

Penerapan Graf Ganda dalam Penentuan Struktur Molekul Senyawa Organik

David Timothy Panjaitan, 13516075
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13516075@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Penentuan rumus empiris saja dari suatu senyawa tidak cukup untuk dapat mempelajari keseluruhan sifat dari suatu senyawa. Khususnya untuk senyawa organik, struktur sangat berperan penting karena satu rumus empiris dapat disusun menjadi beberapa struktur yang mungkin karena sifat khusus atom karbon. Untuk membantu menentukan struktur molekul dari senyawa organik tersebut, dapat digunakan graf untuk menggambarkan strukturnya. Jenis Graf yang perlu digunakan untuk menggambar struktur molekul adalah termasuk graf tak-sederhana (*unsimple-graph*), yaitu graf ganda (*multigraph*).

Keywords— Graf, Graf Ganda, Struktur Molekul, Senyawa Organik.

I. PENDAHULUAN

Senyawa organik selalu dapat kita temui dalam kehidupan sehari-hari. Tanpa kita sadari, segala hal yang kita lakukan berhubungan dengan senyawa organik. Baik berjalan, makan, minum, mandi, memasak, dan lain-lain memiliki kaitan dengan senyawa organik dan/atau memanfaatkan senyawa organik. Hal itu dikarenakan senyawa organik pada dasarnya adalah senyawa-senyawa yang membentuk makhluk hidup sehingga kita sebagai makhluk hidup pasti merasakan pengaruhnya.

Pengaruh dari senyawa organik ini cukup besar untuk kehidupan. Senyawa-senyawa karbohidrat, protein dan lemak dalam makanan yang menjadi sumber gizi kita adalah termasuk senyawa organik. Sel-sel kita dan sel-sel bakteri terdiri dari senyawa-senyawa organik. Berbagai racun dan obat-obatan yang kita gunakan dibuat dari senyawa organik. Dengan pengaruhnya yang besar terhadap kehidupan, wajar bagi manusia untuk berusaha mengerti dan membuat sifat-sifat yang diinginkan dari senyawa organik.

Dalam usaha untuk dapat mengerti cara kerja suatu senyawa organik, senyawa organik tersebut harus diidentifikasi terlebih dahulu. Proses identifikasi senyawa ini terdiri dari:

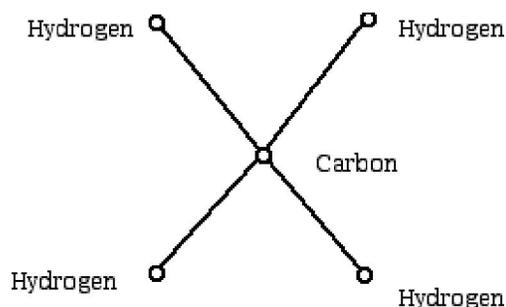
1. Mencari massa molekul senyawa
2. Mencari rumus empiris senyawa
3. Menentukan struktur senyawa

Proses pertama dan kedua dapat diketahui secara langsung dari eksperimen dan perhitungan sementara

untuk proses ketiga sampai saat ini tidak ada cara yang pasti dapat digunakan pada semua senyawa organik untuk menentukan secara langsung struktur dari suatu molekul. Mikroskop elektron dapat digunakan walaupun masih terbatas pada senyawa-senyawa besar atau senyawa padat yang tidak menguap dalam vakum, sementara banyak senyawa organik yang memiliki titik didih rendah. Karena itu, metode yang biasa digunakan untuk menentukan struktur molekul senyawa organik adalah dengan mengamati sifat-sifat senyawa tersebut dan mengajukan struktur berdasarkan pengetahuan tentang sifat-sifat kimianya. Sifat yang dapat diamati langsung dan dipertimbangkan terdiri dari: titik didih, titik beku, kepolaran, panjang ikatan, jumlah ikatan, unsur pembentuk, energi ikatan, dan reaksi-reaksi yang dialami.

Beberapa dari sifat-sifat kimia yang dipertimbangkan dalam menentukan struktur molekul ini dapat direpresentasikan dalam bentuk graf. Sifat-sifat tersebut adalah: jenis unsur pembentuk molekul, jumlah ikatan, dan panjang ikatan. Representasi struktur molekul dalam bentuk graf dapat membantu menggambarkan dan menentukan struktur molekul yang benar.

Dalam makalah ini, penulis akan secara khusus membahas penggunaan graf dalam menentukan struktur molekul, terutama senyawa organik yang terdiri dari karbon dan hidrogen, atau biasa disebut hidrokarbon, tapi tidak menutup kemungkinan graf diterapkan untuk menentukan struktur molekul senyawa organik selain hidrokarbon.



Gambar 1.1 Graf hidrokarbon sederhana, Metana

II. TEORI DASAR

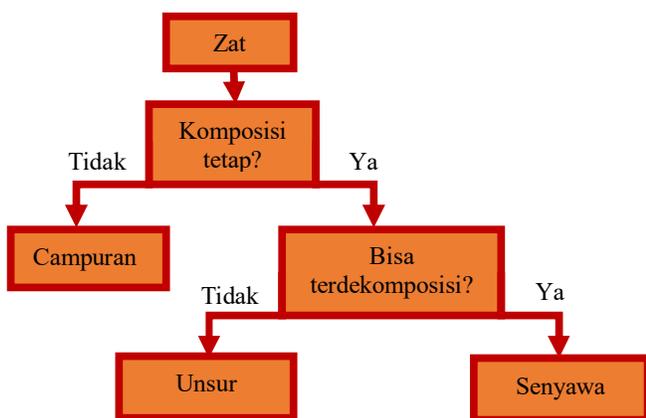
Untuk membahas penerapan graf dalam penentuan struktur senyawa organik, dibutuhkan sedikit pengetahuan minimal tentang graf yang akan dipakai dan tentang bidang ilmu di mana graf tersebut akan diterapkan, yaitu bidang ilmu Kimia.

2.1. Tentang Kimia

2.1.1 Kimia sebagai ilmu

Kimia adalah bidang ilmu yang mempelajari sifat-sifat dan perilaku zat, serta perubahan-perubahan yang terjadi pada zat. Sementara, zat adalah segala hal yang mempunyai massa dan menempati ruang. Karena itu, prinsip-prinsip kimia dibutuhkan untuk dapat mengerti sebagian besar fenomena yang terjadi di kehidupan sehari-hari, mulai dari berkaratnya besi, cara sabun mengikat kotoran, membusuknya makanan, peran zat-zat dari makanan di dalam tubuh kita, sampai cara tubuh kita menggunakan makanan tersebut menjadi energi.

Zat dapat diklasifikasikan berdasarkan komposisinya menjadi campuran, unsur, dan senyawa. Campuran adalah zat yang memiliki sifat dan komposisi yang bervariasi dalam campuran yang sama. Unsur adalah zat yang tidak bisa disederhanakan lagi secara kimia. Senyawa adalah zat murni (bukan campuran) yang terdiri dari dua atau lebih unsur. Dalam makalah ini, kita hanya tertarik dengan senyawa sehingga yang akan dibahas lebih lanjut hanyalah senyawa. Untuk membedakan senyawa dari zat lain, dapat digunakan diagram pada gambar 1.1.



Gambar 2.1 Klasifikasi zat

Senyawa kemudian diklasifikasi lagi menjadi senyawa ionik dan senyawa kovalen. Senyawa ionik adalah senyawa yang terbentuk dari ikatan ionik. Ikatan ionik adalah ikatan yang terbentuk akibat gaya tarik antara ion-ion yang bermuatan positif dan yang bermuatan negatif. Sementara senyawa kovalen adalah senyawa yang terbentuk dari ikatan kovalen antara atom-atom pembentuknya. Ikatan kovalen adalah ikatan yang terjadi karena atom menggunakan satu atau lebih elektron dari kulit terluar atom tersebut dan memasangkannya dengan

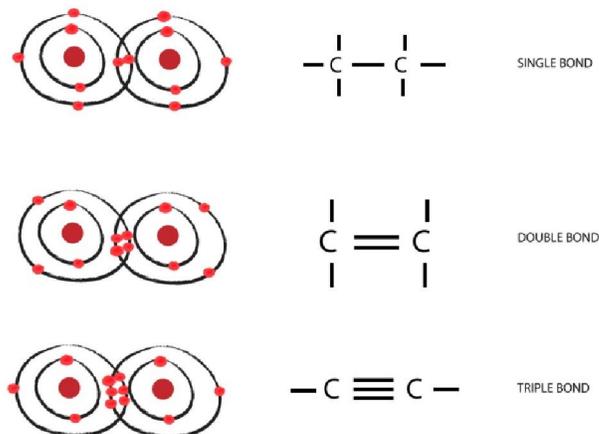
elektron dari kulit terluar atom lain. Yang akan dibahas dalam makalah ini adalah senyawa kovalen karena semua senyawa organik termasuk senyawa kovalen.

2.1.2 Senyawa organik

Senyawa organik pada awalnya adalah klasifikasi senyawa untuk senyawa-senyawa yang terdapat pada makhluk hidup. Klasifikasi ini dibuat karena pada abad ke-18 ilmuwan percaya senyawa-senyawa ini hanya dapat dibuat di dalam tubuh makhluk hidup. Kepercayaan itu terbantahkan pada 1828 dengan berhasilnya Friedrich Wohler dari Jerman melakukan sintesis urea (senyawa organik dalam urin mamalia) dengan memanaskan amonium sianat (senyawa anorganik). Sekarang, klasifikasi senyawa organik mencakup semua senyawa yang unsur pembentuk utamanya adalah karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen. Setiap tahunnya, ribuan senyawa organik baru ditemukan dan sekarang sudah lebih dari 16 juta senyawa karbon yang teridentifikasi.

Senyawa organik dapat menjadi sangat beragam seperti itu dikarenakan karakteristik spesial dari unsur karbon. Karbon memiliki empat elektron valensi sehingga dapat membentuk empat ikatan sebelum menjadi stabil. Selain itu, karbon juga dapat membentuk ikatan kovalen yang cukup kuat dengan hidrogen, oksigen, nitrogen, unsur-unsur halogen, dan atom karbon lainnya sehingga dapat membentuk rantai yang panjang dan beragam.

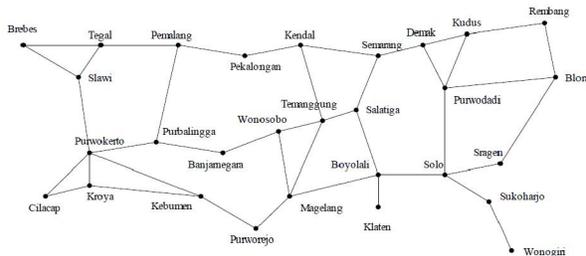
Ikatan kovalen yang dapat dibentuk karbon terdiri dari tiga jenis, yaitu ikatan kovalen tunggal, kovalen rangkap, dan kovalen rangkap tiga. Ikatan kovalen tunggal menggunakan satu elektron dari masing-masing atom dengan hibridisasi sp^3 untuk membentuk satu ikatan σ . Ikatan kovalen rangkap menggunakan dua elektron dari masing-masing atom dengan hibridisasi sp^2 untuk membentuk satu ikatan σ dan satu ikatan π . Ikatan rangkap tiga menggunakan tiga elektron dari masing-masing atom dengan hibridisasi sp untuk membentuk satu ikatan σ dan dua ikatan π .



Gambar 2.2 Ikatan tunggal, rangkap, dan rangkap tiga pada karbon

Terlihat pada gambar 2.2 bahwa baik dalam ikatan tunggal, ikatan rangkap, maupun ikatan rangkap tiga, jumlah total ikatan dalam satu atom karbon adalah tetap empat. Hal ini dikarenakan karbon selalu menggunakan keempat elektron valensinya untuk membentuk ikatan.

2.2 Tentang Graf



Gambar 2.3 Graf jalan raya di Jawa Tengah

Graf sudah dikenal sejak lama dan memiliki banyak terapan sampai saat ini. Masalah pertama yang dipecahkan menggunakan graf adalah masalah jembatan Königsberg pada tahun 1736, yang dipecahkan oleh L. Euler. Sejak itu, graf diterapkan dalam berbagai persoalan untuk mempermudah pemecahan masalah.

2.2.1 Definisi Graf

Graf digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut. Representasi visual dari graf adalah dengan menyatakan objek sebagai noktah, bulatan, atau titik, sedangkan hubungan antar objek dinyatakan dengan garis.

Definisi graf secara matematis adalah sebagai pasangan himpunan (V, E) , dengan:

V = himpunan tidak-kosong dari simpul-simpul (vertices atau node) = $\{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$

dan

E = himpunan sisi (edges atau arcs) yang menghubungkan sepasang simpul = $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$

Atau dapat ditulis dengan notasi $G = (V, E)$

Dari definisinya, graf minimal memiliki satu simpul meskipun tidak terhubung sisi. Graf seperti itu disebut graf trivial. Sisi pada graf juga dapat didefinisikan sebagai pasangan simpul yang dihubungkan sisi tersebut (misalnya (v_1, v_2)).

2.2.2 Jenis-Jenis Graf

Graf dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelompok tergantung pada dasar yang digunakan dalam pengelompokannya.

A. Berdasarkan ada-tidaknya sisi ganda

a. Graf sederhana

Graf yang tidak mengandung sisi ganda, sehingga dua buah simpul maksimal dihubungkan oleh sebuah sisi.

b. Graf tak-sederhana

Graf yang memiliki sisi ganda. Dibagi menjadi graf ganda (*multigraph*) dan graf semu (*pseudograph*). Perbedaan antara graf ganda dan graf semu adalah pada graf semu diperbolehkan terdapat sisi gelang, yaitu sisi yang kedua ujungnya terhubung pada simpul yang sama.

B. Berdasarkan jumlah simpul

a. Graf Berhingga

Graf yang jumlah simpulnya, n , berhingga.

b. Graf tak-berhingga

Graf yang jumlah simpulnya tidak berhingga banyaknya.

C. Berdasarkan ada-tidaknya orientasi arah sisi pada graf

a. Graf tak-berarah

Graf yang setiap sisinya tidak mempunyai orientasi arah sehingga urutan pasangan simpul yang dihubungkan oleh sisi tidak diperhatikan.

b. Graf berarah

Graf yang sisi-sisinya memiliki orientasi arah. Sisi pada graf berarah lebih sering disebut busur (*arc*). Urutan pasangan simpul yang dihubungkan busur pada graf berarah penting karena urutan yang berbeda berarti busur yang berbeda, sehingga $(v_1, v_2) \neq (v_2, v_1)$

D. Berdasarkan ada-tidaknya nilai pada setiap sisi graf

a. Graf tak-berbobot

Setiap sisi dari graf tak berbobot bernilai sama sehingga hanya merepresentasikan terhubung atau tidaknya simpul.

b. Graf berbobot

Setiap sisi dari graf berbobot diberi sebuah harga (bobot) yang merepresentasikan suatu nilai yang bervariasi dalam hubungan antar simpul.

2.2.3 Terminologi graf

Dalam menggunakan graf, akan sering digunakan terminologi (istilah) yang berkaitan dengan graf.

Beberapa terminologi yang sering digunakan adalah:

1. Bertetangga (*Adjacent*)
Dua simpul dalam graf tak berarah dikatakan bertetangga jika keduanya terhubung langsung dengan sebuah sisi.
2. Bersisian (*Incident*)
Untuk sembarang sisi e yang menghubungkan v_1 dan v_2 , $e = (v_1, v_2)$, sisi e dikatakan bersisian dengan v_1 dan v_2 .
3. Simpul terpencil (*Isolated Vertex*)
Simpul yang tidak bersisian dengan sisi manapun, atau dapat juga disebut simpul yang tidak bertetangga dengan simpul manapun. Dapat juga dinyatakan sebagai simpul berderajat nol.
4. Graf Kosong (*Null Graph* atau *Empty Graph*)
Graf yang sisinya berupa himpunan kosong. Atau dapat juga disebut sebagai graf yang setiap simpulnya adalah simpul terpencil.
5. Derajat (*Degree*)
Derajat suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul tersebut. Dalam graf ganda, setiap sisi yang menghubungkan dengan simpul yang sama dihitung sebagai simpul yang berbeda. Dalam graf semu, sisi gelang (*loop*) menyumbangkan dua derajat pada simpul yang dihubungkannya. Simpul berderajat satu disebut anting-anting (*Pendant Vertex*).
Berdasar Lemma Jabat Tangan (*handshaking lemma*), jumlah derajat dari suatu graf adalah genap, yaitu dua kali jumlah sisi dalam graf tersebut. Hal ini karena setiap sisi dihitung dua kali, yaitu di masing-masing simpul yang dihubungkan.
6. Lintasan (*Path*)
Lintasan yang panjangnya n dari simpul awal v_0 ke simpul tujuan v_n ialah barisan berselang-seling antara simpul-simpul dan sisi-sisi yang berbentuk $v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, e_n, v_n$ sedemikian sehingga $e_1 = (v_0, v_1), \dots, e_n = (v_{n-1}, v_n)$.
7. Siklus (*Cycle*) atau Sirkuit (*Circuit*)
Lintasan yang berawal berawal dan berakhir pada simpul yang sama disebut siklus atau sirkuit.
8. Terhubung (*Connected*)
Suatu graf terhubung bila untuk setiap dua simpul v_1 dan v_2 terdapat lintasan yang menghubungkan keduanya.
9. Upagraf (*Subgraph*)
Misalkan $G = (V, E)$ adalah sebuah graf, $G_1 = (V_1, E_1)$ adalah upagraf dari G jika V_1 adalah subset dari V dan E_1 adalah subset dari E .

III. APLIKASI GRAF DALAM MENENTUKAN STRUKTUR MOLEKUL SENYAWA

A. Graf yang Digunakan

Graf yang akan digunakan untuk memecahkan suatu persoalan tidak bisa sembarang graf, melainkan harus menggunakan jenis graf yang sesuai dengan persoalan spesifik yang ingin diselesaikan. Untuk persoalan menentukan struktur molekul senyawa, jenis graf yang paling cocok digunakan adalah:

- Berdasarkan ada-tidaknya sisi ganda, graf yang akan digunakan termasuk graf tak-sederhana, lebih tepatnya graf ganda (*multigraph*) karena dalam representasi senyawa terdapat ikatan rangkap dan ikatan rangkap tiga (tidak bisa menggunakan graf sederhana) namun tidak ada atom yang berikatan dengan dirinya sendiri (tidak perlu menggunakan graf semu/*pseudograf*).
- Berdasarkan jumlah simpul, graf yang akan digunakan adalah graf berhingga karena jumlah atom dalam suatu molekul adalah berhingga.
- Berdasarkan orientasi arah sisi, graf yang digunakan adalah graf tak berarah karena ikatan kimia secara kovalen menghubungkan kedua atom sehingga tidak ada ikatan yang satu arah.
- Berdasarkan ada-tidaknya bobot pada sisi, graf yang akan digunakan sebagian besar akan menggunakan graf tidak berbobot, tapi graf berbobot juga dapat digunakan jika dibutuhkan untuk merepresentasikan panjang ikatan antar molekul dalam senyawa ke dalam graf.

B. Cara Menentukan Struktur Molekul Senyawa

Sebelum langkah-langkah yang akan dibahas, sebenarnya terdapat langkah-langkah tersendiri yang perlu dilakukan ilmuwan di laboratorium untuk menentukan massa molekuler senyawa, rumus empiris senyawa, dan beberapa sifat lain senyawa, beberapa contoh cara yang biasa digunakan adalah spektrometri massa, spektroskopi UV-vis, dan kromatografi lapis tipis. Tapi karena semua itu di luar batasan makalah ini, proses penentuan struktur molekul dalam makalah ini akan dimulai dengan asumsi semua sifat-sifat lain senyawa sudah diketahui dari pengujian di laboratorium. Langkah-langkah yang diambil setelah sifat-sifat senyawa diketahui adalah:

1. Membuat simpul pada graf
Untuk setiap atom karbon dalam rumus molekul senyawa, buat sebuah simpul berderajat empat. Untuk setiap atom hidrogen dan atom-atom golongan halogen, buat simpul berderajat satu. Untuk setiap atom oksigen buat simpul berderajat dua. Untuk setiap atom nitrogen, buat simpul berderajat tiga.
2. Menentukan jumlah ikatan yang diperlukan
Jumlahkan total derajat dari semua simpul yang dibuat. Jumlah sisi dalam graf adalah setengah dari jumlah total derajat dalam graf. Sisi dalam

graf struktur molekul merepresentasikan ikatan kimia kovalen, sehingga jumlah ikatan kovalen dalam senyawa adalah sama dengan jumlah sisi dalam graf.

- Gunakan sifat-sifat senyawa untuk menentukan lokasi ikatan

Sifat-sifat kimia yang dapat digunakan untuk menentukan lokasi ikatan terlalu banyak untuk diuat dalam makalah ini, karena itu, hanya akan dibahas beberapa contoh sifat yang dapat digunakan untuk menentukan posisi ikatan. Tes-tes ini akan bereaksi positif jika terdapat bagian dari senyawa (upagraf dari graf) yang sesuai untuk dideteksi.

- Spektroskopi inframerah
Setiap ikatan kimia memiliki karakteristik radiasi inframerah tersendiri. Spektroskopi inframerah dapat digunakan untuk menentukan jenis ikatan apa saja yang terdapat dalam senyawa
- Spektroskopi UV-Vis
Digunakan untuk mengetahui secara kuantitatif jumlah dari suatu jenis ikatan, terutama ikatan yang mengandung ikatan π .
- Difraksi X-Ray
Digunakan untuk menentukan panjang ikatan dalam suatu molekul. Hal ini berguna karena ikatan rangkap memiliki panjang ikatan lebih pendek dari ikatan tunggal.

- Uji kembali struktur yang telah dibuat
Struktur yang telah dibuat dalam langkah ketiga perlu diuji lagi berdasarkan pengertian umum tentang senyawa-senyawa kimia sebelum bisa diterima.

IV. STUDI KASUS: PENENTUAN STRUKTUR BENZENA

Pada masa-masa setelah senyawa benzena ditemukan, terjadi perdebatan di antara ilmuwan mengenai struktur sebenarnya dari benzena. Sudah lama diketahui rumus empiris benzena, yaitu C_6H_6 , namun, struktur yang memungkinkan senyawa seperti itu tetap stabil menjadi misteri untuk beberapa waktu. Dengan langkah-langkah yang dibahas sebelumnya dalam makalah ini, dapat dibuat graf yang:

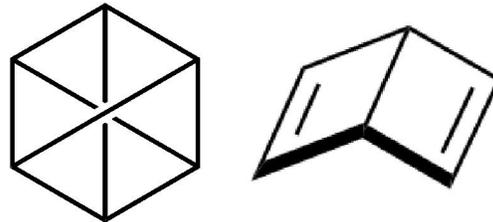
- Memiliki 12 simpul, yaitu 6 simpul karbon dan 6 simpul hidrogen.
- Derajat total dari graf yang menggambarkan senyawa tersebut adalah $6 \cdot 4 + 6 = 30$. Sehingga, terdapat 15 sisi dalam graf tersebut.

- Karena simpul dari atom hidrogen berderajat satu dan seluruh molekul pasti membentuk graf yang terkoneksi, 6 dari 15 sisi dalam graf tersebut pasti merupakan ikatan antara hidrogen dan karbon, dan satu karbon tidak mungkin berikatan dengan lebih dari tiga hidrogen.
- Dengan 6 atom karbon dan 9 sisi yang tersisa, jika seluruh karbon dibuat menjadi sebuah rantai memanjang, akan masih tersisa 4 sisi.
- Sisi-sisi yang tersisa dapat digunakan untuk membuat siklus atau sisi ganda untuk memenuhi syarat karbon berderajat empat.

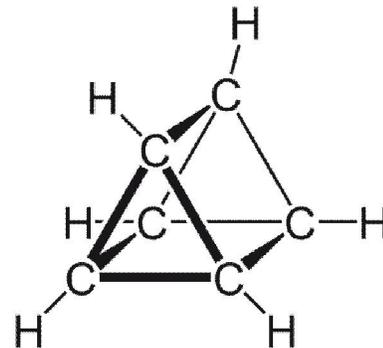
Selain itu, struktur yang diajukan untuk benzena saat itu haruslah dapat menjelaskan sifat-sifat unik benzena, yaitu tidak bereaksi dengan tes bromin dan seluruh panjang ikatan antar karbon dalam molekul tersebut adalah sama.

Ternyata dari syarat-syarat tersebut dapat dibuat beberapa struktur benzena yang mungkin sehingga beberapa struktur diajukan dan struktur benzena yang sebenarnya menjadi perdebatan.

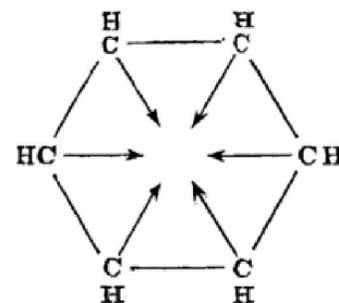
Beberapa struktur benzena yang diajukan tersebut adalah:



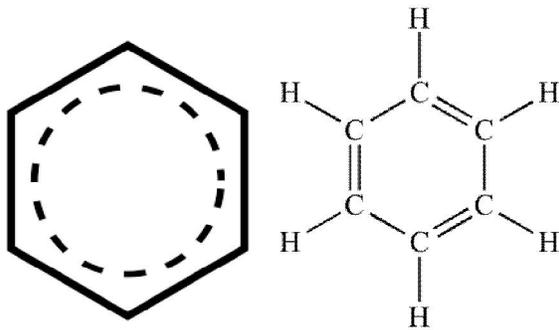
Gambar 4.1 Benzena Claus (kiri) dan Benzena Dewar (kanan) dengan atom karbon di setiap sudut segienam berikatan dengan hidrogen



Gambar 4.2 Benzena Ladenburg



Gambar 4.3 Benzena Armstrong



Gambar 4.4 Benzena Thiele (kiri) dan Benzena Kekule (kanan) yang digunakan sampai sekarang

Dari semua struktur yang diajukan, yang paling masuk akal dan dapat menjelaskan sifat-sifat benzena adalah struktur yang diajukan oleh Thiele dan struktur yang diajukan Kekule sehingga struktur yang diajukan mereka lah yang digunakan untuk menggambarkan benzena sampai sekarang.

Pada kasus ini, memang keputusan akhir dalam menentukan struktur molekul senyawa benzena lebih bergantung pada sifat-sifat senyawa, tapi penggunaan graf berperan dalam membuat struktur-struktur molekul yang mungkin secara matematis dan membatasi jumlah struktur yang perlu ditinjau ulang oleh ilmuwan.

V. SIMPULAN

Aplikasi graf sangat luas dan beragam sehingga dapat digunakan dalam membuat model dari berbagai persoalan. Pembuatan model dari suatu persoalan itu sendiri sudah dapat membantu dalam mengerti dan memecahkan persoalan tersebut. Salah satu persoalan yang dapat dipermudah penyelesaiannya adalah penentuan struktur molekul dari senyawa organik, seperti yang telah dibahas dalam makalah ini.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama, penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa karena hanya berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan makalah yang berjudul "Penerapan Graf Ganda dalam Penentuan Struktur Molekul Senyawa Organik" ini. Penulis juga ingin berterima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung penulisan makalah ini, baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Tidak lupa, Penulis juga berterima kasih kepada Pak Judhi Santoso, Pak Rinaldi Munir, dan Bu Harlili selaku dosen pengajar Matematika Diskrit yang telah membimbing penulis selama satu semester ini.

REFERENSI

- T. L. Brown, H.E. LeMay Jr, B.E. Bursten "Chemistry: The Central Science Global Edition", 13th ed. Pearson, .
Munir, Rinaldi, *Diktat Kuliah Matematika Diskrit*, Penerbit Informatika, 2010

SUMBER GAMBAR

- [1.1] <http://www.ams.org/samplings/feature-column/fcarc-trees>
[2.2] <http://surfguppy.com/polymers/carbon-carbon-single-double-triple-bonds/>
[4.1 - 4.4] <http://chemistry.stackexchange.com/>

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 2 Desember 2017

David Timothy Panjaitan
13516075