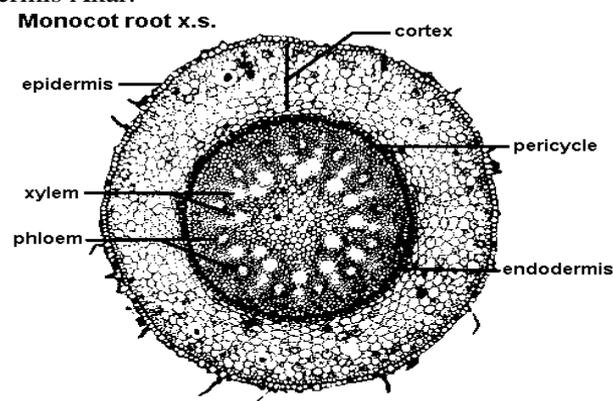
Pembuluh xilem disusun oleh beberapa jenis sel, namun bagian yang berperan penting dalam proses pengangkutan air dan mineral ini adalah sel-sel trakea. Bagian ujung sel trakea terbuka membentuk pipa kapiler. Struktur jaringan xilem seperti pipa kapiler ini terjadi karena sel-sel penyusun jaringan tersebut mengalami fusi (penggabungan). Air bergerak dari sel trakea satu ke sel trakea yang di atasnya mengikuti prinsip kapilaritas dan kohesi air dalam sel trakea xilem.

Air akan mengalir masuk dari korteks akar, menghasilkan suatu tekanan positif yang memaksa cairan naik ke xilem. Dorongan getah xilem ke arah atas ini disebut tekanan akar (*root pressure*). Tekanan akar juga menyebabkan tumbuhan mengalami gutasi, yaitu keluarnya air yang berlebihan pada malam hari melalui katup pelepasan (hidatoda) pada daun. Air akan mengalir masuk dari korteks akar, menghasilkan suatu tekanan positif yang memaksa cairan naik ke xilem. Tekanan akar juga menyebabkan tumbuhan mengalami gutasi, yaitu keluarnya air yang berlebihan pada malam hari melalui katup pelepasan (hidatoda) pada daun.

Jaringan pelindung yang disebut juga jaringan epidermis berfungsi:

- untuk melindungi permukaan tubuh tumbuhan;
- membentuk lapisan lilin (kutikula) anti air untuk mencegah penguapan berlebihan

Berikut gambar epidermis Akar.



GAMBAR 1. Epidermis akar.

Mekanisme transpor bahan makanan melalui floem akibat tekanan. Tekanan itu muncul karena perbedaan konsentrasi larutan dalam floem. Pembuluh angkutan yang utama pada floem adalah tabung tapisan yang terdiri atas sel-sel silindris (diameter sekitar 25  $\mu\text{m}$  dan panjang 100 – 500  $\mu\text{m}$ ). Floem mengangkut sari makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh.

#### b) Gaya pada tubuh dan Jaringan Otot

Terdapat gaya yang bekerja pada tubuh dan gaya yang berada di dalam tubuh kita sendiri. Gaya yang bekerja pada tubuh dapat diketahui apabila kita menabrak suatu objek. Sedangkan gaya yang berada dalam tubuh sering tidak kita ketahui, sebagaimana diungkapkan Gabriel (1996) bahwa gaya

seperti itu ada misalnya gaya otot yang menyebabkan mengalirnya darah dan paru-paru yang memperoleh udara.

Ketika kita melangkahkan kaki, dan kaki kita mendorong lantai dengan suatu gaya yang arahnya ke belakang, maka lantai pun mendorong kaki kita dengan gaya yang sama besar, akan tetapi arahnya ke depan. Ini merupakan salah satu contoh penerapan hukum ketiga yang diungkapkan Newton sebagai aksi dan reaksi ketika kita berjalan. Newton menggambarkan hubungan antara dua gaya yang berinteraksi. Gaya aksi menyebabkan gaya reaksi yang besarnya sama, tetapi arahnya berlawanan.

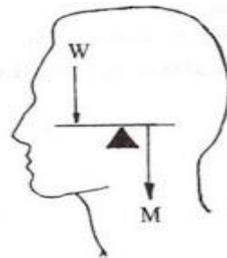
Konsep gaya senantiasa berkaitan dengan konsep gerak. Gaya dapat menyebabkan sesuatu bergerak. Sekali pun gaya tidak selalu menyebabkan gerak. Gerak adalah suatu tanggapan terhadap rangsangan baik dari dalam maupun dari luar. Gerak pada manusia disebabkan oleh kontraksi otot yang menggerakkan tulang. Jadi, gerak merupakan kerja sama antara tulang dan otot. Tulang disebut alat gerak pasif karena hanya mengikuti kendali otot. Sedangkan otot disebut alat gerak aktif karena mampu berkontraksi dan menggerakkan tulang.

Pada pergerakan pemain bola mengakibatkan otot-otot pada tubuh berkontraksi dan menggerakkan tulang. Oleh karena itu, dalam pemain sepak bola melatih otot-otot tubuhnya tidak sembarangan. Jika salah dalam menggerakkan tubuh justru dapat berakibat membuat otot cedera.

Gaya yang bekerja pada tubuh manusia dibagi dalam dua tipe yaitu: gaya pada tubuh dalam keadaan statis, dan gaya pada tubuh dalam keadaan dinamis. Tubuh dalam keadaan statis/stasioner berarti tubuh dalam keadaan setimbang, berarti pula jumlah gaya dalam segala arah sama dengan nol, dan jumlah momentum terhadap sumbu juga sama dengan nol. Sistem otot dan tulang dari tubuh manusia bekerja sebagai pengumpil.

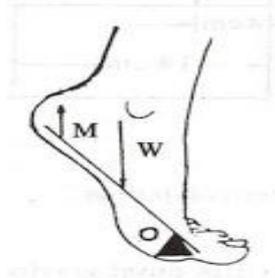
Gabriel (1996) menyatakan terdapat 3 (tiga) macam sistem pengumpil yang bekerja dalam tubuh manusia, yaitu:

- Kelas pertama sistem pengumpil, titik tumpuan terletak antar gaya berat dan gaya otot. Contohnya pada kepala manusia, pengumpil berada diantara gaya otot leher dan gaya berat kepala.



**GAMBAR 2.** Kelas pertama sistem pengumpil. Sumber: Gabriel (1996); dan Cameron (2006).

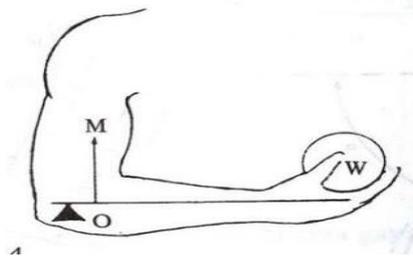
- Kelas kedua sistem pengumpil, gaya berat diantara titik tumpuan dan gaya otot. Contohnya saat kaki menginjit, maka ujung kaki sebagai pengumpil, gaya berat tubuh di tengah telapak berada diantara pengumpil dan gaya tarik otot kaki ke atas.



**GAMBAR 3.** Kelas kedua sistem pengumpil. Sumber: Gabriel (1996), dan Cameron (2006)

- Kelas ketiga sistem pengumpil, dimana gaya otot terletak diantara titik tumpuan dan gaya berat. Contoh pada lengan yang menggenggam bola dengan siku tegak lurus, maka ujung

siku sebagai pengumpil, dan gaya otot lengan keatas berada diantara pengumpil dan gaya berat bola yang digenggam.



**GAMBAR 4.** Kelas ketiga sistem pengumpil. Sumber: Gabriel (1996), dan Cameron (2006)

Pada proses Bergeraknya, otot memiliki mekanisme kerja, yaitu:

Mekanisme kerja Otot secara relaksasi dan kontraksi tetapi tidak dilakukan secara bersamaan. Otot yang berkontraksi disebut dengan tonus, ketika tonus berkontraksi harus diikuti dengan relaksasi agar tidak terjadi kejang otot. Semua mekanisme kerja otot dipengaruhi oleh protein aktin dan myosin yang strukturnya sebagian saling tumpang tindih yang membentuk pita A (anisotropic). Filamen aktin biasanya berhubungan dengan myosin yang mana bertanggung jawab untuk berbagai pergerakan sel. Myosin adalah prototipe dari penggerak molekuler sebuah protein yang mengubah energi kimia dalam bentuk ATP menjadi energi gerak yang menghasilkan kekuatan dan pergerakan. Kebanyakan pergerakan umumnya adalah kontraksi otot yang memberi model untuk memahami interaksi aktin dan myosin dan aktivitas penggerak dari molekul myosin. Bagaimanapun juga, interaksi aktin dan myosin tidak hanya bertanggung jawab pada kontraksi otot tetapi juga untuk berbagai pergerakan sel non otot termasuk pembelahan sel, sehingga interaksi diataranya memerankan peran yang penting di biologi sel. Lebih jauh, sitoskeleton aktin bertanggung jawab untuk pergerakan lambat sel menyeberangi permukaan yang terlihat digerakkan secara langsung oleh polimerisasi aktin dengan baik oleh interaksi aktin - myosin.

Pada suatu saat aktin dan myosin tersebut akan bergabung dan membentuk aktomiosin. Aktomiosin tersebut akan menyebabkan suatu pertambahan panjang daerah filament yang bertumpuk. Pada keadaan relaksasi akan terjadi penghambatan sisi pengikatan myosin pada aktin oleh protein. Adanya kalsium pada saat kontraksi membantu terbukanya tempat pengikatan myosin pada aktin. Kehadiran ion kalsium ditandai dengan tumpang tindihnya filament aktin dan myosin. Semua mekanisme kerja otot tersebut membutuhkan energy berupa ATP (Adenosin Triphospat).

ATP tersebut berasal dari oksidasi lemak dan karbohidrat. Pada saat kontraksi otot ATP berikatan dengan kepala myosin akan dipecah menjadi ADP dan ion fosfat oleh enzim ATPase. Energy yang dihasilkan dari reaksi tersebut akan mendorong myosin untuk berikatan dengan aktin. Ikatan myosin dengan aktin akan menghasilkan aktomiosin. Sumber lain untuk memperoleh energy adalah glikogen. Oleh karena itu, glikogen harus diubah menjadi laktosinogen. Laktosinogen akan diubah menjadi glukosa dan asam laktat. Glukosa tersebut akan menghasilkan sejumlah energy untuk pembentukan ATP dan fosfokreatin. Proses ini berlangsung pada saat otot berelaksasi maka sebab itu fase relaksasi disebut sebagai fase anaerob.

Gaya tubuh dalam keadaan statis/diam. Tubuh dalam keadaan statis berarti tubuh dalam keadaan seimbang, dengan jumlah gaya kesegala arah = 0. Gaya tubuh dalam keadaan dinamis/bergerak kemampuan tubuh untuk menjaga keseimbangan tubuh ketika tubuh sedang bergerak untuk nilai ke segala arah relatif konstan pada akhir domain waktu. Dinamika gerak benda bertujuan agar mengetahui gerak organ-organ dalam tubuh dengan memperhatikan penyebab Bergeraknya benda tersebut, dengan menggunakan konsep gaya atas dasar hukum Newton. Gaya tubuh dalam keadaan dinamis dapat dipengaruhi faktor-faktor berikut: usia; motivasi; lingkungan; kelelahan dan pengaruh obat.

### *c) Gaya Peristaltik makanan*

Gaya peristaltik pada sistem pencernaan merupakan gaya pendorong makanan pada saat menelan. Peristaltik adalah gerakan yang terjadi pada otot-otot pada saluran pencernaan yang menimbulkan

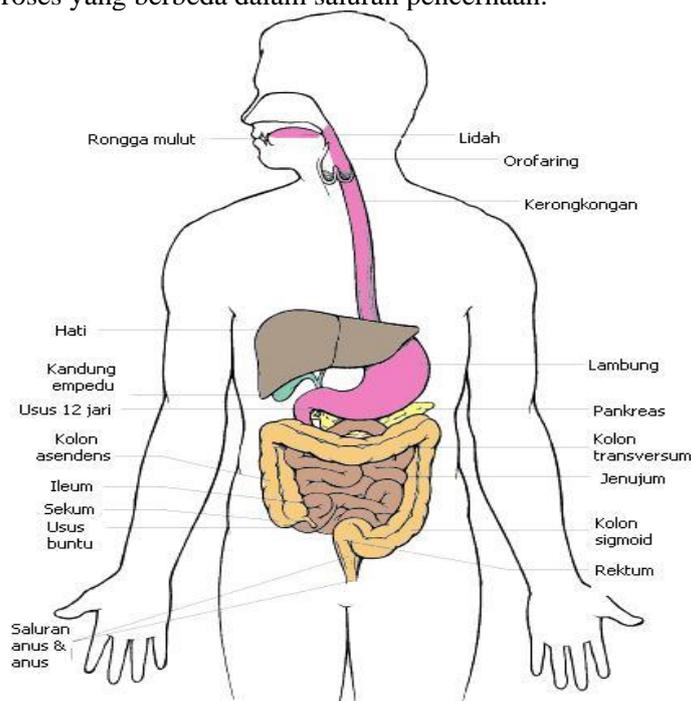
gerakan semacam gelombang, sehingga menimbulkan efek menyedot/menelan makanan yang masuk ke dalam saluran pencernaan.

Makanan tidak hanya mengalir turun dari kerongkongan menuju lambung, tetapi didorong oleh kontraksi otot yang sangat kuat yang disebut *peristaltik*, sehingga kita bisa minum segelas air walaupun dalam posisi kepala di bawah. Hal itu bisa terjadi karena adanya pertahanan gaya pada lambung sehingga setiap makanan dan minuman maupun material yang masuk akan tetap mempertahankan dirinya agar tidak terlepas dari pegangan, dalam artian mengapit dari kedua sisi dan mempunyai dua sifat yaitu; lengket dan licin atau *motion*. Jadi gaya peristaltik menggunakan prinsip *flank/* mengapit.

Di kerongkongan inilah *peristaltik* dimulai dan terus bekerja di sepanjang saluran pencernaan. Gerakan peristaltik pada sistem pencernaan bergantung pada 2 refleks utama yang berkontraksi di atas makanan yang ditelan, atau bolus, dan relaks di bawahnya. Ini terjadi dalam sistem saraf enterik, yang merupakan sistem saraf lokal yang terdiri dari sistem pencernaan. Ketika bolus makanan ditelan, peristaltik membawanya ke perut di mana ia berubah menjadi *chyme* cair. Makanan dikunyah menjadi bolus atau bola, dan tertelan. Hal ini dipindahkan melalui kerongkongan oleh gelombang peristaltik primer yang memaksa makanan melalui kerongkongan dan ke dalam lambung, sebuah proses yang memakan waktu sekitar sembilan detik.

Makanan yang kurang dilumasi dan gerakan melalui kerongkongan akan bergerak lambat, maka gelombang peristaltik sekunder terus bekerja di sekitar bolus sampai memasuki perut. Setelah bolus telah berubah menjadi *chyme* seperti susu di perut dan dibawa ke dalam usus kecil, proses peristaltik melambat sebagai tujuan perubahan dari gerakan untuk pencampuran, pencernaan dan penyerapan. Penyerapan gizi terjadi di usus kecil dimana peristaltik menggerakkan di sekitar *chyme* memberikan kesempatan untuk diserap melalui dinding usus dan ke dalam aliran darah. Tahap selanjutnya dari proses pencernaan terjadi di usus besar di mana air diperoleh kembali dari makanan yang tidak tercerna dan diserap ke dalam aliran darah. Sisa-sisa tersebut kemudian dikeluarkan melalui anus.

Gerakan peristaltik pada sistem pencernaan bekerja pada laju yang berbeda sebagai proses pada tahapan yang berbeda memiliki tujuan yang berbeda. Jadi, peran peristaltik pada sistem pencernaan bahwa makanan didorong ke bawah kerongkongan dan masuk ke perut, kemudian peristaltik menggerakkan makanan dicerna melalui usus kecil dan besar dan kemudian melalui rektum dan anus. Ini adalah serangkaian kontraksi otot polos dan relaksasi memindahkan makanan dengan cara seperti gelombang melalui proses yang berbeda dalam saluran pencernaan.



GAMBAR 5. Saluran pencernaan manusia.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa terdapat aplikasi konsep gaya dalam materi mata kuliah Biologi Umum yaitu: gaya kapilaritas pada xilem dan floem; gaya pada jaringan otot; dan gaya peristaltik makanan. Rekomendasi penulis bahwa analisis aplikasi konsep dan prinsip fisika dalam biologi mesti dilakukan secara berkesimbangan.

## REFERENSI

- Anbar, A. 2014. *Dasar-dasar Biomekanika Hukum-hukum Gerak Newton*. Tersedia: [anbar45.b]logspot.co.id/2014\_03\_01\_archip.html. [online]. [8 Nopember 2016].
- Brotosiswojo, B.S. 2001. *Hakekat Pembelajaran MIPA di Perguruan Tinggi: Fisika*. Jakarta: PAU-PPAI.
- Cameron, J.R.; Skofronick, J.G, & Grant, R.M. (Alih Bahasa: Lamyarni I.S.). 2006. *Fisika Kedokteran: Fisika Tubuh Manusia*. Jakarta: C.V. Agung Seto.
- Cree, L. & Rischmiller, L. (Penerjemah: Widyastuti, P.). 2006. *Sains dalam Keperawatan: Fisika, Kimia, dan Biologi*. Jakarta: EGC.
- Cromer, A.H. (Penerjemah: Sumartono, P.). 1994. *Fisika untuk Ilmu-ilmu Hayati*. Jogjakarta: Gajah Mada University Press.
- Fahmi.(2012). *Biomekanika*. Tersedia: esa166.weblog.esaunggul.ac.id/2012/12/07 /biomekanika. [online]. [08-11-2016]
- File://F:/gudang fisika. 2016. *Pengaruh Gaya Terhadap Sistem Gerak* .[online]. [2 Nopember 2016].
- Gabriel, J.F. 1996. *Fisika Kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Giancoli, D.C. 1998. *Physics: Principles with Applications*. London: Prentice-Hall International (UK) Limited.
- Kimball, J. W. (Alih Bahasa: Tjitrosoono, S.S. dan Sugiri, N.). 1991. *Biologi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Romansyah. R. 2016. *Diktat Kuliah: Biologi Umum*. Ciamis: Universitas Galuh.
- Toto. 2009. *Pengembangan Bahan Ajar Fisika Dasar untuk Calon Guru Biologi. Disertasi Doktor pada Sekolah Pascasarjana UPI Bandung*. Bandung: Tidak dipublikasikan.
- Winatasasmita, Dj. 1995. *Biologi Umum*. Jakarta: Penerbit Universitas Terbuka.

