



STRUKTUR DAN STEREOKIMIA ALKANA PERTEMUAN 2

www.esaunggul.ac.id

**Harizal, S.Pd., M.Sc
Program Studi Gizi
Universitas Esa Unggul**

KEMAMPUAN AKHIR YANG DIHARAPKAN

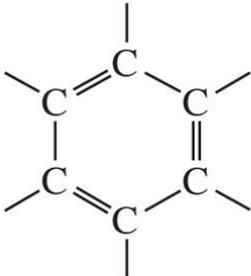
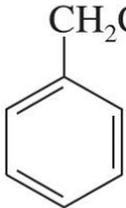
- Mahasiswa mampu menjelaskan struktur, tatanama, sifat fisik, dan sifat kimia alkana (alifatik dan siklik)

Hidrokarbon

Hidrokarbon merupakan molekul yang hanya tersusun atas atom karbon dan hidrogen.

TABLE 3-1

Hydrocarbon Classifications

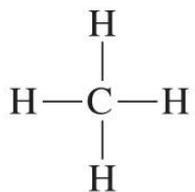
Compound Type	Functional Group	Example
alkanes	none (no double or triple bonds)	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$, propane
alkenes	>C=C< double bond	$\text{CH}_2\text{=CH—CH}_3$, propene
alkynes	$\text{—C}\equiv\text{C—}$ triple bond	$\text{H—C}\equiv\text{C—CH}_3$, propyne
aromatics	benzene ring 	 ethylbenzene

Alkana

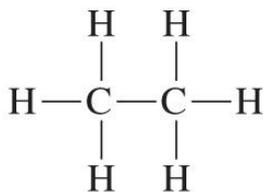
- Rumus umum: C_nH_{2n+2}
- Banyak ditemukan pada gas alam dan minyak bumi.
- Semakin pendek rantai alkana, semakin rendah titik didihnya, sehingga seringkali ditemukan dalam wujud gas.

	CH_4	C_2H_6	C_3H_8
t.d.	$-160^{\circ}C$	$-89^{\circ}C$	$-42^{\circ}C$

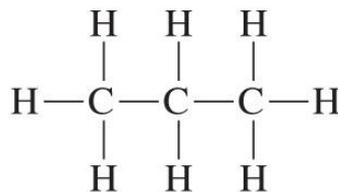
Contoh alkana



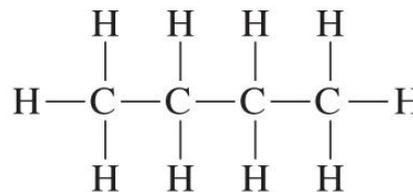
methane, CH_4



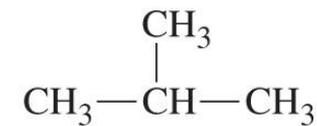
ethane, C_2H_6



propane, C_3H_8



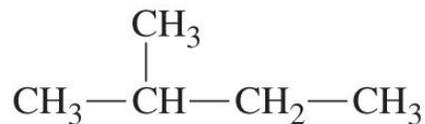
butane, C_4H_{10}



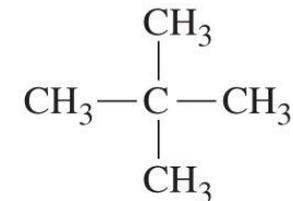
isobutane, C_4H_{10}



pentane, C_5H_{12}



isopentane, C_5H_{12}



neopentane, C_5H_{12}

Alkana rantai pendek (C_nH_{2n+2})

- Metana CH_4
- Etana CH_3-CH_3
- Propana $CH_3-CH_2-CH_3$

Butana: C₄H₁₀

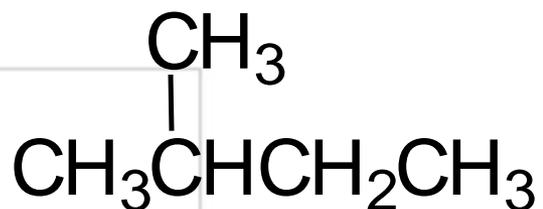


- Kedua senyawa di atas merupakan isomer konstitusional satu sama lain
- Isomer konstitusional merupakan senyawa-senyawa yang memiliki rumus molekul yang sama, tetapi memiliki susunan atom yang berbeda.

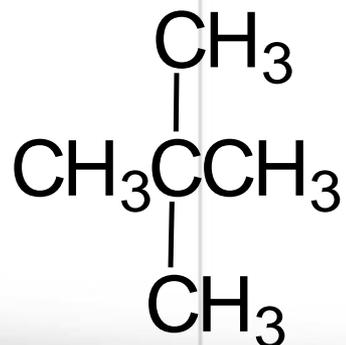
Pentana: C₅H₁₂



n-pentana



iso-pentana



neo-pentana

IUPAC

- *International Union of Pure and Applied Chemistry*
- Senyawa alkana dengan jumlah atom tertentu, memiliki nama tersendiri: **metana**, **etana**, **propana**, **butana**.
- Alkana: akhiran “-ana” diletakkan setelah penyebutan jumlah atom karbon.
 - Misalnya: suatu alkana dengan 5 atom karbon akan diberi nama dengan awalan “pent” dan akhiran “ana” sehingga disebut: **pentana**

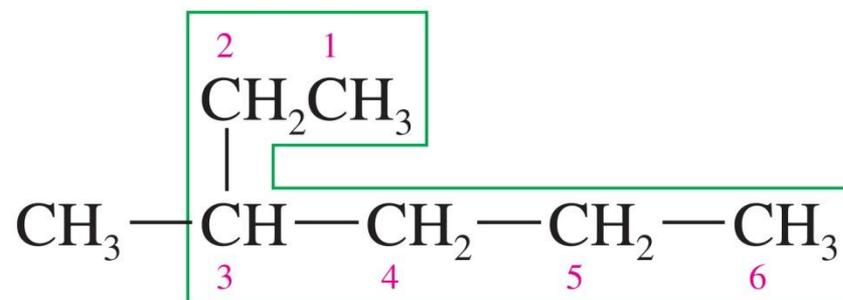
Aturan IUPAC

- **Aturan 1:** tentukan rantai karbon terpanjang dan gunakan nama dari rantai karbon tersebut sebagai nama dasar senyawa.
- **Aturan 2:** beri nomor untuk rantai terpanjang, dimulai dari ujung rantai yang terdekat dengan substituen.
- **Aturan 3:** beri nama gugus yang melekat pada rantai terpanjang. Tentukan lokasi gugus sesuai dengan nomor atom karbon tempat melekatnya gugus.
- Tulis gugus alkil secara alfabetis dengan mengabaikan posisinya pada rantai karbon.

Aturan 1: tentukan rantai karbon terpanjang.

rantai karbon terpanjang:

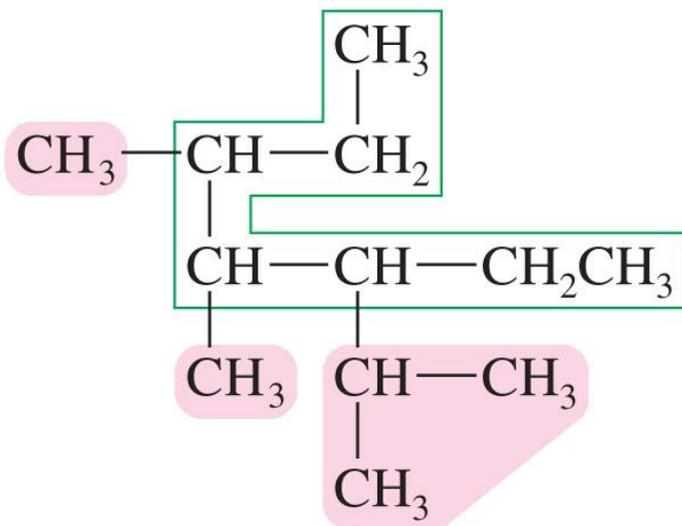
heksana



3-methylhexane

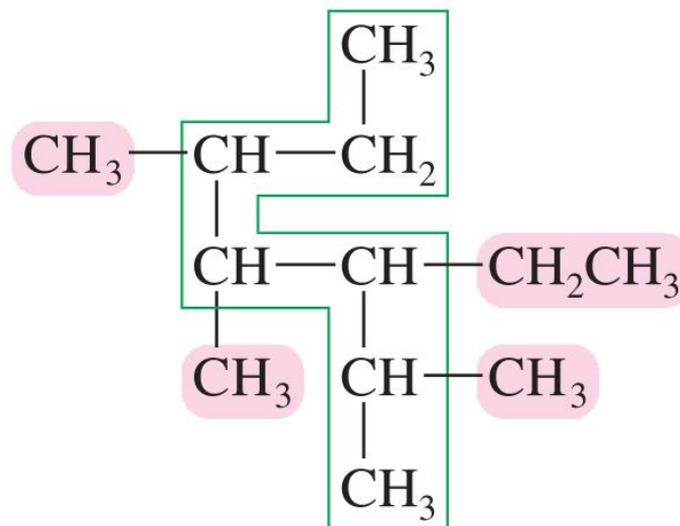
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Rantai utama



wrong

seven-carbon chain, but only three substituents



correct

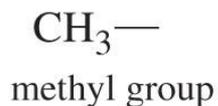
seven-carbon chain, four substituents

Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

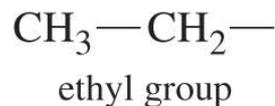
Jika terdapat dua rantai karbon dengan panjang yang sama, gunakan rantai yang memiliki jumlah substituen yang paling banyak.

Nama dari beberapa gugus alkil yang umum

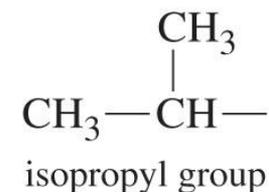
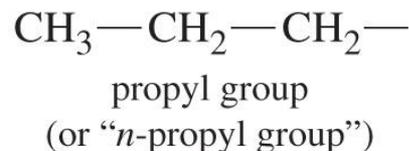
One carbon



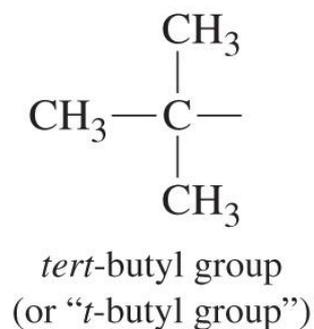
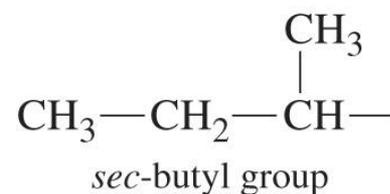
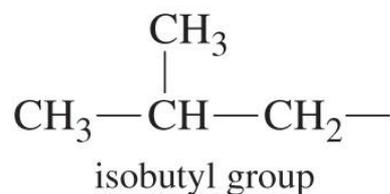
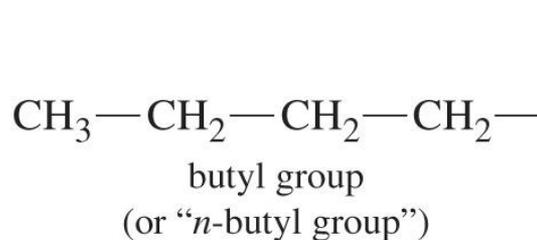
Two carbons



Three carbons

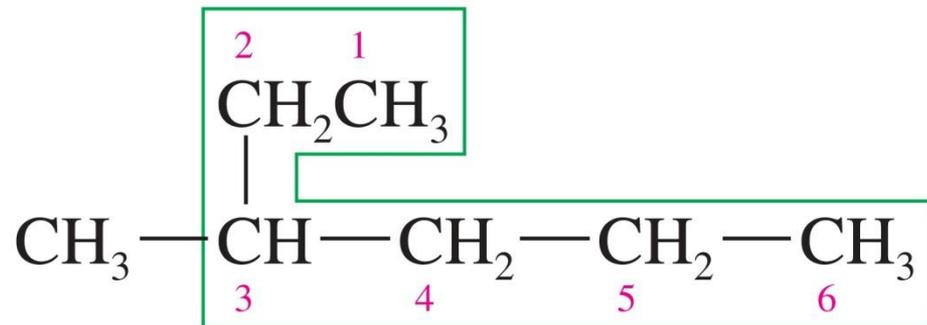


Four carbons



Aturan 2: nomori rantai terpanjang.

Ujung rantai merupakan yang terdekat dengan gugus metil.



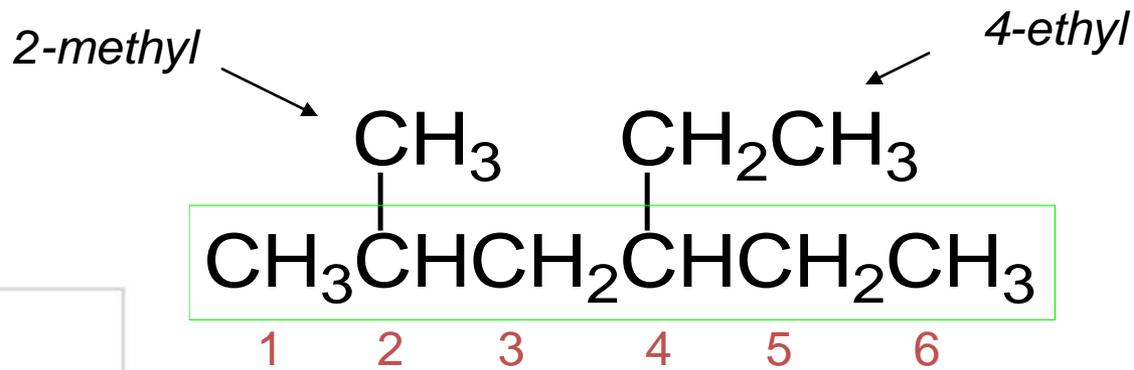
3-methylhexane

Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Nomori rantai terpanjang mulai dari ujung yang terdekat dengan substituen.

3-metileheksana

Aturan 3: substituen alkil



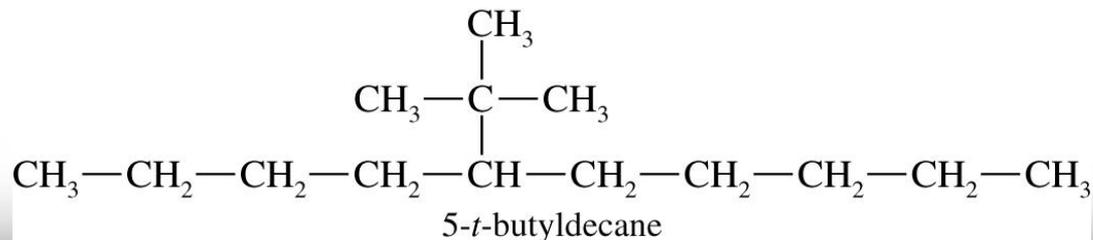
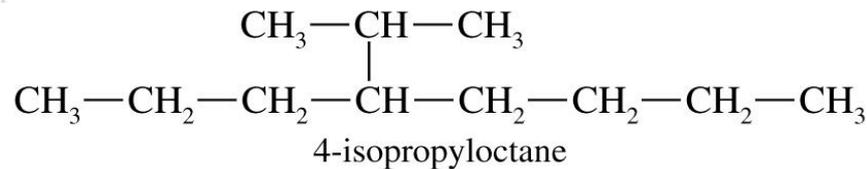
- namai gugus yang melekat pada rantai yang terpanjang sebagai gugus alkil.
- tentukan lokasi gugus sesuai dengan posisi karbon tempat melekatnya gugus tersebut.
- Tulis gugus alkil secara alfabetis dengan mengabaikan posisinya pada rantai karbon.

4-**e**til-2-**m**etilheksana

Contoh soal 3-1

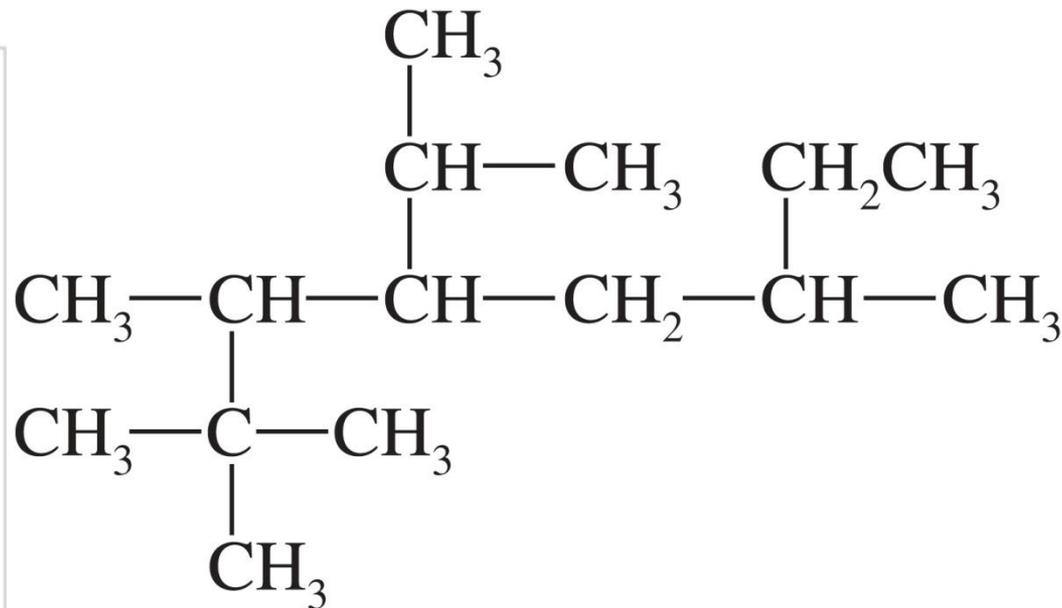
tulis struktur senyawa 4-isopropiloktana dan 5-*t*-butildekana.

Jawaban: 4-Isopropiloktana memiliki rantai terpanjang yang terdiri atas 8 atom karbon dengan substituen isopropil pada atom karbon keempat. 5-*t*-Butildekana memiliki rantai terpanjang dengan 10 atom karbon dan satu gugus *t*-butil pada karbon nomor 5.

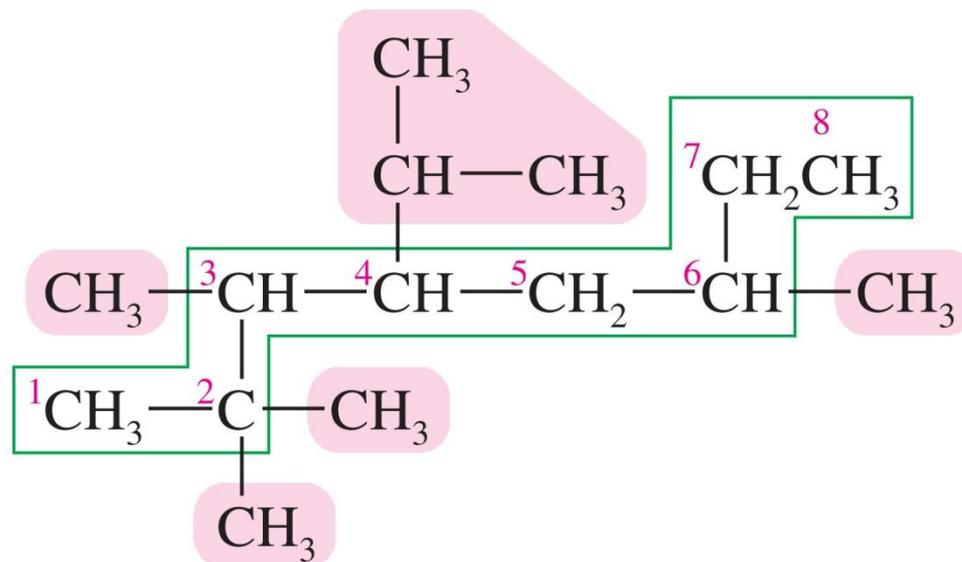


Contoh soal

namai senyawa berikut sesuai dengan aturan IUPAC.



Jawaban

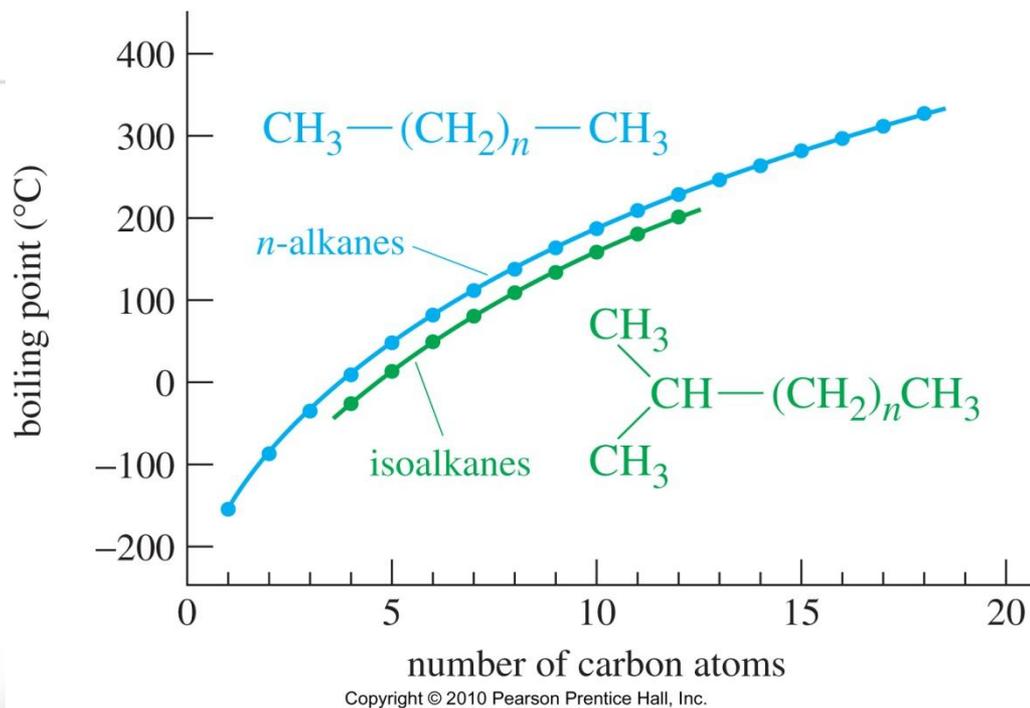


Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

4-isopropil-2,2,3,6-tetrametiloktana

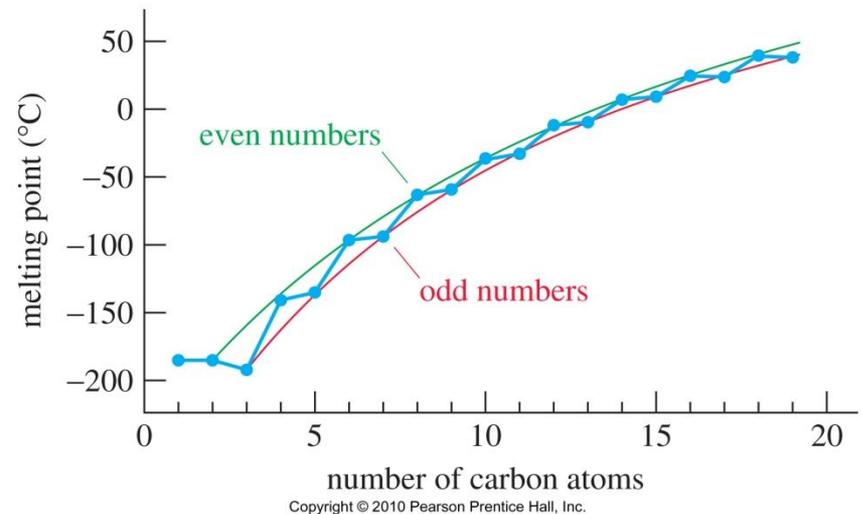
Titik didih alkana

Semakin besar jumlah atom karbon dalam rantai karbon alkana, semakin tinggi titik didihnya. Hal ini terjadi karena semakin besarnya luas permukaan molekul saat berinteraksi melalui gaya van der Waals



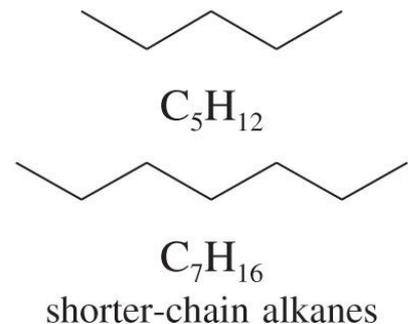
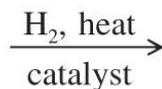
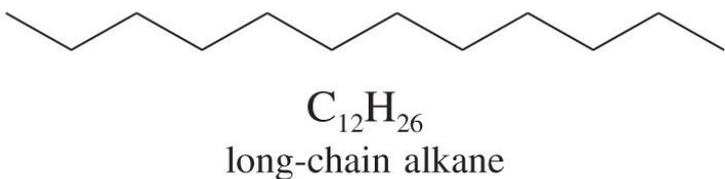
Titik leleh alkana

- Semakin panjang rantai karbon, semakin tinggi titik lelehnya.
- Alkana dengan jumlah atom karbon genap, memiliki titik leleh yang lebih tinggi dibandingkan dengan alkana dengan jumlah atom karbon ganjil.
- Alkana bercabang memiliki titik leleh yang lebih tinggi dibandingkan alkana tidak bercabang.

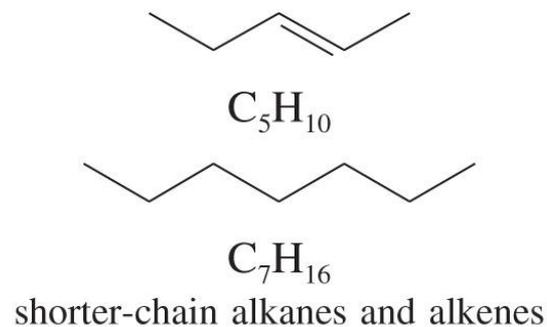
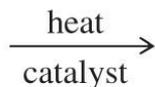
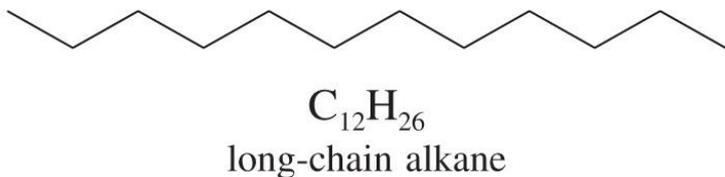


Reaksi perengkahan dan hidrorengkah

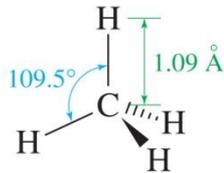
Catalytic hydrocracking



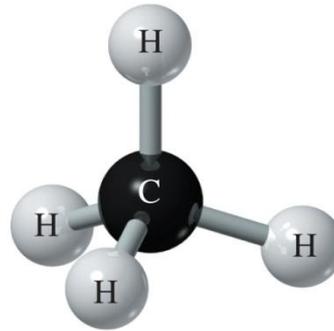
Catalytic cracking



Struktur metana

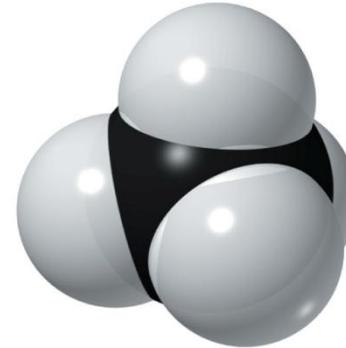


methane



methane

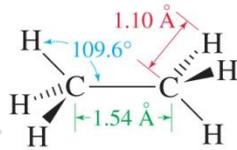
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.



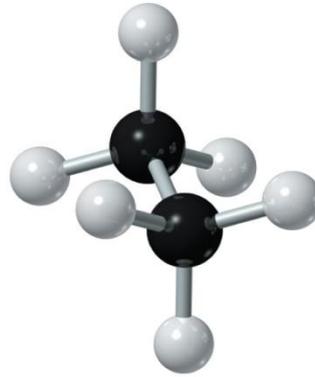
methane

- Tetrahedral
- Memiliki hibridisasi karbon sp^3 dengan sudut ikatan $109,5^\circ$.

Struktur etana

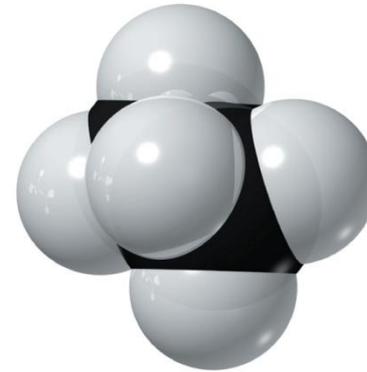


ethane



ethane

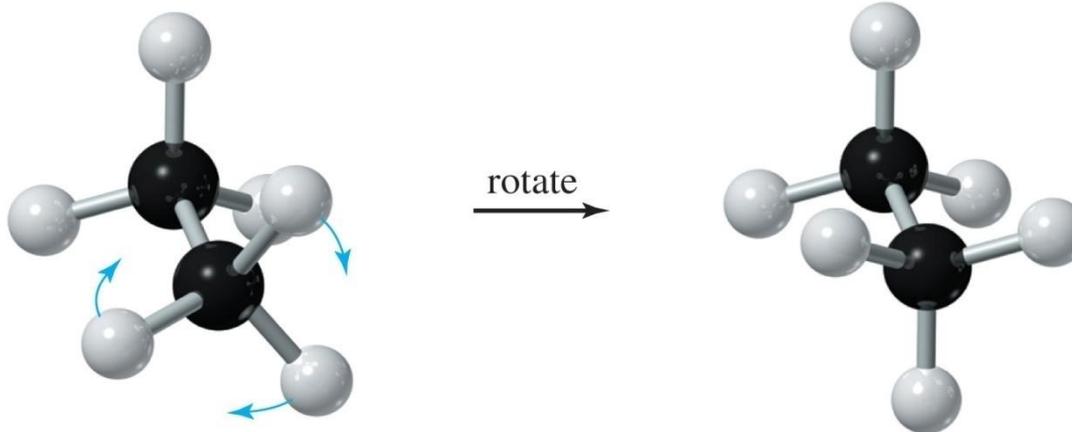
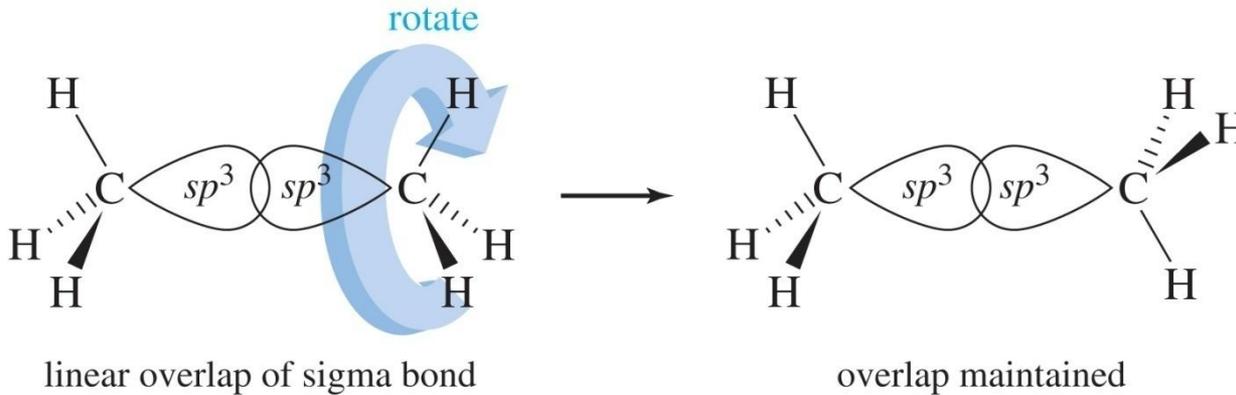
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.



ethane

- Terdiri atas dua atom karbon dengan hibridisasi sp^3 .
- Ikatan sigma C-C mengalami rotasi pada sumbunya.
- Konformasi merupakan susunan atom yang berbeda dalam ruang akibat adanya rotasi pada ikatan tunggal.

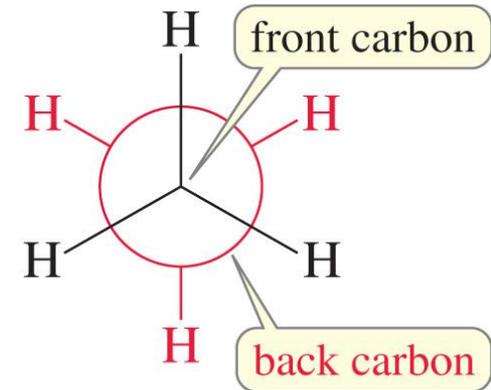
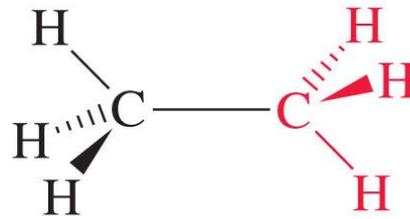
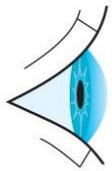
Konformasi Etana



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Konformer murni relatif sulit diisolasi karena ikatan tersebut terus-menerus mengalami rotasi sehingga setiap konformasi memiliki peluang yang sama untuk terbentuk.

Proyeksi Newman



viewed from the end

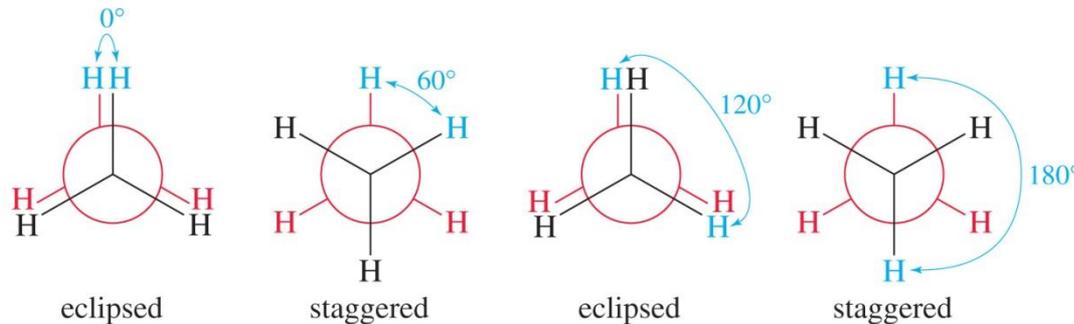
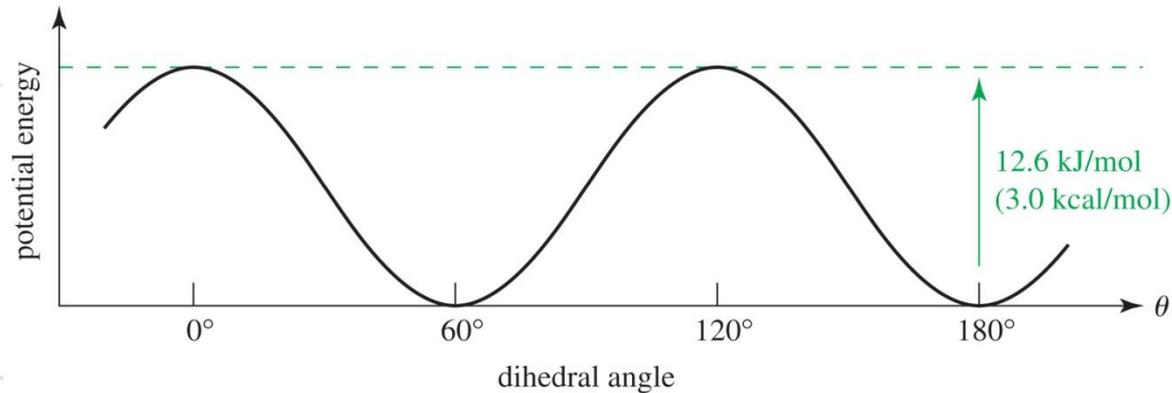
perspective drawing

Newman projection

Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Proyeksi Newman merupakan cara terbaik untuk menilai stabilitas tiap konformasi dari tiap molekul.

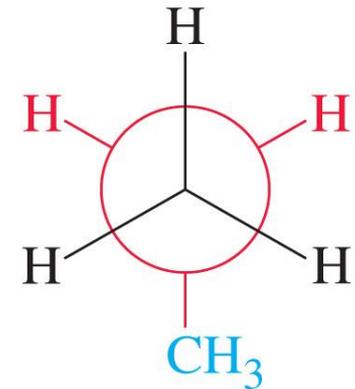
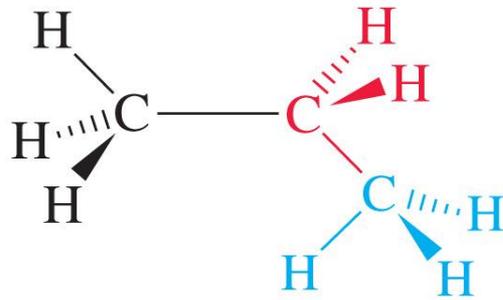
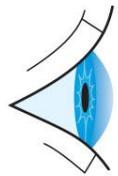
Konformasi etana



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Energi torsi etana memiliki nilai terendah pada posisi *staggered*, sedangkan konformasi eclipse memiliki energi torsi yang tertinggi (12,6 kJ/mol lebih tinggi dibandingkan dengan posisi *staggered*). pada temperatur ruang, selisih energi ini relatif cukup kecil sehingga molekul dapat berotasi secara bebas.

Konformasi Propana



viewed from the end

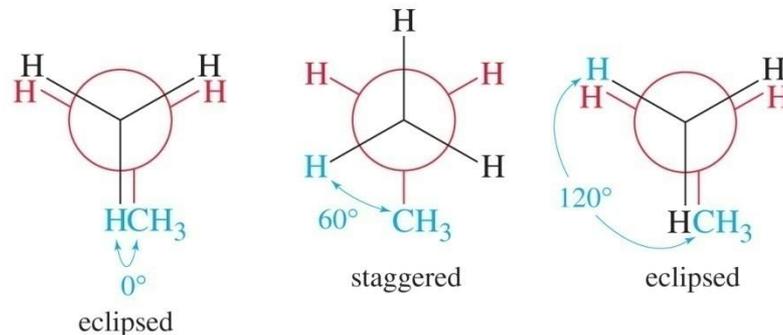
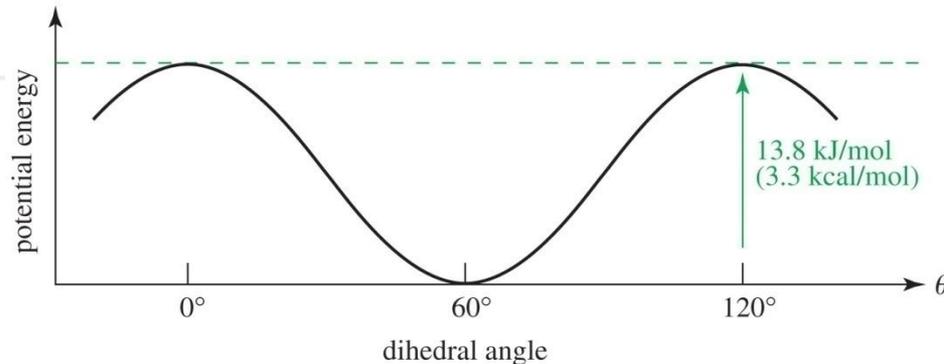
perspective drawing

Newman projection

Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Gambar diatas menunjukkan molekul propana yang dilihat menggunakan proyeksi Newman pada ikatan C1-C2.

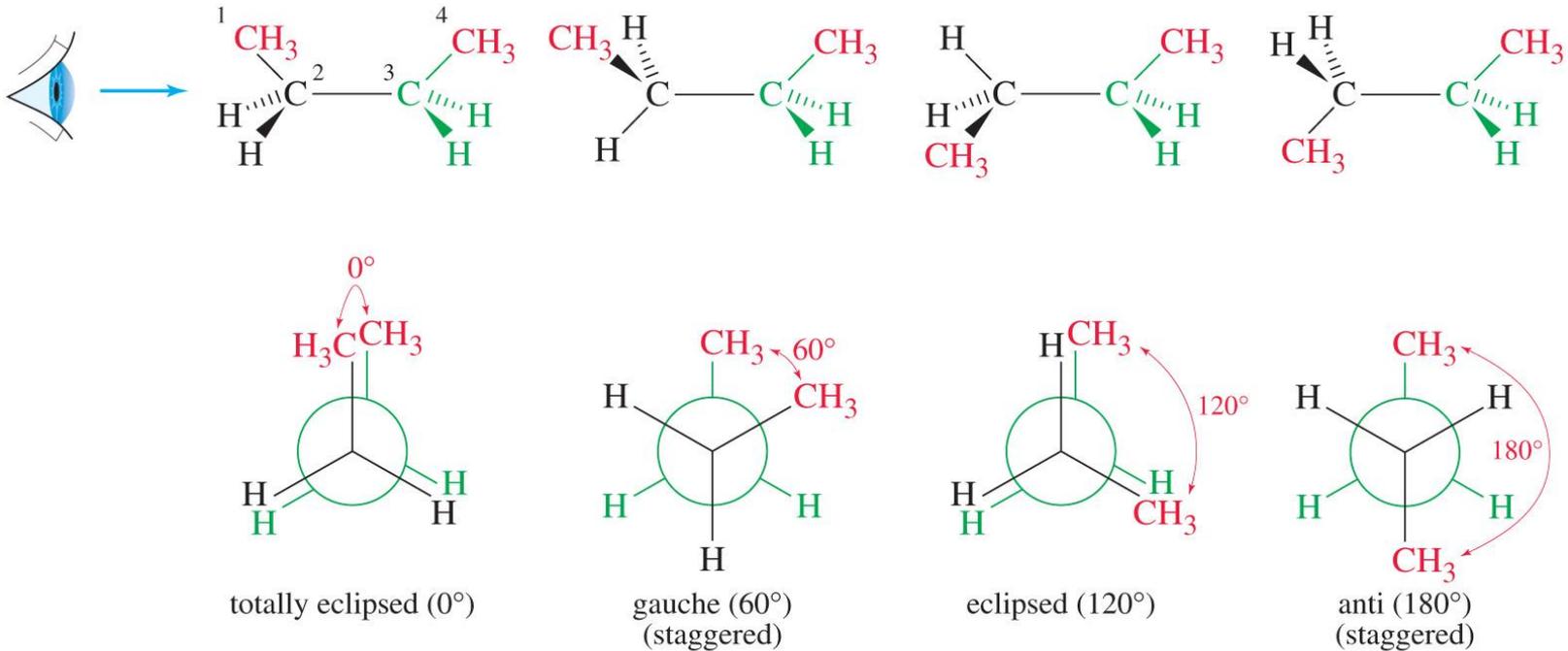
Konformasi Propana



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

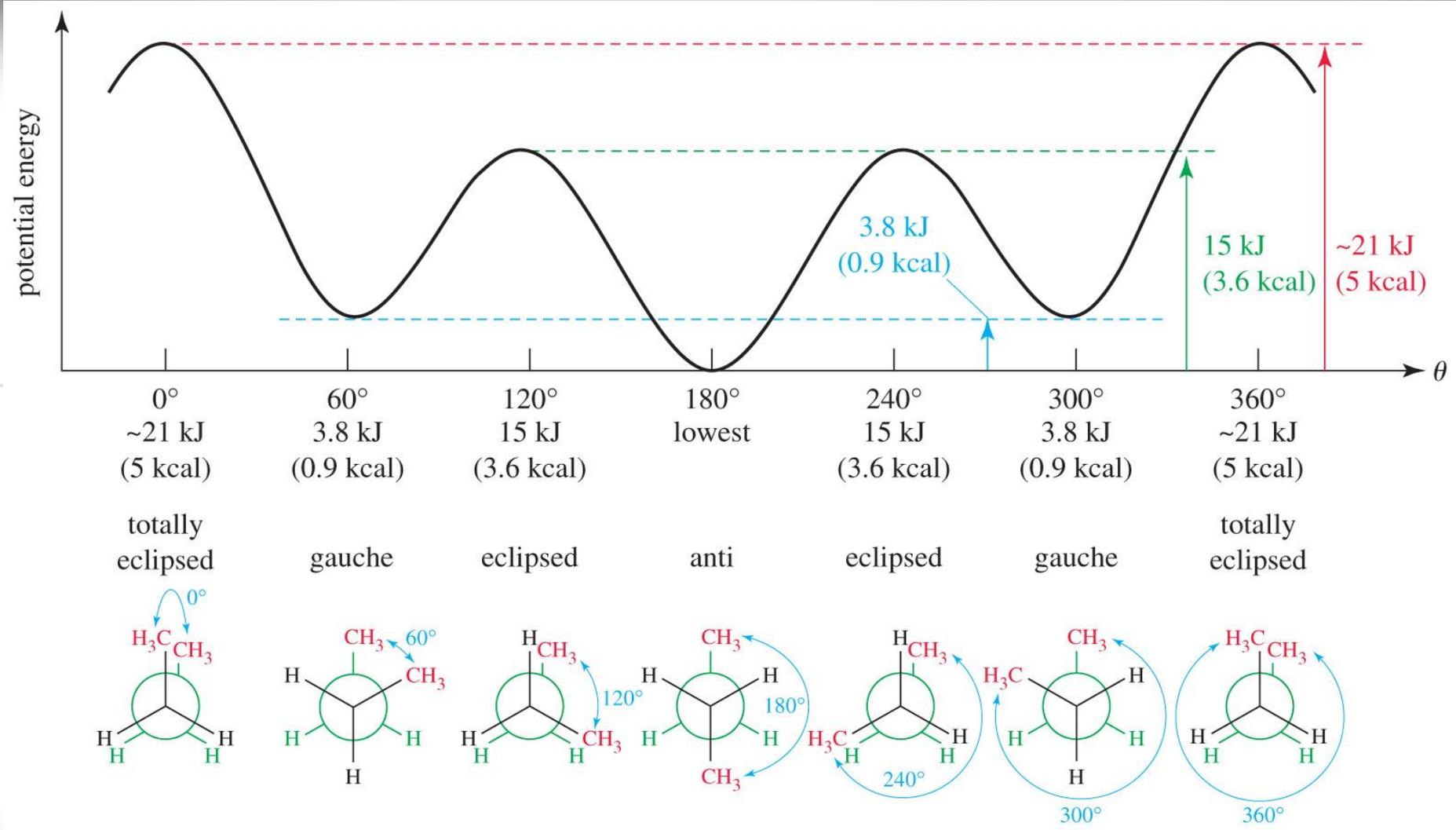
Konformasi staggered propana memiliki energi yang lebih rendah dibandingkan dengan konformasi eclipse nya. Tegangan torsi posisi eclipse pada propana memiliki energi yang lebih tinggi 0,3 kcal/mol dibandingkan pada etnan. Hal ini dikarenakan gugus metil memiliki tolakan yang lebih kuat dibandingkan dengan hidrogen.

Konformasi Butana



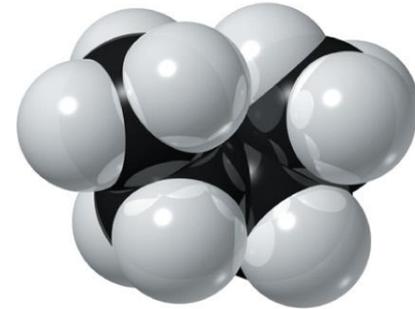
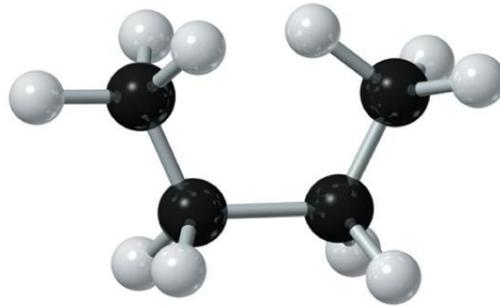
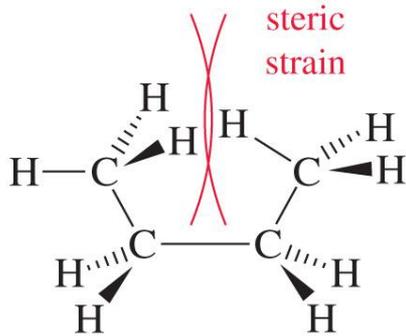
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

1. Butana memiliki dua konformasi staggered yang berbeda : gauche (memiliki sudut 60° antara dua gugus metil) dan anti (membentuk sudut 180° antara dua gugus metil).
2. konformasi eclipse total yang ditunjukkan dengan antara dua gugus metil yang membentuk sudut 0° .



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Tegangan Sterik

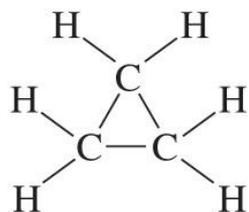


Totally eclipsed conformation of butane

Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Konformasi eclipse total memiliki energi yang lebih tinggi dibandingkan konformasi yang lain karena konformasi ini mengakibatkan dua gugus metil saling berdekatan sehingga mengakibatkan tolakan awan elektron antara dua gugus.
- Efek tolakan antara dua gugus ini disebut tegangan sterik atau halangan sterik.

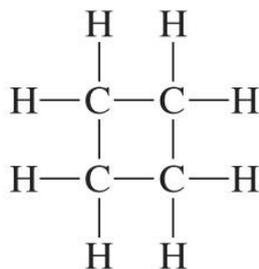
Sikloalkana: C_nH_{2n}



or



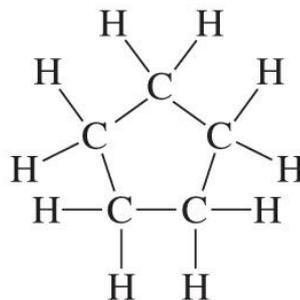
cyclopropane
 C_3H_6



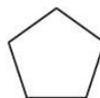
or



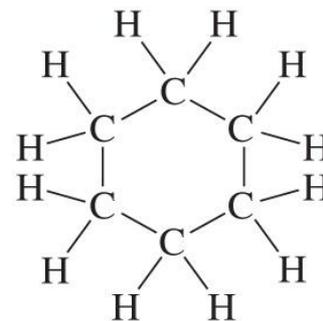
cyclobutane
 C_4H_8



or



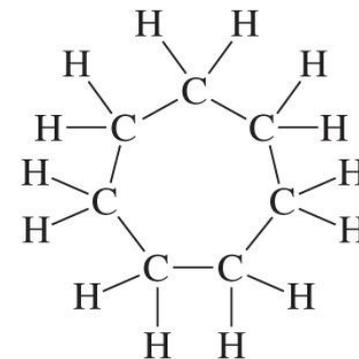
cyclopentane
 C_5H_{10}



or



cyclohexane
 C_6H_{12}



or



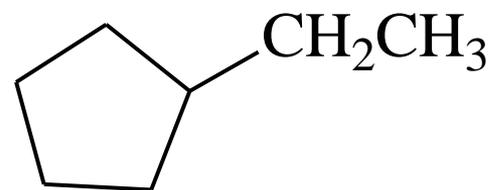
cycloheptane
 C_7H_{14}

Sifatk fisik sikloalkana

- Non-polar
- Relatif inert
- Titik didih dan titik leleh bergantung pada berat molekul.

Tatanama sikloalkana

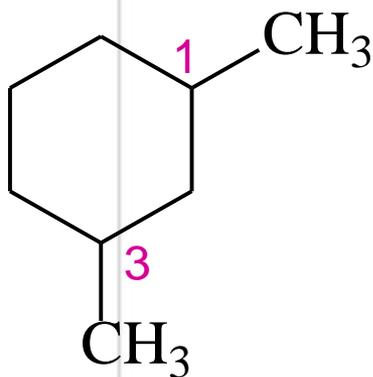
- Dalam penamaannya, sikloalkana digunakan sebagai rantai utama: gugus alkil yang melekat pada rantai utama akan dianggap sebagai substituen.
- Jika hanya ada satu gugus alkil, penomoran rantai utama tidak perlu dilakukan.



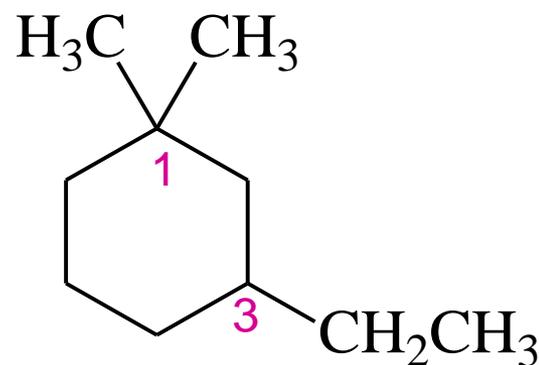
etilsiklopentana

Tatanama sikloalkana

- Jika ada dua atau lebih substituen, penomoran rantai utama dilakukan sedemikian sehingga semua substituenya memiliki nomor terkecil.



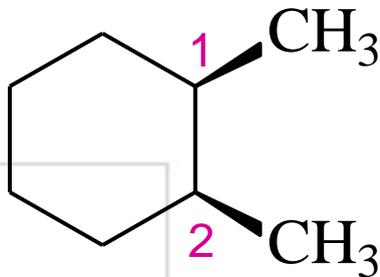
1,3-dimetilsikloheksana



3-etil-1,1-dimetilsikloheksana

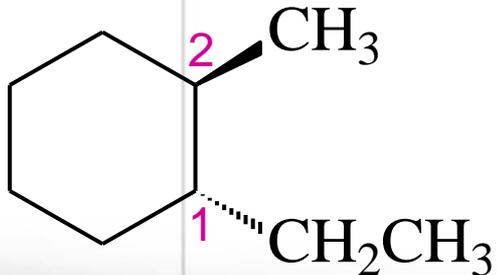
Isomer geometrik

isomer yang memiliki susunan yang berbeda dalam ruang tiga dimensi.



Sisi yang sama: *cis-*

cis-1,2-dimetilsikloheksana



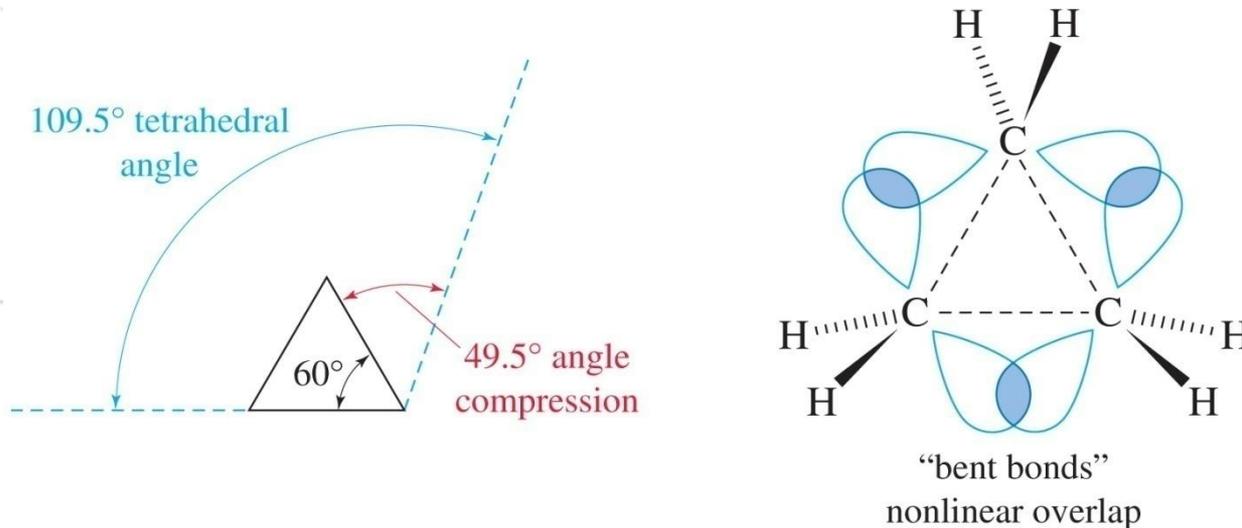
Sisi yang berlawanan: *trans-*

trans-1-etil-2-metilsikloheksana

Stabilitas sikloheksana

- Cincin dengan lima dan enam atom karbon merupakan yang paling sering dijumpai di alam.
- Karbon pada sikloalkana memiliki hibridisasi sp^3 sehingga membutuhkan sudut ikatan 109.5° .
- Jika suatu sikloalkana memiliki sudut ikatan lebih atau kurang dari 109.5° , tumpang tindih orbital tidak akan terjadi secara optimum, dan pada akhirnya sikloalkana tersebut akan mengalami tegangan sudut (angle strain).
- Tegangan sudut sering juga disebut tegangan *Baeyer* sebagai penghormatan kepada Adolf von Baeyer yang pertama menjelaskan fenomena ini.
- Tegangan torsi (putar) muncul ketika semua ikatan berada pada konformasi eclipse.

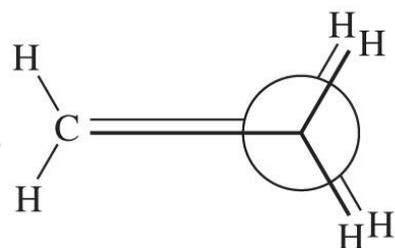
siklopropana: C_3H_6



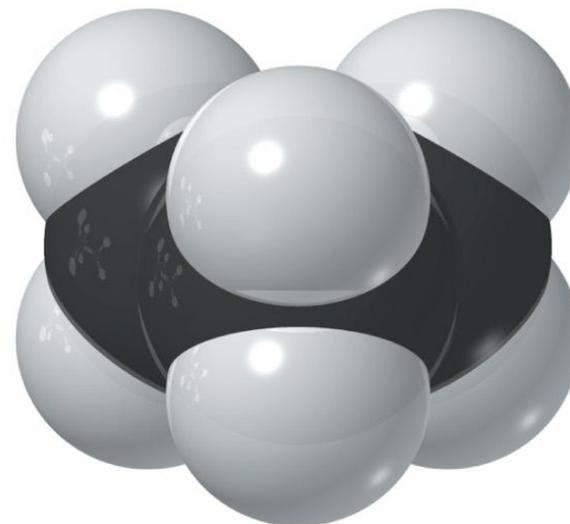
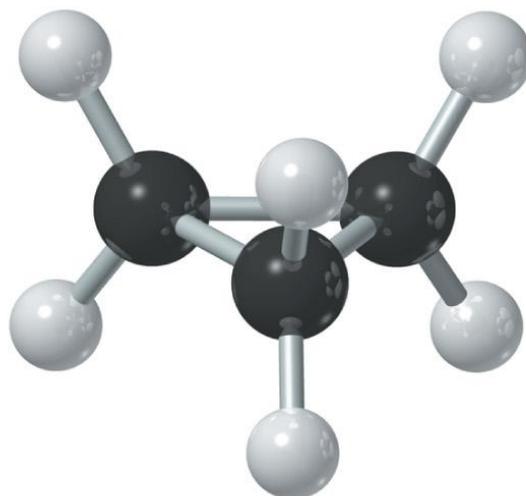
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Sudut ikatan ditekan hingga 60° dari sudut 109.5° yang biasa dimiliki atom karbon terhibridisasi sp^3 .
- Sudut ikatan yang kecil ini mengakibatkan tumpang tindih orbital yang tidak linier dan menghasilkan ikatan yang bengkok.

Tegangan torsi



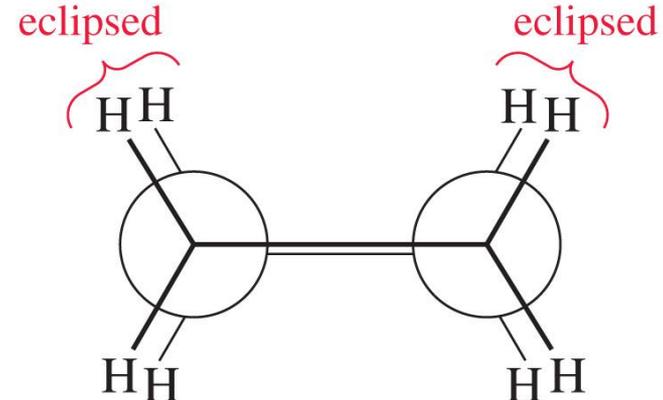
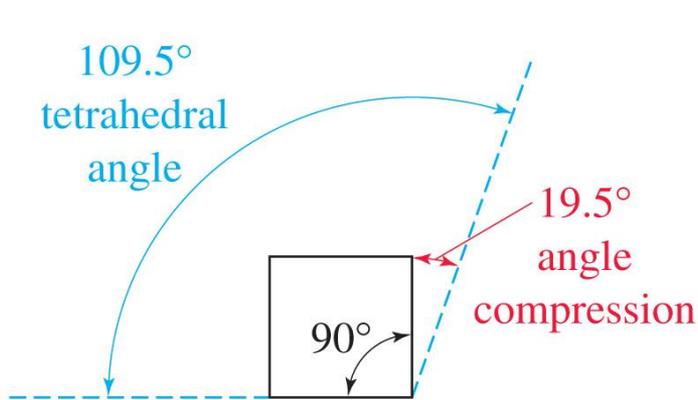
Newman projection
of cyclopropane



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Semua ikatan C-C berada dalam keadaan eclipse yang menghasilkan tegangan torsi yang berkontribusi pada total tegangan pada cincin.

Siklobutana planar: C_4H_8

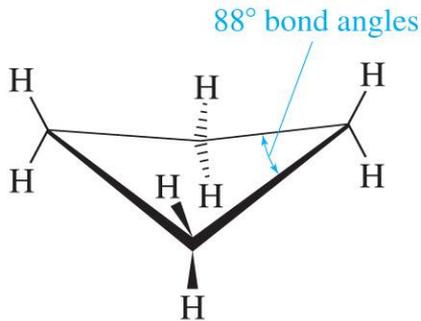


Newman projection
of planar cyclobutane

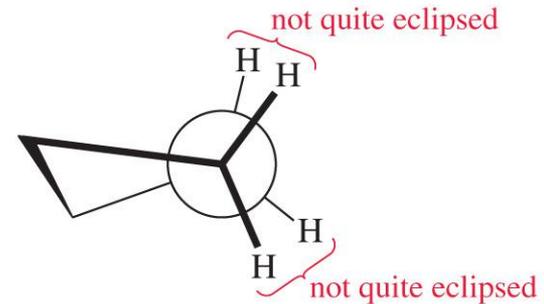
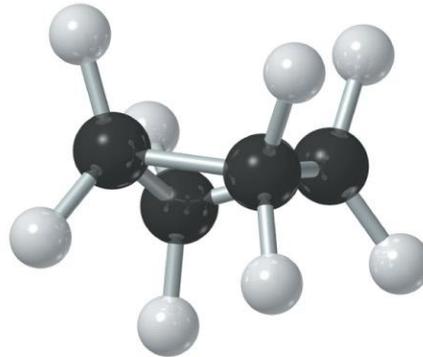
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

tegangan pada cincin siklobutana planar berasal dari dua faktor: tegangan sudut dari ikatan yang ditekan hingga 90° (normalnya 109.5°) dan tegangan torsi yang erasal dari konformasi eclipse tiap gugus.

Siklobutanan non-planar



slightly folded conformation

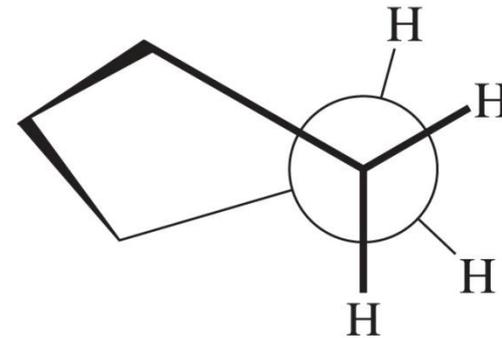
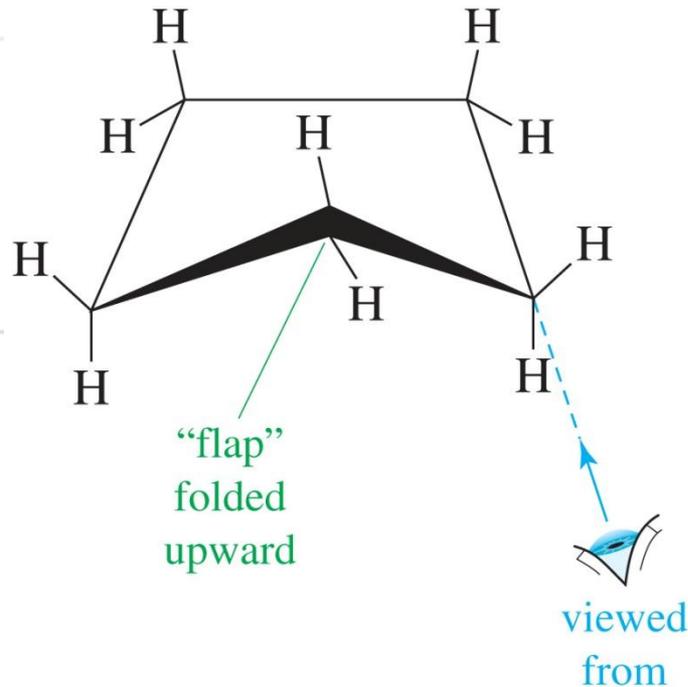


Newman projection of one bond

Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- Senyawa siklik dengan empat atom karbon atau lebih cenderung mengadopsi konformasi non-planar untuk mengurangi tegangan pada cincin.
- Siklobutana cenderung memiliki konformasi terlipat (amplop) untuk mengurangi tegangan torsi yang disebabkan konformasi eclipse dari tiap atom hidrogen.

Siklopentana: C_5H_{10}

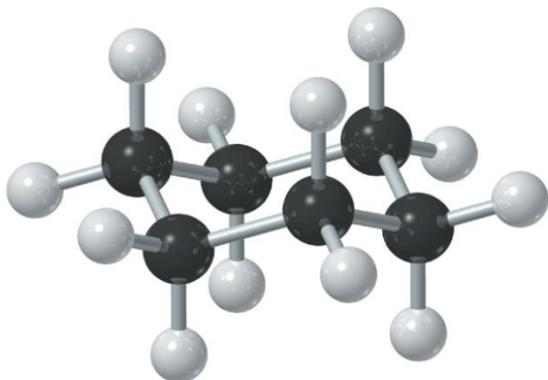


Newman projection
showing relief of
eclipsing of bonds

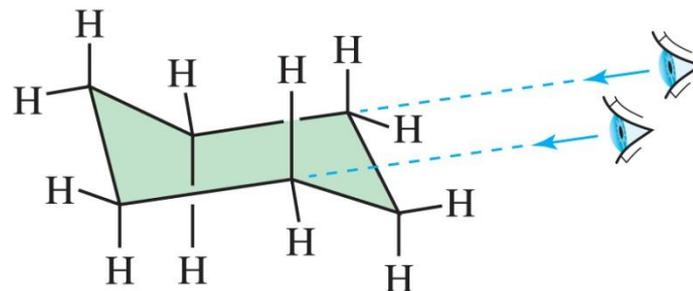
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Konformasi siklopentana memiliki struktur yang sedikit terlipat, seperti bentuk amplop. Konformasi yang sedikit terlipat ini terbentuk untuk mengurangi konformasi eclipse dari dua gugus metilen (CH_2).

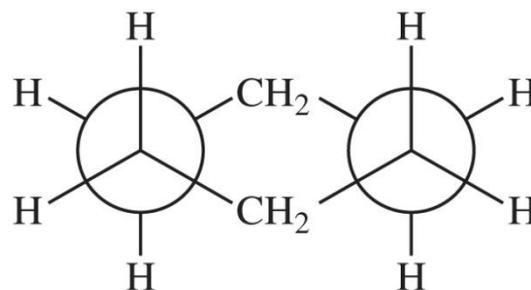
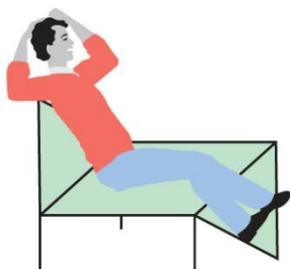
Konformasi kursi sikloheksana



chair conformation

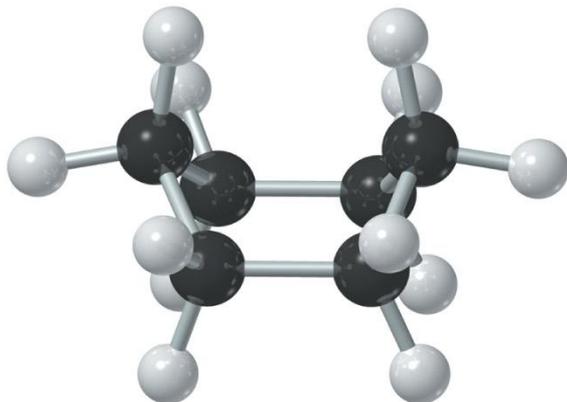


viewed along the "seat" bonds

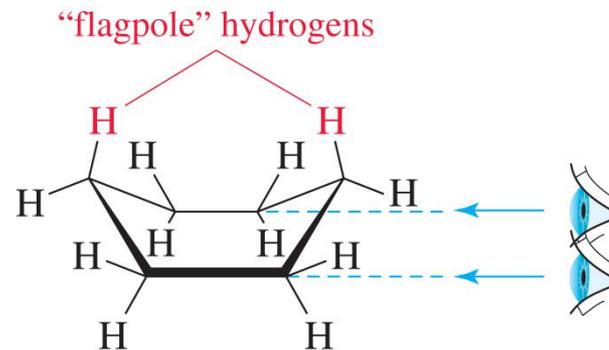


Newman projection

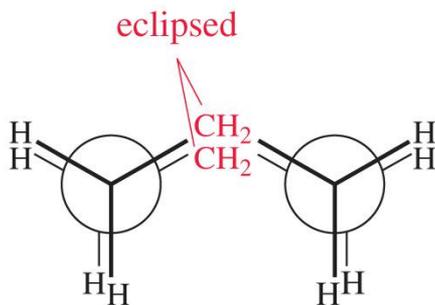
Konformasi sampan sikloheksana



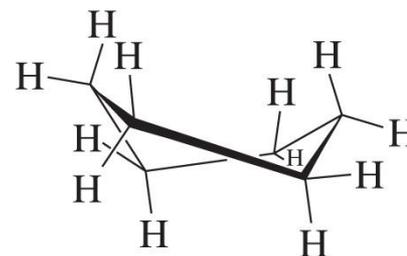
boat conformation



symmetrical boat

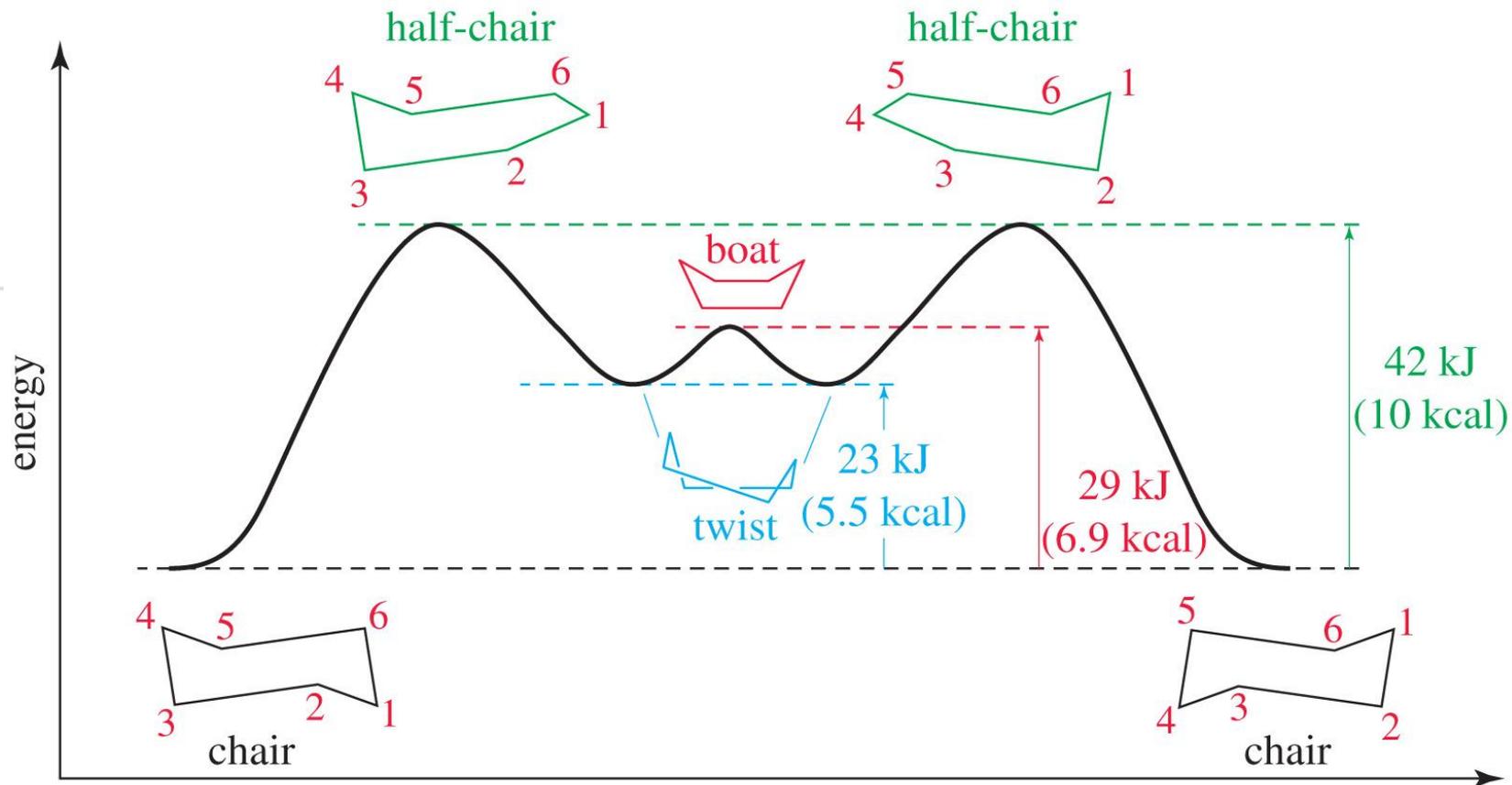


Newman projection

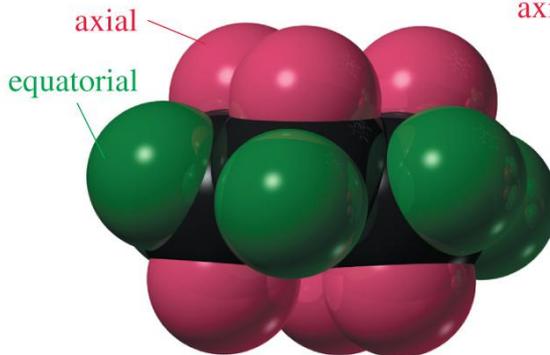
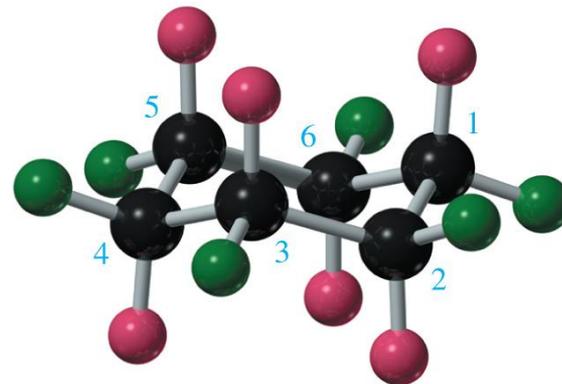
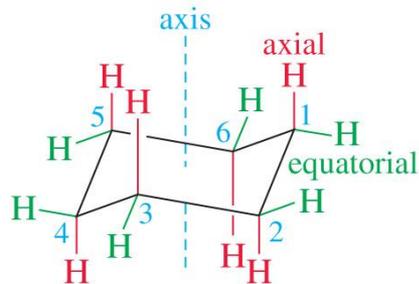


"twist" boat

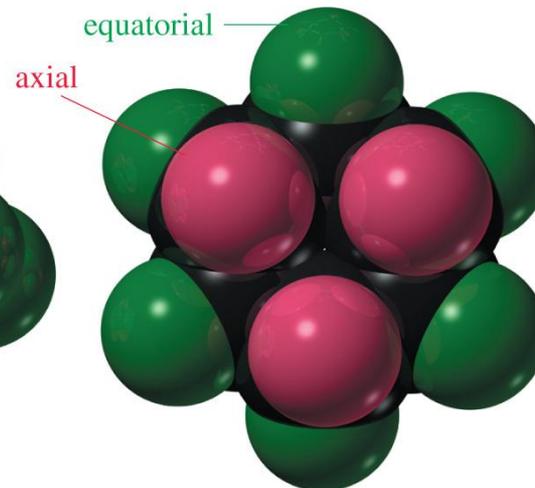
Diagram energi tiap konformasi sikloheksana



Posisi aksial dan ekuatorial

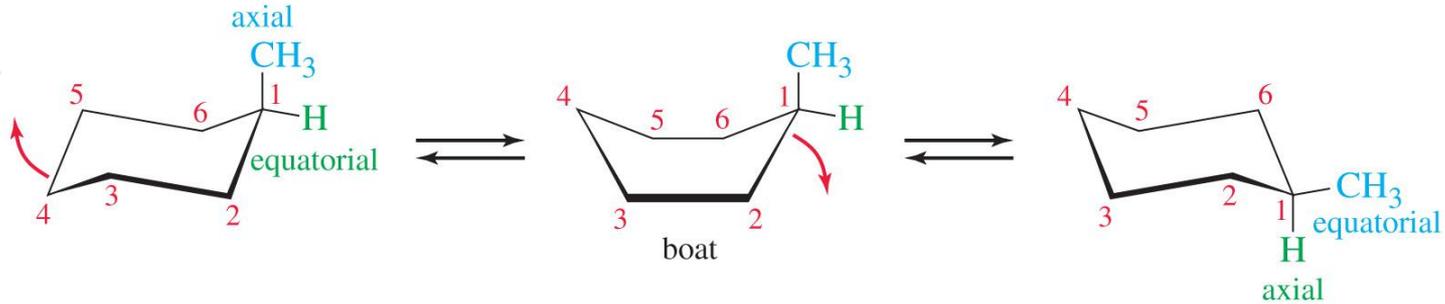


seen from the side



seen from above

Interkonversi konformasi kursi-kursi



CH_3 axial

ring-flip

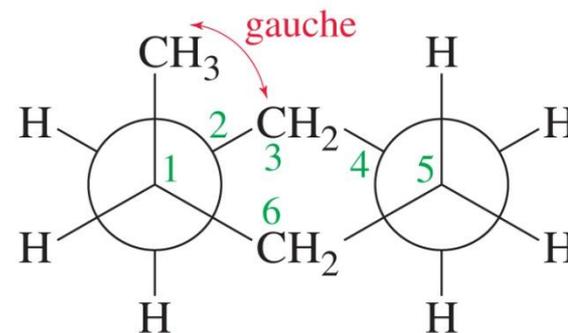
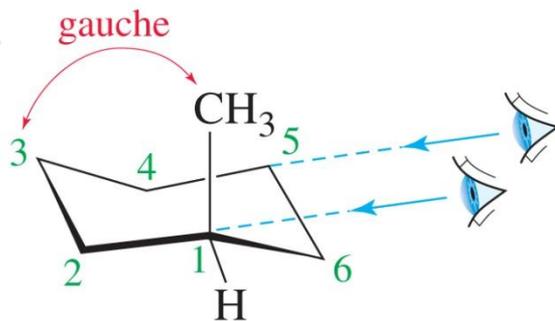


CH_3 equatorial

Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

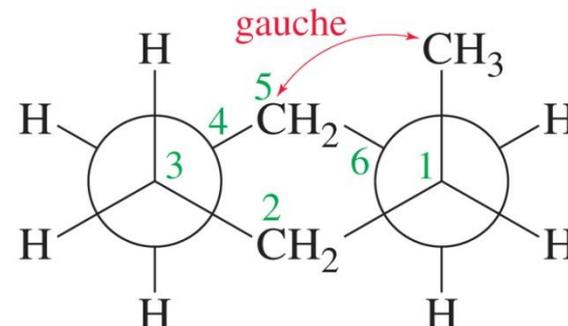
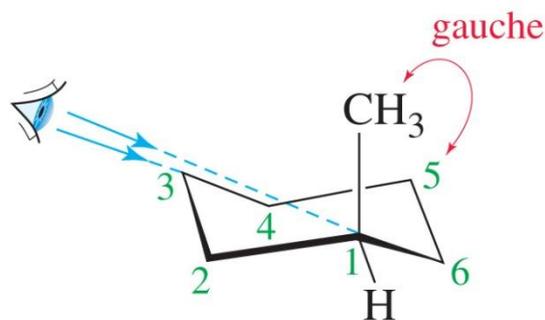
Hasil penting yang diperoleh dari fenomena interkonversi kursi-kursi adalah adanya perubahan posisi substituen dari posisi aksial (pada konformasi sebelumnya) menjadi ekuatorial (pada konformasi baru).

Gugus metil aksial pada metilsikloheksana



Newman projection

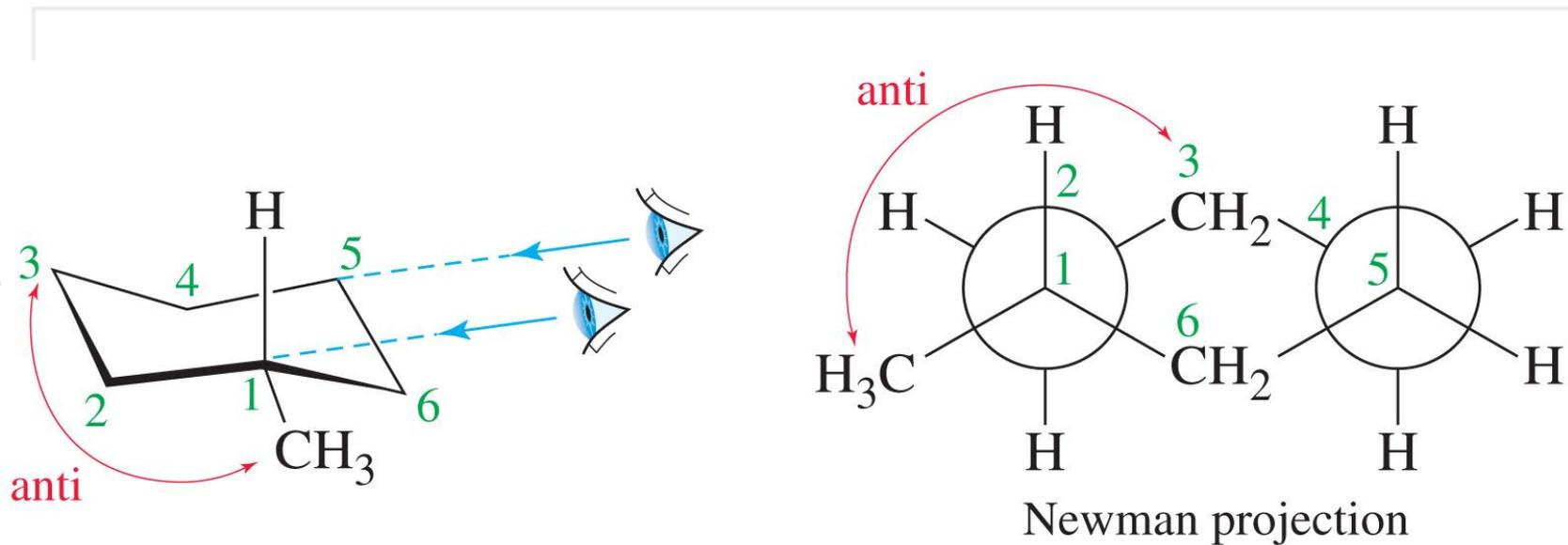
(a)



Newman projection

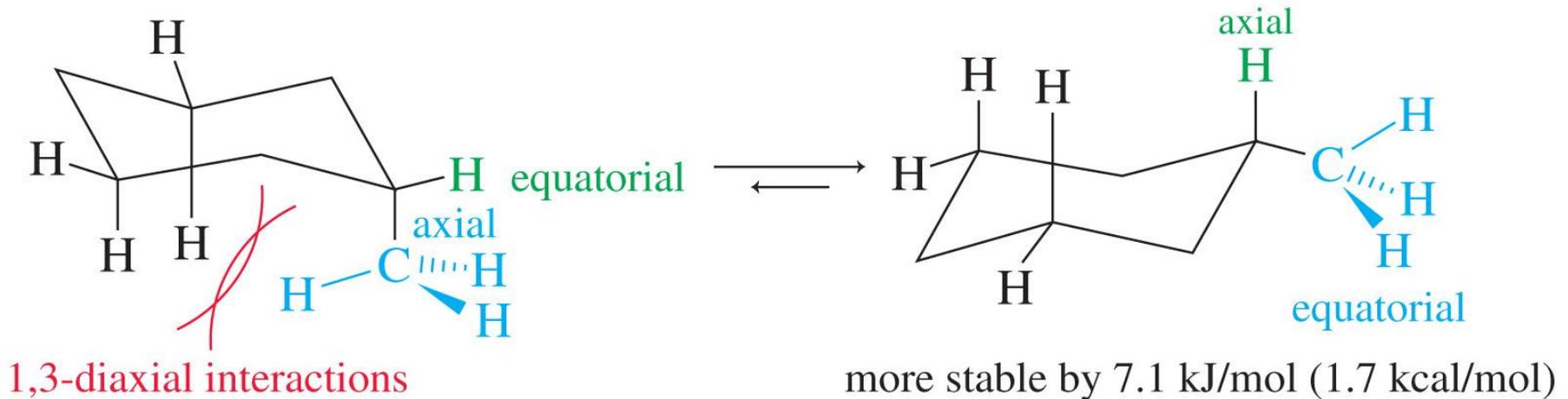
(b)

Gugus metil ekuatorial



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

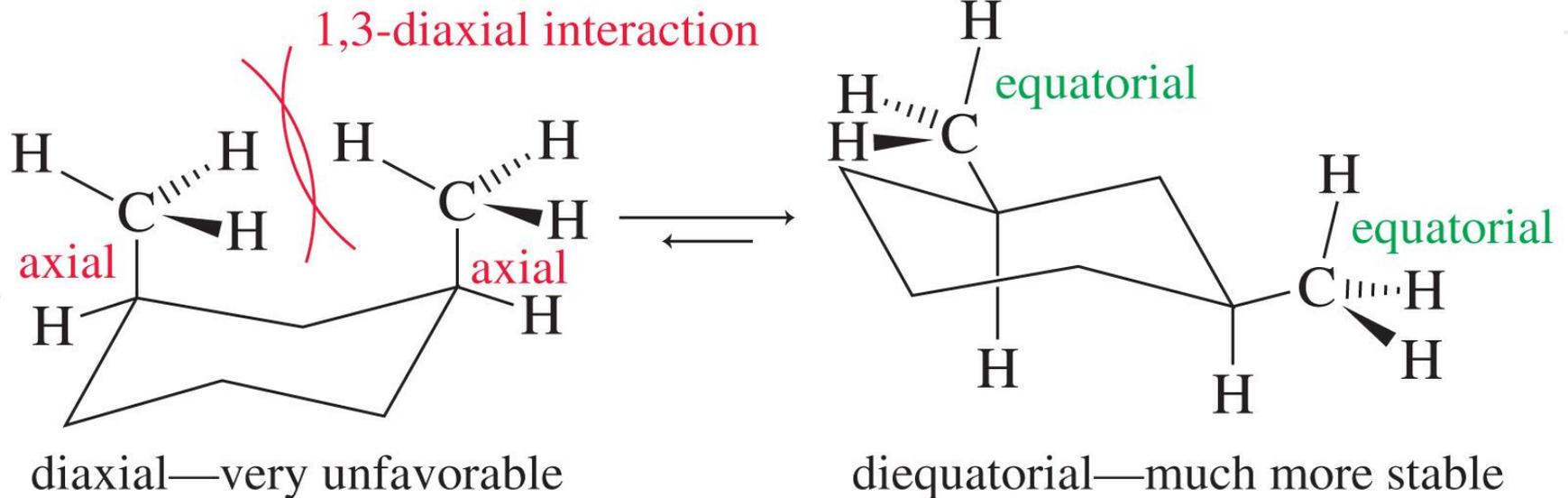
Interaksi 1,3-diaksial



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Substituen pada posisi aksial di C-3 akan berinteraksi saling tolak-menolak dengan substituen aksial pada C-5. The axial substituent interferes with the axial hydrogens on C3 and C5. interaksi ini disebut interaksi 1,3-diaksila.

Cis-1,3-dimetilsikloheksana

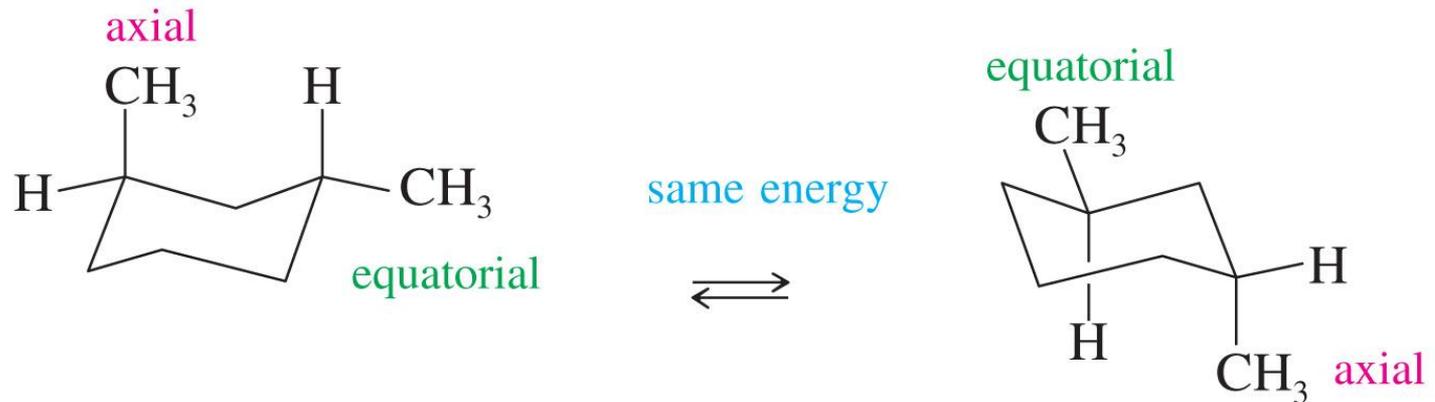


Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

- *Cis*-1,3-dimetilsikloheksana dapat memiliki konformasi dengan kedua gugus metil berada pada posisi aksial atau keduanya pada posisi ekuatorial.
- Konformasi dengan kedua gugus metil berada pada posisi ekuatorial relatif lebih stabil.

Trans-1,3-dimetilsikloheksana

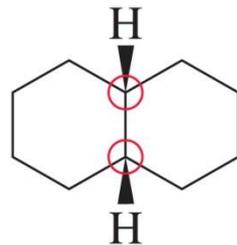
Chair conformations of trans-1,3-dimethylcyclohexane



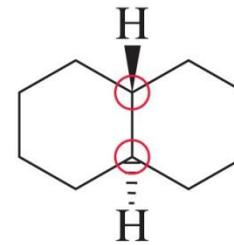
Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Dua konformasi pada *trans*-1,3-dimetilsikloheksana memiliki satu gugus metil pada posisi aksial dan satu gugus metil pada posisi ekuatorial. Kedua konformasi memiliki energi yang sama.

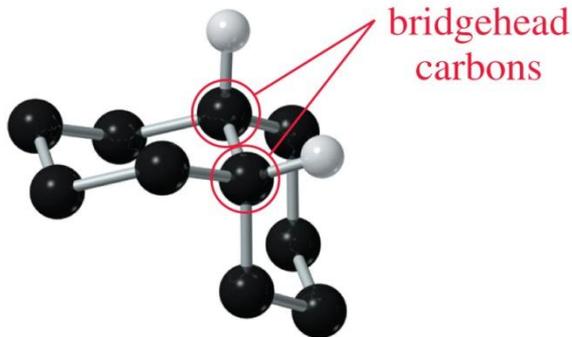
Dekalin



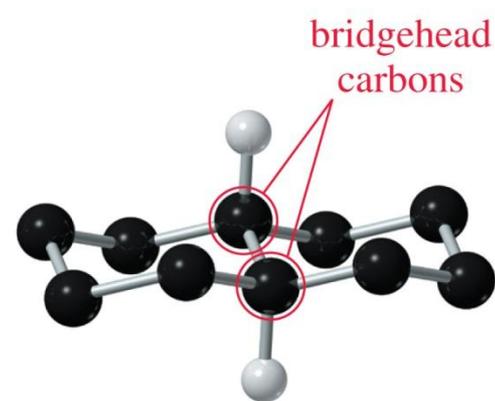
cis-decalin



trans-decalin



cis-decalin

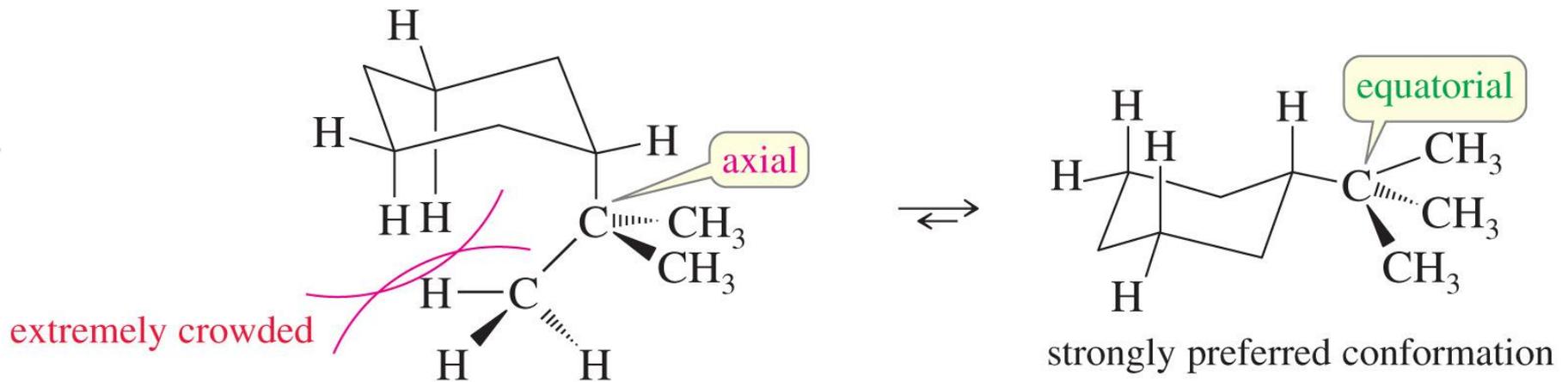


trans-decalin

Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Cis-dekalin memiliki dua cincin yang berfusi dimana cincin kedua berada dalam konformasi *cis*. Adapun dua cincin pada *trans*-dekalin memiliki dua cincin yang terfusi dalam posisi *trans*. *Trans*-dekalin memiliki stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan *cis*-dekalin karena kedua cincin berada pada posisi ekuatorial.

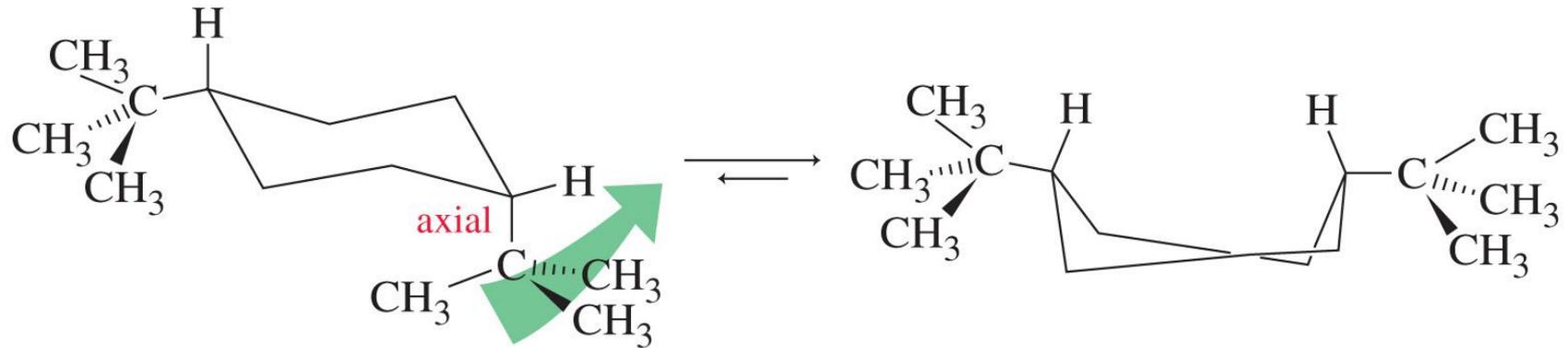
Tert-butilsikloheksana



Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Substituen relatif tidak terlalu *crowded* pada posisi ekuatorial.

Cis-1,4-ditert-butilsikloheksana



tert-butyl group moves out of the axial position

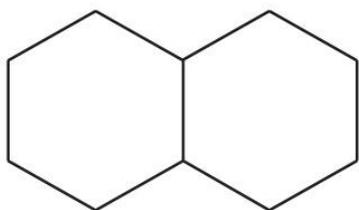
twist boat

Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Pada molekul *cis*-1,4-di-*tert*butilsikloheksana, konformasi sampan bengkak adalah konformasi yang paling stabil. Hal ini terjadi karena pada konformasi ini kedua gugus *tert*-butil berada pada posisi ekuatorial, sedangkan pada konformasi kursi, salah satu gugus *tert*-butil akan berada pada posisi aksial.

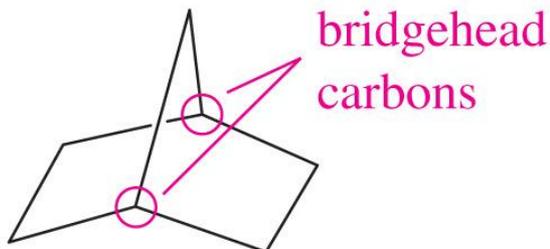
Sistem Bisiklik

fused bicyclic



bicyclo[4.4.0]decane
(decalin)

bridged bicyclic



bicyclo[2.2.1]heptane
(norbornane)

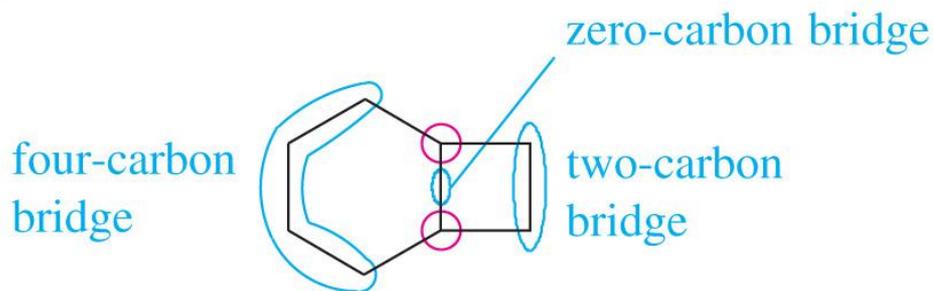
spirocyclic



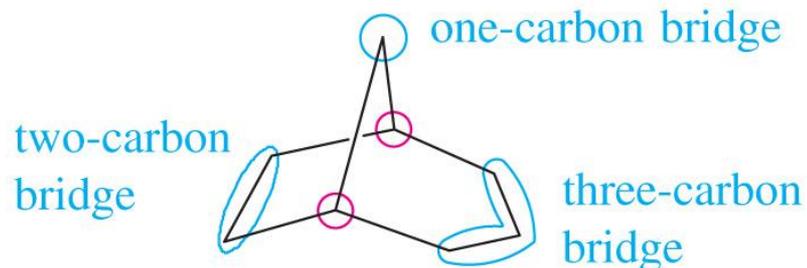
spiro[4.4]nonane

Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

Tatanama sistem bisiklik



bicyclo[4.2.0]octane



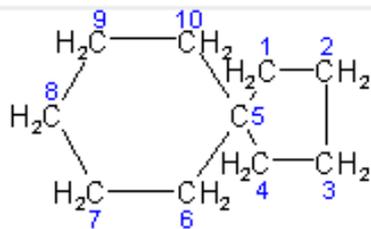
bicyclo[3.2.1]octane

Copyright © 2010 Pearson Prentice Hall, Inc.

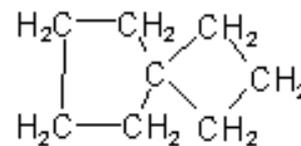
Bisiklo[#.#.#]alkana

dimana # menunjukkan jumlah karbon yang ada pada cincin dari jumlah atom karbon tertinggi ke yang rendah, dan nama alkananya meliputi semua atom karbon dalam senyawa.

Tatanama spiroalkana



Spiro[4.5]decane



Spiro[3.4]octane

spiro[#.#]alkana

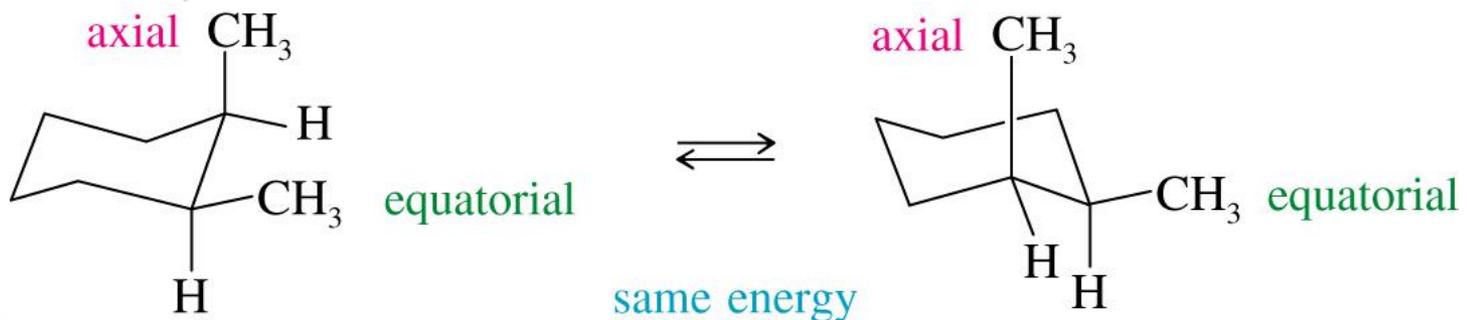
dimana # menunjukkan jumlah karbon yang ada pada cincin dari jumlah atom karbon terendah ke yang tinggi, dan nama alkananya meliputi semua atom karbon dalam senyawa.

Contoh soal

1. Gambarkan konformasi kursi dari senyawa *cis*-1,2-dimetilsikloheksana, dan tentukan mana konformasi yang paling stabil untuk senyawa ini.
2. gambarkan juga untuk senyawa *trans*-1,2-dimetilsikloheksana.
3. Prediksikan isomer mana (*cis* atau *trans*) yang lebih stabil.

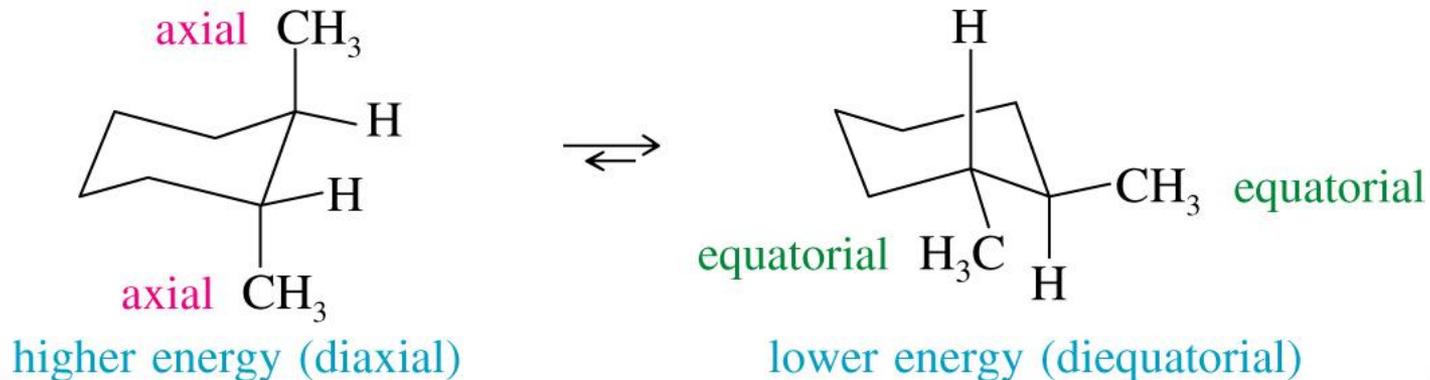
Jawaban (1)

- 1) Terdapat dua konformasi kursi yang mungkin pada isomer cis, dan kedua konformasi ini mengalami interkonversi pada temperatur ruang. Masing-masing dari konformasi ini menempatkan satu gugus metil pada posisi aksial dan satu gugus metil pada posisi ekuatorial sehingga memiliki tingkat energi yang sama.



Jawaban (2)

Terdapat dua konformasi kursi pada isomer trans yang mengalami interkonfensi pada suhu ruang dimana satu konformasi memiliki dua gugus metil pada posisi aksial dan konformasi lain dengan gugus metil berada posisi ekuatorial. Konformasi dengan kedua gugus metil berada pada posisi ekuatorial relatif lebih stabil dibandingkan dengan konformasi kursi yang lain.



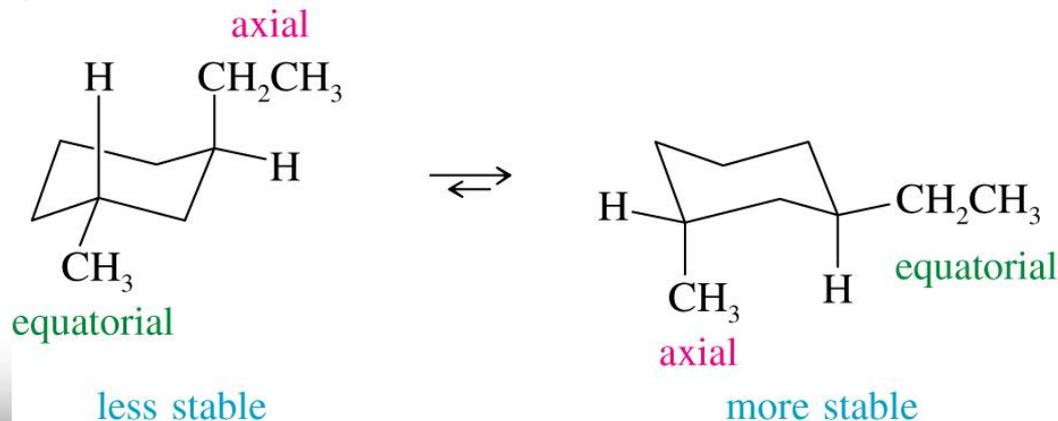
Jawaban (3)

(c) Isomer trans lebih stabil dibandingkan dengan isomer cis karena memiliki dua gugus metil pada posisi ekuatorial.

Contoh Soal

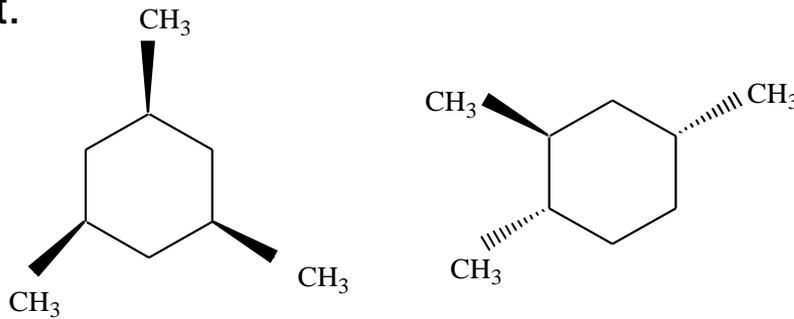
Gambarkan konformasi dari senyawa trans-1-etil-3-metilsikloheksana.

Jawaban: untuk menyelesaikan soal ini, gambarlah kedua konformasi kursi yang ada pada senyawa tersebut seperti ditunjukkan pada gambar di bawah. Gugus etil relatif lebih besar dibandingkan dengan gugus metil, sehingga konformasi dengan gugus etil berada pada posisi ekuatorial relatif lebih stabil.

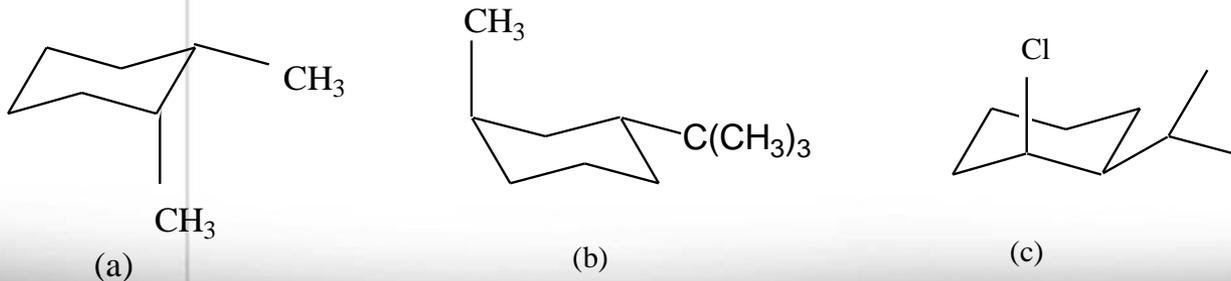


Tugas

1. manakah diantara *cis*-1,4-dimetilsikloheksana dan *trans*-1,4-dimetilsikloheksana yang paling stabil? Gambarkan konformasi dari struktur yang paling stabil tersebut!
2. Untuk senyawa 1,2,4-trimetilsikloheksana dan 1,3,5-trimetilheksana yang ada pada gambar berikut, gambarkan konformasi kursi yang paling stabil untuk kedua senyawa tersebut.

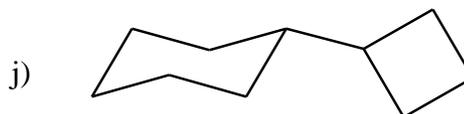
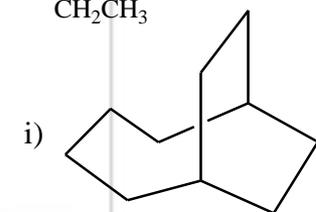
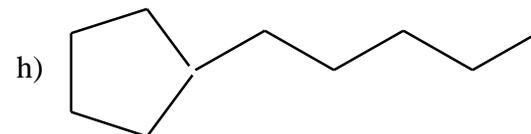
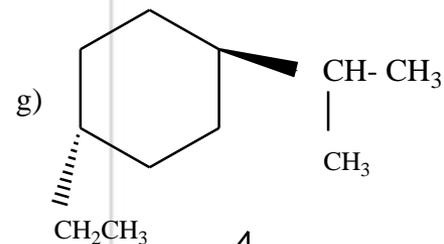
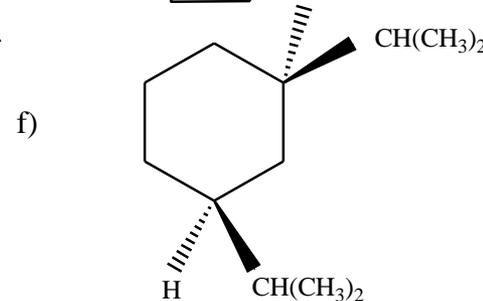
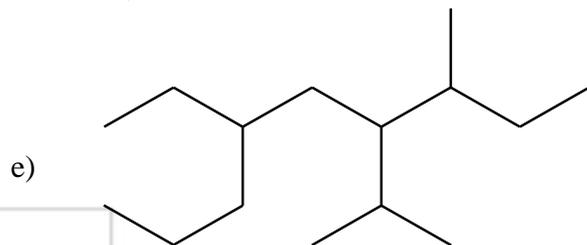
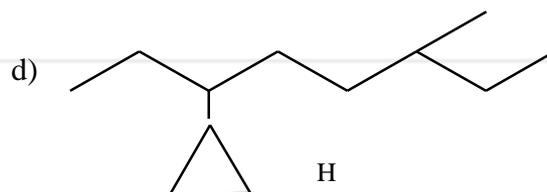
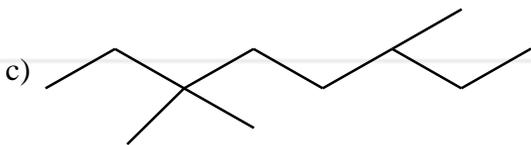


3. Gambarkan interkonversi konformasi kursi pada senyawa-senyawa berikut dan pilihlah diantara hasil interkonversi tersebut yang paling stabil.



Tugas

- 4. tentukan nama senyawa berikut



Tugas

- Tuliskan hibridisasi dari atom yang ditunjukkan oleh tanda panas di bawah ini

