

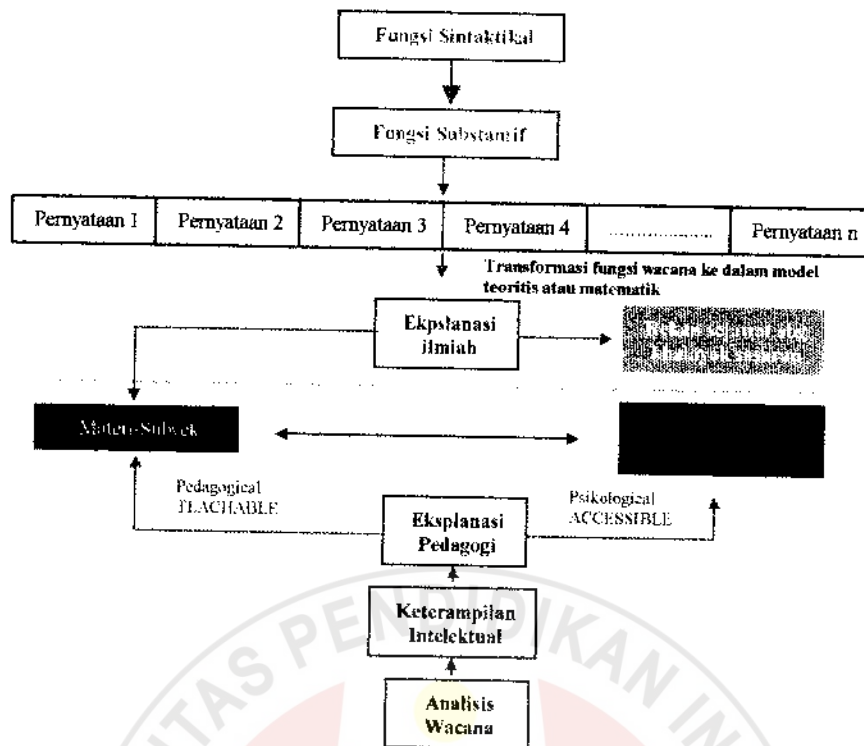
**BAB II**  
**EKSPLANASI PEDAGOGI BERDASARKAN KRITERIA MUDAH**  
**DIAJARKAN (TEACHABLE) TERHADAP TOPIK**  
**JARINGAN OTOT PADA BUKU TEKS**



**A Eksplanasi Pedagogi**

Eksplanasi merupakan produk dari penerapan komponen eksplanan terhadap eksplanan lain yakni eksplanandum secara deduktif dan eksplisit berdasarkan hukum dan teori (Dahar dan Siregar, 1999:3-6). Eksplanasi (penjelasan) mempunyai dua komponen yaitu eksplanan (yang menjelaskan) dan eksplanandum (yang dijelaskan). Ditinjau dari eksplanan dan eksplanandum ini, eksplanasi dapat dibedakan atas dua macam, yaitu eksplanasi ilmiah dan eksplanasi pedagogi.

Eksplanasi ilmiah menjadikan fenomena alam sebagai eksplanandum, teori serta hukum sebagai eksplanan. Sedangkan eksplanasi pedagogi menjadikan fenomena alam, teori dan hukum sebagai eksplanandum dan pedagogi materi-subjek sebagai eksplanan (Dahar dan Siregar, 1999:3-6). Oleh karena itu didalam eksplanasi ilmiah fenomena alam menjadi materi yang dijelaskan sedangkan teori beserta hukum adalah sarana untuk menjelaskan. Pada eksplanasi pedagogi teori dan hukum menjadi materi yang dijelaskan disamping fenomena alam. Untuk menjelaskannya digunakan pedagogi materi-subjek. Hubungan keterkaitan antara eksplanasi ilmiah dan eksplanasi pedagogi terlihat pada gambar 2.1



**Gambar 2.1 : Bagan Pemetaan Eksplanasi Ilmiah dan Eksplanasi Pedagogi (sumber : Siregar, 1998 : 45)**

Gambar 2.1 memperlihatkan posisi materi-subjek yang berfungsi ganda, yaitu terhadap eksplanasi ilmiah dan eksplanasi pedagogi. Menurut Dahar dan Siregar (1999:5-11) materi-subjek dalam eksplanasi pedagogi merupakan representasi-representasi yang mudah diajarkan (*teachable*), sedangkan eksplanasi ilmiah merupakan hasil produksi operasi fungsi sintaktikal terhadap fungsi substantif dari suatu pengetahuan untuk membentuk berbagai pernyataan. Fungsi sintaktikal dijalankan sesuai dengan hukum dan teori yang berlaku pada suatu disiplin ilmu, sedangkan fungsi substantif merupakan konten dari disiplin ilmu.

Transformasi eksplanasi ilmiah kedalam bentuk materi-subjek diperlukan sebagai usaha untuk menyesuaikan terhadap target pembaca. Aspek pedagogi dari eksplanasi ilmiah merupakan penyederhanaan terhadap fungsi substantif dan fungsi sintaktikal untuk kepentingan pembelajar. Usaha selanjutnya adalah membuat penyederhanaan tersebut lebih eksplisit dengan mempertimbangkan karakteristik dari pembelajar (pembaca). Pemetaan kedua jenis eksplanasi (gambar 2.1) adalah untuk menjelaskan hubungan antara eksplanasi ilmiah dan eksplanasi pedagogi dengan perbedaan terletak pada target pembaca. Eksplanasi ilmiah target pembacanya adalah teman sejawat atau ilmuwan, sedangkan eksplanasi pedagogi target pembacanya adalah pembelajar dalam hal ini siswa atau mahasiswa (Siregar, *et.al.*, 1994:17).

### 1. Kriteria Teachable

Dalam memenuhi kriteria mudah diajarkan (*teachable*) dan mudah dijangkau (*accessible*), eksplanasi ilmiah ditransformasikan ke dalam materi-subjek melalui eksplanasi pedagogi. Hal ini berhubungan dengan manipulasi materi-subjek, sehingga materi-subjek sesuai dengan variasi kemampuan intelektual pembelajar, artinya materi subjek dapat dikemas kembali ke dalam bentuk yang sesuai dengan taraf intelektual pembelajar itu sendiri. Kriteria mudah diajarkan (*teachable*) menuntut adanya kejelasan dari struktur mengenai materi-subjek yang disajikan. Menurut Siregar (1999:53) kejelasan ini berhubungan dengan keterampilan intelektual yang menjadi tuntutan dari suatu disiplin ilmu. Jadi kriteria mudah diajarkan (*teachable*) menghendaki

agar materi-subjek dapat memudahkan pembelajar (pembaca) dalam memahami penyajian materi-subjek dari buku teks.

## 2. Keterampilan Intelektual

Keterampilan intelektual adalah keterampilan untuk menjelaskan suatu masalah. Menurut Siregar (1999:53) elaborasi terhadap materi-subjek berlangsung menurut aturan intelektual yang elemennya adalah keterampilan intelektual. Keterampilan intelektual dapat menunjukkan bagaimana suatu topik dari buku teks diorganisasikan oleh penulis secara logis dalam pemaparan materi-subjeknya. Pengorganisasian dilakukan menurut jenis strategi (tindakan wacana dan bentuk wacana) yang digunakan oleh penulis dalam mengembangkan materi-subjeknya.

Untuk memudahkan analisis keterampilan intelektual yang diterapkan pada struktur wacana, maka keterampilan intelektual dapat dikategorisasikan kedalam ; deskripsi, definisi, klasifikasi, komparasi, analogi, exemplifikasi, sebab akibat, proses, dan pemecahan masalah yang dijelaskan oleh D'Angelo (1977)

- a. **Deskripsi** adalah suatu cara untuk menyampaikan penampilan suatu objek secara keseluruhan dalam bentuk kata-kata. Kata-kata yang digunakan harus menggambarkan secara akurat tentang objek tersebut. Dalam deskripsi pembelajar menyebutkan karakteristik dari suatu objek, seperti ukuran, bentuk, dan elemen pembentuk.
- b. **Definisi** adalah penggambaran secara konseptual sifat dari suatu istilah atau objek. Definisi formal terdiri dari beberapa bagian, yaitu objek atau istilah yang akan didefinisikan ; kelas, jenis atau kelompok dari objek; karakteristik yang membedakan objek tersebut dari objek lain dalam kelompok sama.

- c. **Klasifikasi** merupakan suatu proses untuk mengelompokkan gagasan-gagasan atau objek sejenis. Susunan pikiran yang sistematis menjadi karakteristik dasar dalam pengelompokan yang dilakukan.
- d. **Komparasi** merupakan kemampuan untuk melihat adanya persamaan dan perbedaan. Persamaan atau perbedaan akan mengubah segala kesan yang ada dalam fikiran dan kesan tersebut akan tergambar dalam kehidupan sehari-hari.
- e. **Analogi** merupakan salah satu dari kesimpulan logika yang didasarkan pada alasan bahwa jika dua hal mempunyai suatu persamaan, keduanya mungkin pada tingkat abstraksi tertentu merupakan hal yang sama. Jika kita menyampaikan suatu konsep yang abstrak dan kompleks, kita dapat menerangkan hal tersebut dengan menggunakan pendekatan analogi karena penggunaannya lebih akrab dan tidak kompleks.
- f. **Eksemplifikasi** (mencontohkan) adalah usaha untuk menggambarkan suatu prinsip umum, pernyataan atau hukum dengan menyebutkan suatu contoh yang lebih spesifik. Ini berguna untuk menyampaikan suatu konsep yang abstrak, akan lebih mudah jika dihubungkan dengan suatu contoh konkrit.
- g. **Sebab** adalah sesuatu yang dapat menimbulkan akibat, merupakan yang bertanggung-jawab terhadap timbulnya suatu tindakan, kejadian, kondisi, atau hasil. Akibat adalah hasil dari suatu sebab yang dapat berupa kerja atau tindakan. Sebab dan akibat merupakan dua kata yang selalu berhubungan dan salah satu akan menerangkan yang lain.
- h. **Proses** merupakan rangkaian dari tingkah laku, perubahan tingkah laku atau operasi yang menghasilkan suatu fakta akhir atau hasil.
- i. **Analisis** merupakan proses untuk membagi sesuatu yang kompleks menjadi unsur-unsur atau unit-unit yang lebih sederhana. Analisis memerlukan pemisahan yang sistematis dari suatu keseluruhan menjadi bagian-bagian atau potongan-potongannya. Untuk melakukan suatu analisis kita harus menelusuri kembali unsur-unsur pembentuknya.
- j. **Pemecahan masalah** merupakan pemberian solusi terhadap persoalan yang dihadapi menggunakan dasar pengetahuan yang telah dimiliki.

## B. Buku Teks

Buku teks diterjemahkan dari bahasa Inggris yaitu "*text book*", yang diartikan sebagai buku pelajaran. Tarigan (1986) menyatakan bahwa :

Buku teks adalah buku pelajaran dalam bidang studi tertentu yang merupakan buku standar, disusun oleh para pakar dalam bidang itu untuk maksud-maksud dan tujuan instruksional, dilengkapi dengan sarana-sarana pengajaran yang serasi dan mudah dipahami oleh para pemakainya di sekolah-sekolah dan perguruan tinggi sehingga dapat menunjang program pengajaran.

Bacon (dalam Tarigan 1986:11) mengemukakan bahwa bahan ajar atau buku teks adalah buku yang dirancang untuk penggunaan di kelas, dengan cermat disusun dan dipersiapkan oleh para pakar atau ahli dalam bidang pedagogi dan dilengkapi dengan sarana-sarana pengajaran yang sesuai dan serasi. Sedangkan menurut Buckingham (dalam Tarigan, 1986 : 11), buku teks adalah sarana belajar yang biasa digunakan di sekolah atau perguruan tinggi untuk menunjang suatu program pengajaran, karena itu seorang pengajar dalam memilih buku pegangan perlu memperhatikan kualitasnya. Berdasarkan pengertian-pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa buku teks merupakan buku pelajaran atau buku ajar dalam bidang studi tertentu.

### 1. Kriteria Buku Teks

Dalam memilih buku teks sebagai buku acuan formal dalam pembelajaran seseorang perlu mengetahui kriteria buku teks yang representatif, karena tidak semua buku teks disajikan oleh penulis yang memiliki pengetahuan pedagogi. Selain itu pemilihan buku teks juga harus sesuai dengan tujuan penggunaannya misalnya target pembaca dan fokus pengkajiannya.

Untuk menilai kualitas buku perlu penganalisaan terhadap aspek-aspek tertentu dari buku, berikut ini adalah beberapa pendapat tentang kriteria buku teks yang representatif. Menurut Nuryani (1995:5) beberapa aspek buku teks yang sesuai dengan kurikulum yang berlaku yaitu; keterbacaan, kebenaran isi, dan grafika. Supriadi (2000; 218-220) menekankan lima aspek penilaian buku teks, yaitu; aspek isi, aspek pengajaran, aspek bahasan, aspek keamanan dan aspek grafika. Menurut Supriadi (2000 : 220) spesifikasi untuk penyajian grafis dianggap sebagai aspek tersendiri tergantung dalam isi yang disajikan, misalnya kombinasi ukuran huruf, ukuran set huruf, panjang larik, jarak pias dan sebagainya yang harus disesuaikan dengan berbagai jenis penyajian materi dan ukuran halaman. Aspek-aspek yang harus diperhatikan dalam penilaian penyajian grafika menurut Supriadi (2000 : 220) adalah sebagai berikut :

1. Ilustrasi (dan captionnya) harus mendukung isi teks, jelas dan mudah dimengerti.
2. Hubungan khusus antara teks dengan ilustrasi harus konsisten
3. Pemakaian warna harus sesuai dengan kebutuhan (efisien dan ekonomis).
4. Ukuran huruf dan ukuran set harus sesuai dengan usia dan pengalaman pembaca.
5. Panjang larik yang sesuai adalah 26-50 ems. (tergantung pada ukuran set huruf).

Harder dan Carline (1988, dalam Penick, 1993) menggunakan pendekatan tradisional yaitu; penyeleksian buku teks didasarkan atas tingkat penulisan, gambar yang jelas, penggunaan organizer seperti judul dan sub judul, label

yang akurat, eksplanasi yang jelas, agar ide-ide lebih terarah pada tujuan. Harder dan Carline (1988, dalam Penick, 1993) merekomendasikan empat area bagi penyeleksian buku teks yaitu :

1. konten biologi
2. Tingkat kesulitan dan keterbacaan (reliability)
3. Metodologi pengajaran
4. Integritas ilmiah

Tarigan (1986) mengungkapkan pula kriteria buku teks yang baik sebagai berikut:

1. Menarik minat baca
2. Memberi motivasi membaca
3. Memberikan contoh dan ilustrasi yang memperjelas materi
4. Menggunakan bahasa yang baik dan mudah dicerna pembaca
5. Merangsang aktifitas dan kreatifitas
6. Fokus terhadap konsep yang dibahas
7. Berangkat dari konsep yang jelas
8. Mempunyai sudut pandang terhadap objek permasalahan secara tegas dan jelas
9. Memberi pemantapan nilai
10. Menghargai pandangan lain tentang objek yang dibahas khususnya pandangan yang bersebrangan.

Dalam pandangan analisis wacana, buku teks merupakan hasil transformasi eksplanasi ilmiah menjadi materi-subjek untuk kepentingan pengajaran. Transformasi ini diwujudkan menurut kriteria *teachable* dan *accessible*. Jadi kriteria buku yang representatif adalah buku teks yang memenuhi kriteri *teachable* dan *accessible*. Siregar (1995)



mengungkapkan bahwa buku teks harus memiliki kejelasan dalam struktur wacana yang digunakan dalam mengungkapkan materi-subjek. Kejelasan struktur ini berhubungan erat dengan pengembangan keterampilan intelektual dari materi-subjek, sehingga dapat memenuhi kriteria mudah diajarkan (*teachable*).



## 2. Fungsi dan Peranan Buku Teks

Buku teks memainkan peranan yang sangat penting dan sangat diperlukan dalam pembelajaran, sebagaimana pendapat para pakar di bawah ini yang menyatakan fungsi dan peranan buku teks dalam pembelajaran umumnya dan pembelajaran sains khususnya. Lumpe dan Beck (1996) mengatakan bahwa buku teks memiliki peranan penting dalam pembentukan pengajaran sains saat ini. Hurd, Bybee, Kahle dan Yager (1980, dalam Lumpe dan Beck, 1996) melaporkan keadaan pendidikan Biologi di Amerika Serikat yaitu bahwa tujuan pembelajaran biologi, biasanya merupakan tujuan dari buku teks yang mereka gunakan. Green dan Petty (dalam Tarigan, 1986) menyatakan bahwa fungsi dari buku teks diantaranya adalah; menyajikan sumber pokok masalah yang mudah dibaca siswa, sebagai sumber informasi yang tersusun rapi dan bertahap serta menyediakan gambaran metode dan sarana dalam pembelajaran.

Buku teks yang representatif tentu akan dapat mudah dipahami oleh pembaca (siswa atau mahasiswa sebagai pembelajar), sehingga buku teks yang baik dan secara pedagogi juga benar dapat dijadikan buku acuan formal

dalam pembelajaran. Jadi buku teks memiliki fungsi dan peranan penting sebagai penunjang proses pembelajaran.

### C. Penerapan Dasar Eksplanasi Pedagogi Pada Penulisan Buku Teks

Pengorganisasian materi dari buku teks dilakukan pengajar agar memenuhi kriteria *teachable* (Siregar *et.al.*, 1994), dengan cara mengeluarkan proposisi-proposisi dan menghubungkan antara satu proposisi dengan yang lainnya. Pembaca dapat bertanya kepada materi-subjek dan materi-subjek pun dapat bertanya (dalam bentuk monolog) kepada pembaca, sehingga terjadi wacana antara pembaca dengan materi-subjek. Wacana yang terbentuk dari interaksi materi-subjek dengan pembaca, merupakan interaksi penulis (pengarang buku teks) dengan pembaca (Djajasudarma, 1994). Menurut Van Dijk (dalam Lubis, 1994 : 21), teks sama dengan *discourse* atau wacana. Wacana adalah kesatuan dari beberapa kalimat, antara satu kalimat dengan kalimat yang lain terikat dengan erat, dan tidak dapat ditafsirkan satu persatu. Jadi wacana adalah kesatuan bahasa yang diucapkan atau ditulis baik panjang atau pendek, dan teks merupakan kesatuan semantik bukan kesatuan tata bahasa (Lubis, 1994 : 21). Sedangkan menurut Deese (dalam Tarigan, 1986:25) wacana adalah seperangkat proposisi yang saling berhubungan untuk menghasilkan suatu rasa kepaduan atau rasa kohesi bagi penyimak atau pembaca. Kepaduan itu sendiri harus muncul dari isi wacana dan pengutaraannya.

Penerapan dasar eksplanasi pedagogi pada penulisan buku teks dengan cara mengorganisasi teks, untuk mempermudah pembaca memahami materi-subjek. Untuk mempermudah memahami suatu tulisan dalam buku teks maka struktur

pembaca harus sama dengan struktur penulis (Siregar *et. al.*, 1994). Oleh karena itu penulis buku teks harus menyajikan materi-subjek dengan menggunakan pengetahuan pedagogi agar memenuhi kriteria *teachable*.

Pengorganisasian materi-subjek dapat dijelaskan melalui struktur eksplanasi buku teks MIPA yang berkaitan dengan penghalusan teks, penurunan proposisi mikro, penurunan proposisi makro, pemetaan struktur teks yang diwujudkan melalui pemetaan representasi teks yang melibatkan pemilahan teks ke dalam unit-unit. Unit teks merupakan bagian terkecil dari suatu teks yang merujuk ke paragraf. Unit dasar tersebut selanjutnya bergabung ke dalam unit yang lebih besar membentuk unit menengah (struktur makro), dan unit tinggi (struktur global). Unit ini dikenal dengan *frema* yang memudahkan pengorganisasian informasi mengikuti bentuk penulisan teks.

### **1. Penghalusan Teks**

Penghalusan teks asli mengikuti kriteria ketepatan dan kejelasan. Ketepatan merujuk pada peristilahan yang tidak berlebihan dan tidak kurang dalam pengukuhan atau penyangkalan kebenaran mengenai fenomena. Kejelasan merujuk pada penggunaan tindakan verbal yang jelas hubungannya dengan predikat utama yang mengendalikan suatu proposisi (Dahar dan Siregar, 1999:6-19).

### **2. Analisis Wacana**

Wacana dianalisis untuk dikeluarkan proposisi yang terkandung di dalamnya. Penentuan proposisi merujuk pada definisi proposisi yang dikembangkan oleh Dahar (1996 : 36). Proposisi yang terbentuk dianalisis tingkat abstraksinya. Proposisi yang mempunyai nilai abstraksi tinggi atau



menjadi rujukan proposisi lainnya diangkat menjadi proposisi makro dan diletakkan pada kolom proposisi makro sesuai dengan tingkatannya (Siregar *et. al.*, 1994 :64).

#### **a. Pembentukan Proposisi Mikro**

Proposisi mikro merupakan gagasan utuh, terdiri dari argumen beberapa kalimat dari satuan teks dasar. Proposisi mikro merupakan proposisi yang tingkat abstraksinya rendah .

#### **b. Pembentukan Proposisi Makro**

Proposisi makro diturunkan dari proposisi mikro dengan menggunakan aturan makro yaitu aturan pembentukan proposisi makro terdiri dari : penghapusan, generalisasi, dan konstruksi (Dijk dan Kintsch dalam Siregar *et.al*, 1994 : 44).

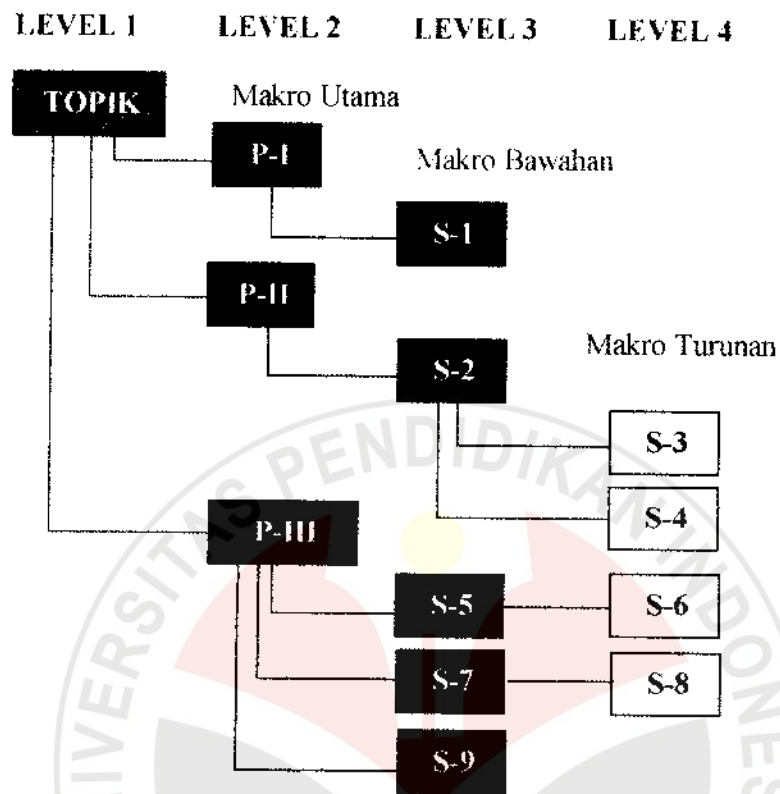
- 1) Penghapusan : menghapus proposisi yang tidak diperlukan dari sederetan proposisi tertentu untuk meinterpretasikan teks.
- 2) Generalisasi : menurunkan proposisi melalui generalisasi sederetan proposisi yang berfungsi sebagai acuan.
- 3) Konstruksi : membentuk proposisi baru secara bertahap dari sederetan proposisi tertentu.

Aturan makro ini dapat diterapkan secara berulang-ulang hingga menghasilkan proposisi global (topik).

### **3. Struktur Teks**

Struktur teks merupakan pengorganisasian secara logis proposisi-proposisi suatu teks. Proposisi diplot dalam suatu sistem koordinat dua dimensi. Dimensi pertama dibentuk oleh sumbu vertikal menunjukkan dimensi progresi, sedangkan sumbu horizontal menunjukkan dimensi

elaborasi. Sebagai gambaran umum representasi teks digambarkan pada gambar sebagai berikut :



**Gambar 2.2 : Model Representasi teks**  
**Sumber : Siregar, 1999**

Keterangan :

- P adalah merupakan proposisi makro
- S adalah merupakan proposisi mikro

Pada gambar di atas ini dimensi elaborasi merupakan alur dari kiri ke kanan yang menampilkan perkembangan materi subjek yang sesuai dengan struktur ilmu. Untuk dimensi elaborasi jika terjadi hubungan koordinat maka proposisi diletakkan setara berdampingan. Proposisi berupa pengukuhan antar hubungan konsep dibedakan menurut tingkat abstraksinya. Proposisi dengan abstraksi tinggi dinyatakan dengan lambang P (proposisi makro), sedangkan proposisi dengan tingkat abstraksi rendah dilambangkan dengan S (proposisi mikro).

#### D. Konsep Jaringan Otot (Gerard J. Tortora dan Nicholas P. Anagnostakos)

##### Karakteristik

1. **Excitability** adalah kemampuan dalam menerima dan merespon stimulus/rangsang
2. **Contractility** adalah kemampuan untuk berkontraksi (memendek dan menebal)
3. **Extensibility** adalah kemampuan untuk diregangkan.
4. **Elasticity** adalah kemampuan untuk kembali ke bentuk semula setelah melakukan kontraksi atau setelah melakukan perpanjangan.

##### Fungsi

1. Melalui kontraksi, jaringan otot melakukan tiga fungsi penting.
2. Ketiga fungsi itu adalah **gerakan, perawatan bentuk dan produksi panas.**

##### Jenis-jenis

1. Jaringan otot skeletal menempel pada tulang, lurik dan fakultatif.
2. Jaringan otot jantung membentuk dinding jantung, lurik dan tidak fakultatif

### **Fungsi**

1. Melalui kontraksi, jaringan otot melakukan tiga fungsi penting.
2. Ketiga fungsi itu adalah **gerakan, perawatan bentuk dan produksi panas.**

### **Jenis-jenis**

1. Jaringan otot skeletol menempol pada tulang, lurik dan fakultatif.
2. Jaringan otot jantung membentuk dinding jantung, lurik dan tidak fakultatif
3. Jaringan otot visceral (rongga perut) terletak di perut, polos (halus) dan tidak fakultatif.

### **Jaringan Otot Skeletol**

#### **Komponen-komponen jaringan penghubung**

1. Istilah fascia digunakan pada sehelai atau segerombolan besar jaringan penghubung tersebut di bawah kulit atau disekitar otot-otot dan organ-organ tubuh.
2. Komponen jaringan penghubung lainnya adalah epimisium, menutupi semua otot, perimisium, menutupi fasikuli; dan endomisium, menutupi serabut; semuanya adalah perluasan dari fascia dalam.
3. Tendon-tendon dan aponeurosis adalah perluasan jaringan penghubung yang melebihi sel-sel otot yang menempel pada otot tulang atau otot lainnya.

#### **Saraf dan Suplai Darah**

1. Saraf-saraf menyampaikan impuls-impuls untuk kontraksi otot
2. Darah menyediakan gizi dan oksigen untuk kontraksi.

## **Histologi**

1. Otot skeletal terdiri dari serabut (sel-sel) yang ditutupi oleh sarkolema. Serabut ini mengandung sarkoplasma, nukleus, retikulum sarkoplasmik dan tubulus transversal.
2. Setiap serabut mengandung miofibril yang terdiri dari miofilamen tebal dan miofilamen tipis. Miofilamen-miofilamen ini digolongkan kedalam sarkomer-sarkomer.
3. Miofilamen tipis tersusun dari aktin, tropomiosin dan troponin; miofilamen tebal terdiri dari sebagian besar miosin.
4. Kepala miosin disebut cross-bridge dan mengandung aktin dan ATP binding sites.

## **Kontraksi**

### **Teori pergeseran filamen**

1. Sebuah impuls saraf berjalan keseluruhan sarkolema dan masuk ke tubulus transversal dan retikulum sarkoplasmik.
2. Impuls saraf menyebabkan terlepasnya ion kalsium dari retikulum sarkoplasmik, menggerakkan proses kontraktile.
3. Kontraksi sebenarnya terjadi manakala miofilamen tipis dari sarkomer bergeser satu sama lainnya kearah masing-masing.

### **Persimpangan Otot Saraf (Neuromuscular Junction)**

1. Sebuah motor neuron menransmisikan impuls saraf pada otot skeletal untuk berkontraksi.



### **Physiologi Kontraksi**

1. Ketika sebuah impuls saraf mencapai axon terminal, gelembung synaptic dari terminal tersebut melepaskan acetylcholine (Ach.) yang memprakarsai impuls saraf pada sarkolema serabut otot. Impuls ini kemudian masuk ke tubulus melintang dan retikulum sarkoplasmik.
2. Impuls yang ditransmisikan melepaskan ion-ion kalsium yang menyatu dengan troponin, yang menyebabkan impuls tersebut menarik tropomiosin, sehingga memunculkan miosin binding sites pada aktin.
3. Energi yang dilepaskan dari penguraian ATP menyebabkan miosin cross bridge menempel pada aktin dan gerakan-gerakan mengakibatkan pergeseran miofilamen-miofilamen tipis.

### **Energi Kontraksi**

1. Sumber energi langsung untuk kontraksi otot adalah ATP.
2. Serabut otot menghasilkan ATP secara terus menerus. Hal ini juga melibatkan phosphocreatine dan metabolisme glikogen dan lemak.

### **Panjang Otot Dan Kekuatan Kontraksi**

1. Sebuah serabut otot mengembangkan tegangan terbesar manakala terjadi overlap maksimum antara miofilamen tipis dan miofilamen tebal (panjang optimum)
2. Karena serabut diregangkan atau diperpendek, kekuatan kontraksi terus menurun.

### **Panjang Otot Dan Kekuatan Kontraksi**

1. Sebuah serabut otot mengembangkan tegangan terbesar manakala terjadi overlap maksimum antara miofilamen tipis dan miofilamen tebal (panjang optimum)
2. Karena serabut diregangkan atau diperpendek, kekuatan kontraksi terus menurun.

### **Prinsip Semua Atau Tidak Sama Sekali**

1. Stimulus (rangsangan) terlemah yang dapat menyebabkan terjadinya kontraksi adalah stimulus liminal (treshold)
2. Stimulus yang tidak mampu menimbulkan suatu kontraksi adalah stimulus subliminal (subtreshold).
3. Serabut otot suatu motor unit berkontraksi keukuran maksimalnya atau tidak sama sekali.

### **Jenis-Jenis Kontraksi**

1. Jenis-jenis kontraksi yaitu twitch, tetanus, treppe, isotonik, dan isometrik.
2. Catatan kontraksi disebut miogram. Periode refractory adalah saat sebuah otot kehilangan kemampuan sementara untuk menerima dan merespon terhadap rangsangan. Otot-otot skeletal mempunyai periode refractory yang panjang.

3. Wave summation (penyajian terakhir gelombang) adalah peningkatan kekuatan kontraksi sebagai hasil dari pemberian stimulus kedua sebelum otot benar-benar lentur setelah menerima stimulus pertama.

### **Muscle Tone**

1. Kontraksi parsial yang terus menerus dari bagian otot skeletal menimbulkan Muscle Tone
2. Tone sangat penting dalam memelihara bentuk otot.
3. Flaccidity (kelembutan) adalah kondisi dibawah Tone normal. Atrophy adalah proses pembuangan atau penurunan ukuran ; hipertropi adalah perluasan atau pertumbuhan yang berlebih

### **Jenis-Jenis Serabut Otot Skeletal**

1. Berdasarkan struktur dan fungsinya serabut otot skeletal dikelompokkan menjadi kedutan merah pelan (slow-twitch red), kedutan merah cepat (fast-twitch red) dan kedutan putih cepat (fast-twitch white)
2. Sebagian besar otot skeletal mengandung campuran tiga jenis serabut, perbandingannya bervariasi sesuai dengan kegiatan yang biasa dilakukan oleh otot tersebut.
3. Berbagai latihan dapat memodifikasi jenis-jenis serabut otot skeletal.

### **Jaringan Otot Jantung (cardiac)**

1. Otot ini hanya terdapat pada jantung. Bentuknya beralur (lurik) dan tidak fakultatif (involuntary).
2. Sel-selnya berbentuk segi empat dan biasanya mengandung sebuah nukleus yang letaknya ada dipusat sel.

3. Dibandingkan dengan jaringan otot skeletal, jaringan otot jantung memiliki lebih banyak sarkoplasma, mitokondria, retikulum sarkoplasmik yang kurang berkembang dengan baik, dan memiliki tubulus melintang yang lebih besar yang terletak pada garis Z dari pada yang terletak pada persimpangan A-I. Miofilamen-miofilamennya tidak disusun pada miofibril-miofibril yang berlainan.
4. Serabutnya bercabang dengan bebas dan dihubungkan melalui celah persimpangan otot.
5. Cakram intercalated memberikan kekuatan dan membantu konduksi impuls.
6. Berbeda dengan jaringan otot skeletal, jaringan otot jantung melakukan kontraksi dan relaksasi dengan cepat, secara berkelanjutan dan berirama. Energi disuplai oleh glikogen dan lemak, serta mitokondria dalam jumlah besar.
7. Jaringan otot jantung bisa melakukan kontraksi tanpa stimulus dari luar dan dapat tetap berkontraksi dengan jangka waktu yang lebih lama dari pada yang dilakukan oleh jaringan otot skeletal.
8. Jaringan otot jantung memiliki periode refractory yang panjang yang mencegah tetanus (kekejangan otot).

#### **Jaringan Otot Halus**

1. Otot halus tidak beralur (tidak lurik) dan tidak fakultatif.
2. Serabut otot halus mengandung miofilamen tebal dan miofilamen tipis yang lebih besar perbandingannya dibanding dengan yang dikandung oleh serabut

otot skeletal ; serabut otot halus juga mengandung filamen terusan, dense bodies (yang berfungsi sebagai garis Z) dan caveolae (yang berfungsi sebagai tubulus melintang).

3. Otot halus visceral (unit tunggal) ditemukan pada dinding rongga perut. Serabutnya disusun dalam suatu jaringan kerja.
4. Otot halus multi unit ditemukan pada pembuluh darah dan mata. Serabutnya bekerja satu demi satu bukan merupakan satu unit.
5. Jangka waktu kontraksi dan relaksasi otot halus lebih lama dari otot skeletal.
6. Kontraksi serabut otot halus merupakan respon pada impuls-impuls saraf, hormon-hormon dan faktor-faktor lokal.
7. Serabut otot halus dapat meregang dengan hebat tanpa mengembangkan ketegangan.

#### Homeostatis

1. Hutang oksigen adalah jumlah  $O_2$  yang dibutuhkan untuk merubah akumulasi asam laktat menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$ . Kekurangan atau hutang oksigen ini terjadi selama kita melakukan suatu latihan berat dan dibayar kembali dengan meneruskan pernafasan secara cepat setelah latihan. Sampai hutang oksigen ini terbayar kembali, homeostatis antara aktivitas otot dan syarat-syarat oksigen tidak disimpan.
2. Kelelahan otot merupakan akibat dari berkurangnya persediaan oksigen dan efek-efek beracun dari karbon dioksida serta asam laktat yang dihasilkan selama latihan.



### **Proses Penuaan Dan Jaringan Otot**

1. Pada awal usia 30 tahun, terjadi kehilangan otot skeletal secara progresif dan digantikan oleh lemak.
2. Terjadi juga penurunan kekuatan otot serta berkurangnya refleks otot.

### **Perkembangan Anatomi Sistem Otot (Muscular)**

1. Dengan beberapa pengecualian, otot-otot berkembang dari mesoderm.
2. Otot skeletal kepala dan kaki serta tangan berkembang dari mesoderm umum ; otot-otot skeletal lainnya (sisanya) berkembang dari mesoderm somites.

### **Kekacauan : Ketidak Seimbangan Homeostatis**

1. Fibrosis adalah pembentukan jaringan fibrous dimana secara normal hal itu tidak terjadi ; Fibrosis ini sering terjadi pada jaringan otot yang rusak.
2. Fibrositis merupakan peradangan pada jaringan fibrous (berserabut). Bila hal ini terjadi pada daerah panggul disebut lumbago (encok pinggang).
3. "Charleyhorse" kekejangan pada lengan/kaki mengacu pada rasa sakit, kelembutan dan kekakuan persendian, otot-otot dan berhubungan dengan struktur-struktur yang ada pada paha.
4. Muscular dystrophy (penyakit otot) adalah suatu penyakit otot turunan ditandai dengan kemerosotan sel-sel otot individual.
5. Myasthenia gravis (MG) adalah suatu penyakit yang ditandai dengan melemahnya otot secara drastis dan kelelahan sebagai akibat transmisi neuromuscular yang tidak layak.
6. Kontraksi-kontraksi abnormal meliputi kejang urat, kram, convulsion (sawan), fibrillation dan tic (gerenyet).