

Representasi Graf dalam Menjelaskan Teori Lokasi Industri Weber

Bimo Aryo Tyasono 13513075
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13513075@std.stei.itb.ac.id

Abstract—Aplikasi graf yang kita pelajari di mata kuliah Matematika Diskrit sangat banyak. Mulai dari bidang ilmu informatika, bidang ilmu selain informatika maupun kehidupan sehari-hari banyak hal yang dapat dijelaskan dengan graf. Di zaman sekarang, banyak faktor yang dapat dipertimbangkan untuk menentukan lokasi industri. Meskipun begitu, Teori Weber yang merupakan dasar dari teori lokasi industri yang terus dikembangkan saat ini tetap dipelajari. Masalah penempatan lokasi industri menurut Alfred Weber bisa ditunjukkan dalam bentuk graf. Jarak dan lokasi elemen-elemen dalam teori Weber dapat digambarkan sebagai graf berbobot dan berarah. Dengan menggunakan graf, pemahaman teori lokasi industri Weber akan menjadi lebih mudah.

Keywords—Graf, Teori Lokasi, Alfred Weber, Ekonomi, Perencanaan Wilayah.

I. PENDAHULUAN

Awalnya, pada tahun 1736, seorang matematikawan dari Swiss Leonhard Euler menulis sebuah *paper* berjudul “*Seven Bridges of Königsberg*”. *Paper* ini adalah *paper* pertama dalam sejarah yang membahas tentang teori graf. Pada masalah jembatan *Königsberg*, simpul menyatakan daratan sementara sisi menyatakan jembatan yang menghubungkan antara daratan. Teori graf kemudian terus dikembangkan oleh ilmuwan-ilmuwan lain dari seluruh dunia.

Graf digunakan untuk merepresentasikan objek-objek diskrit dan hubungan antara objek-objek tersebut. Bentuk graf dalam kenyataannya lebih bebas karena yang dilihat adalah koneksi antara sisi serta sudut yang ada di dalamnya. Karena itu, banyak sekali aplikasi graf yang dapat dijelaskan oleh berbagai keilmuan dalam bidang informatika maupun bidang selain informatika.

Teori Weber adalah teori yang membahas tentang penempatan lokasi industri. Teori ini membahas berbagai faktor yang memengaruhi lokasi optimal dan modal minimal dalam penempatan perusahaan atau industri. Alfred Weber menulis buku *Theory of the Location of Industries* pada tahun 1909 untuk membahas teori ini. Di zaman itu, teori Weber sangat relevan digunakan karena era revolusi industri sangat pesat perkembangannya. Di

zaman sekarang, jauh lebih banyak faktor yang dipertimbangkan dalam penentuan lokasi industri dibanding pada zaman awal revolusi industri. Walaupun begitu, teori ini menjadi salah satu dasar dalam ilmu perencanaan wilayah dan kota sampai sekarang.

Dalam menjelaskan teori Weber, bisa digunakan graf untuk mempermudah pemahaman. Lebih spesifik, penjelasan graf ini menekankan pada faktor transportasi yang merupakan faktor regional dan bersifat umum. Faktor selain transportasi yang ada di dalam teori Weber adalah upah buruh serta aglomerasi dan deglomerasi ekonomi.

Faktor biaya transportasi yang dapat dijelaskan menggunakan graf ini merupakan faktor paling signifikan dalam penentuan keseluruhan model Weber. Hal ini disebabkan karena dua faktor lain hanya menyesuaikan dengan yang pertama.

II. DASAR TEORI

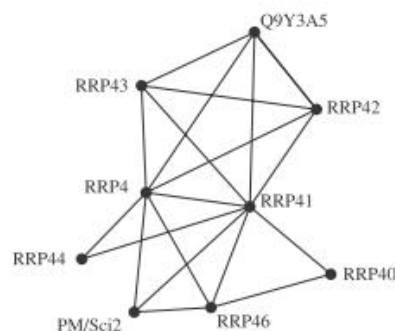
2.1 Definisi

Graf G didefinisikan sebagai pasangan (V, E) , yang dalam hal ini:

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

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

Sisi dalam graf dapat dituliskan dengan $e = (v_1, v_2)$ dengan v_1 dan v_2 adalah simpul yang membentuk sisi e .



Gambar 2-1 Sebuah graf interaksi protein dengan 9 simpul (V) dan 19 sisi (E)

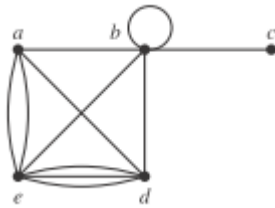
Sumber gambar : Rosen, Kenneth H., Discrete Mathematics and Its Applications, 4th, McGraw-Hill International 1999.

2.2 Jenis-Jenis Graf Berdasarkan Orientasi Arah

Berdasarkan orientasi arah pada sisi, graf dapat dibedakan menjadi 2 jenis:

2.2.1. Graf Tak Berarah (*Undirected Graph*)

Graf jenis ini sisinya tidak memiliki orientasi arah. Tidak ada hubungan urutan kedua sisi pada graf.

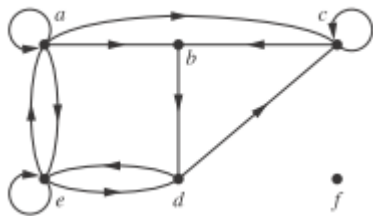


Gambar 2-2 Contoh graf tak berarah (*undirected graph*)

Sumber gambar : Rosen, Kenneth H., Discrete Mathematics and Its Applications, 4th, McGraw-Hill International 1999.

2.2.2. Graf Berarah (*Directed Graph*)

Graf jenis ini sisinya memiliki orientasi arah. Setiap simpul memiliki hubungan satu sama lain.



Gambar 2-3 Contoh graf berarah (*directed graph*)

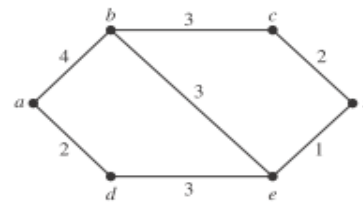
Sumber gambar : Rosen, Kenneth H., Discrete Mathematics and Its Applications, 4th, McGraw-Hill International 1999.

2.3 Jenis Graf Berdasarkan Bobot Pada Sisinya

Sisi-sisi pada graf dapat memiliki bobot selain memiliki arah. Berdasarkan ada tidaknya bobot pada graf, graf dapat dibagi menjadi 2:

2.3.1 Graf Berbobot

Graf berbobot adalah graf yang semua sisinya memiliki bobot tertentu. Dengan representasi ini, kita bisa mengetahui seberapa besar pengaruh antara satu simpul dengan simpul lain. Jenis graf berbobot adalah jenis graf yang akan digunakan untuk menjelaskan teori Weber dalam makalah ini.

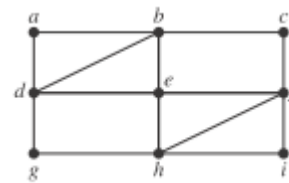


Gambar 2-4 Contoh Graf Berbobot Sederhana

Sumber gambar : Rosen, Kenneth H., Discrete Mathematics and Its Applications, 4th, McGraw-Hill International 1999.

2.3.2 Graf Tidak Berbobot

Graf tidak berbobot adalah graf yang semua sisinya dianggap sama karena tidak diberikan suatu bobot pada setiap sisinya.



Gambar 2-5 Salah satu contoh graf tidak berbobot.

Sumber gambar : Rosen, Kenneth H., Discrete Mathematics and Its Applications, 4th, McGraw-Hill International 1999.

2.4 Istilah-Istilah Pada Graf

2.4.1 Ketetanggaan (*Adjacent*)

Dua buah simpul disebut bertetangga jika terhubung langsung satu sama lain

2.4.2 Bersisian (*Incidency*)

Sebuah simpul (v) dan sebuah sisi (e) dianggap bersisian jika sisi tersebut menghubungkan simpul v dengan simpul lain. Jadi sisi e dibentuk dari simpul v dan simpul lain yang juga merupakan simpul yang bersisian dengan e .

2.4.3 Simpul Terpencil (*Isolated Vertex*)

Simpul yang tidak mempunyai sisi yang bersisian dengannya disebut simpul terpencil.

2.4.4 Graf Kosong (*null graph* atau *empty graph*)

Graf kosong tidak mempunyai sisi di dalamnya, atau himpunan sisinya adalah himpunan kosong.

2.4.5 Derajat (*Degree*)

Derajat dari suatu simpul adalah jumlah sisi yang bersisian dengan simpul itu.

2.4.6 Lintasan (*Path*)

Lintasan dengan panjang n dari simpul u ke simpul v dalam graf G adalah barisan berselang-seling simpul-simpul dan sisi-sisi dalam bentuk $e_1, u_1, e_2, u_2, e_3, u_3, e_4, \dots$ dimana $u_1 = (e_1, e_2)$, $u_2 = (e_2, e_3)$, $u_3 = (e_3, e_4)$ dst. adalah sisi-sisi di dalam graf G .

2.4.7 Sirkuit (*Circuit*) atau Siklus (*Cycle*)

Sirkuit atau siklus adalah lintasan yang memiliki simpul awal dan simpul akhir sama.

2.4.8 Terhubung (*Connected*)

Dua buah simpul (v_1 dan v_2) dikatakan terhubung jika ada sebuah lintasan dari v_1 menuju ke v_2 .

2.4.9 Upagraf Rentang (*Spanning Subgraph*)

Upagraf $G_1 (V_1, E_1)$ dari sebuah graf $G(U, V)$ disebut upagraf rentang jika $V_1 = V$. Semua simpul dari G harus ada di dalam upagraf G_1 .

2.5 Lintasan dan Sirkuit Hamilton

Lintasan Hamilton adalah sebuah lintasan dari sebuah graf yang melewati tiap simpul di dalam graf tersebut tepat satu kali. Sedangkan sirkuit Hamilton adalah sebuah sirkuit (lintasan yang kembali ke simpul asal) yang melewati tiap simpul dalam graf tersebut tepat satu kali.

Teorema Dirac menyatakan bahwa sebuah graf sederhana G dengan n buah simpul ($n \geq 3$), derajat tiap simpul adalah $n/2$ maka G mempunyai sirkuit Hamilton.

III. PENGGUNAAN GRAF DALAM TEORI LOKASI INDUSTRI WEBER

3.1 Teori Weber

Ekonom Jerman, Alfred Weber menjelaskan teori tentang penempatan lokasi industri pada tahun 1909. Dengan menggunakan teori ini, diharapkan pelaku industri bisa mempertimbangkan lokasi yang paling tepat sehingga biaya yang dibutuhkan seminimal mungkin. Teori ini merupakan salah satu dasar dari pengembangan teori lokasi yang ada selanjutnya. Pada perkembangannya, beberapa teori lain yang membahas tentang teori lokasi industri trus dikembangkan oleh ekonom, geografer, dan ilmuwan lain.

3.2 Asumsi dalam Teori Weber

Dalam teorinya asumsi-asumsi yang digunakan Weber adalah:

- Lokasi yang terisolir (tidak ada pengaruh dari luar)
- Daerah isotropik (tidak ada variasi dalam biaya transportasi kecuali jarak)
- Tipe industri ideal
- Lokasi bahan baku dan lokasi konsumen berada di tempat tertentu
- Lokasi pekerja ada di beberapa tempat dan bersifat tidak mudah bergerak

3.3 Klasifikasi Bahan Baku

Menurut Weber, bahan baku yang dijelaskan di teorinya bisa dibagi menjadi 2, yaitu:

a. Ubiquities

Yaitu bahan baku yang ketersediannya sangat tinggi. Tidak ada lokasi khusus untuk menemukan bahan baku ini karena ada hampir di seluruh lokasi. Penempatan lokasi industri seharusnya tidak mempertimbangkan bahan baku ubiquities karena pengaruhnya tidak signifikan. Beberapa contoh dari bahan baku jenis ini adalah air dan bata tanah liat.

b. Localised

Sesuai namanya, bahan baku ini hanya tersedia di tempat-tempat tertentu saja. Berbeda dengan ubiquities, bahan baku ini harus mendapat pertimbangan khusus dalam penempatan lokasi industri. Beberapa contoh dari bahan baku jenis ini adalah bahan tambang, kayu, dan besi.

3.4 Indeks Material

Yang dimaksud dengan indeks material disini adalah perbandingan antara berat bahan baku (input) dibagi dengan berat produk (output). Hasil pembagian itu kemudian diklasifikasikan menjadi 2, yaitu

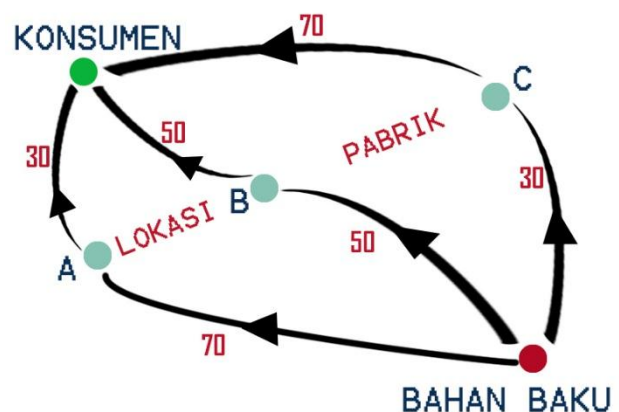
a. Weight-losing industry

Indeks material > 1 , yaitu setelah diolah hasil produksinya menjadi lebih ringan dibanding bahan bakunya. Contoh dari industri weight-losing adalah kertas, dimana berat kertas lebih kecil dibanding berat kayu. Untuk minimalisasi biaya, industri yang weight losing ditempatkan lebih dekat ke penyedia bahan baku dibanding ke konsumen.

b. Weight-gaining industry

Indeks material < 1 , yaitu setelah diolah hasil produksinya menjadi lebih berat dibanding bahan bakunya. Contoh dari industri weight-gaining adalah industri kimia. Untuk minimalisasi biaya, industri yang weight-gaining ditempatkan lebih dekat ke konsumen dibanding ke penyedia bahan baku.

Untuk menjelaskan indeks material dalam menentukan pemilihan tempat yang baik, dapat digunakan representasi graf.



Gambar 3-1 Graf yang menjelaskan secara sederhana jarak yang menentukan biaya transportasi

Pada gambar 3-1, bobot pada graf menunjukkan jarak dari suatu lokasi ke lokasi lainnya. Simpul menunjukkan lokasi-lokasi yang ada yaitu lokasi konsumen, bahan baku dan lokasi industri/pabrik. Arah graf menunjukkan alur barang, dari bahan baku yang belum diolah menuju pabrik sebelum akhirnya barang hasil produksi bisa dinikmati langsung oleh konsumen.

Untuk industri weight-losing, lintasan yang dipilih adalah Bahan Baku-C-Konsumen. Hal ini dikarenakan lintasan tersebut adalah lintasan terpendek untuk transportasi bahan baku ke pabrik dibanding 2 lintasan yang lain.

Untuk industri weight-gaining, lintasan yang dipilih adalah Bahan Baku-A-Konsumen. Hal ini dikarenakan lintasan tersebut adalah lintasan terpendek untuk transportasi pabrik ke konsumen dibanding 2 lintasan yang lain.

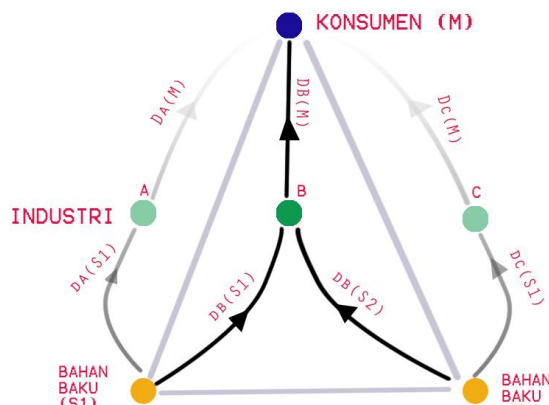
Sebenarnya masih banyak lokasi yang bisa digunakan sebagai pilihan lokasi industri, namun untuk menyederhanakan permasalahan dan mempermudah penjelasan hanya ditampilkan 3 tempat yang paling jelas terlihat bedanya.

3.5 Location Triangle

Dalam menentukan penempatan lokasi, yang pertama-tama dilakukan adalah mencari tempat dengan biaya transportasi paling minim. Setelah dilakukan hal tersebut, lokasi yang didapat kemudian disesuaikan dengan upah tenaga kerja dan *Agglomeration Economies*.

Weber menggunakan *Location Triangle* untuk menentukan lokasi yang optimal dalam hal biaya transportasi secara keseluruhan. Elemen-elemen yang dipertimbangkan pada *Location Triangle* adalah jarak dari tempat ketersediaan bahan baku ke industri, jarak dari industri ke konsumen, lokasi industri, lokasi bahan baku, dan lokasi konsumen.

Dengan menggunakan graf, lokasi elemen-elemennya dapat direpresentasikan dengan simpul. Jarak dan berat elemen-elemen produksi dapat direpresentasikan dengan sisi yang memiliki bobot. Asumsi awal yang digunakan, biaya transportasi adalah sama dalam satu wilayah (karena isotropik) sehingga yang dihitung hanya jarak.



Gambar 3-2 Graf yang menunjukkan Weber Triangle

Pada gambar 3-2, lokasi industri B dipilih daripada lokasi industri yang lain. Penentuan lokasi B tidak dibahas dalam makalah ini. Untuk menentukan lokasi B, diselesaikan menggunakan solusi dari masalah Weber-Fermat.

Pada graf di gambar 3-2 tersebut, antar lokasi (konsumen, industri dan bahan baku) dihubungkan dengan sisi berbobot. Bobot masing-masing sisi direpresentasikan dengan huruf-huruf tertentu. Misalnya $DA(S1)$ dimaksudkan jarak dari $S1$ ke P dengan lokasi industri A, $DB(M)$ maksudnya jarak dari lokasi industri B ke M . Anggapan yang ada disini adalah $DA(S1) > DB(S1)$, $DC(S1) > DB(S1)$, $DA(M) > DB(M)$ dan $DC(M) > DB(M)$, sehingga jika hanya ada 3 pilihan tempat industri maka pasti yang dipilih adalah lokasi B dengan jarak paling minimum diantara yang lain.

Sebenarnya masih banyak lokasi yang bisa digunakan sebagai pilihan lokasi industri, namun untuk menyederhanakan permasalahan dan mempermudah penjelasan hanya ditampilkan 3 tempat yang paling jelas terlihat bedanya.

3.6 Faktor Lain dalam Teori Weber

Masalah yang dapat direpresentasikan dengan teori graf adalah faktor pertama yaitu masalah transportasi. Walaupun faktor ini paling menentukan, faktor lain juga tidak boleh diabaikan. Masih ada dua faktor lain yang dipertimbangkan dalam Teori Weber untuk menentukan penempatan lokasi industri.

Faktor yang kedua adalah upah tenaga kerja. Tenaga kerja yang dibayar lebih murah bisa menjadi pertimbangan bagi pelaku industri. Pertimbangan tersebut yaitu untuk menempatkan lokasi industrinya di tempat yang jauh dengan lokasi yang memiliki biaya transportasi ideal. Tapi, pertimbangan ini dijalankan hanya jika penghematan biaya tenaga kerja lebih besar dibanding penghematan biaya transportasi. Jadi faktor kedua tetap harus menyesuaikan dengan faktor transportasi yang sudah dibahas sebelumnya.

Penentuan lokasi yang mempertimbangkan upah tenaga kerja ini dimulai dari penentuan variasi biaya transportasi dibanding lokasi dengan biaya transportasi minimum. Kemudian diidentifikasi wilayah dalam segitiga Weber yang memiliki upah tenaga kerja lebih sedikit daripada upah tenaga kerja yang ada di lokasi dengan biaya transportasi minimum. Jika biaya transportasinya lebih rendah dibanding upah tenaga kerja, maka dipilih alternatif lokasi dengan biaya tenaga kerja minimum menggantikan lokasi dengan biaya transportasi minimum.

Faktor lain yang memengaruhi penempatan lokasi industri menurut teori Weber adalah faktor aglomerasi dan deglomerasi. Aglomerasi adalah sentralisasi produksi pada satu tempat. Hal ini dapat dilakukan jika lingkungan produksi mendukung keberjalanan perusahaan dan tenaga kerja di dalamnya. Sedangkan deglomerasi adalah saat perusahaan melakukan desentralisasi produksi. Produksi yang dilakukan industri akhirnya bisa dilakukan di banyak tempat. Kedua faktor ini (aglomerasi dan deglomerasi) sama-sama bertujuan untuk menghemat biaya produksi, tapi dengan metode yang berbeda. Biaya produksi yang dikurangi oleh faktor aglomerasi dan

deglomerasi ini harus tetap mempertimbangkan faktor biaya transportasi yang merupakan faktor utama dari teori penempatan lokasi industri oleh Alfred Weber.

IV. KESIMPULAN

Teori Weber dalam penempatan lokasi industri dapat menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi industri. Dalam mempelajari teori Weber, dapat digunakan representasi graf. Representasi graf yang digunakan dalam makalah ini hanya merupakan dasar dan untuk awal pemahaman teori lokasi Weber. Graf yang digunakan pada penjelasan teori Weber adalah graf berbobot dan berarah. Bobot pada sisi graf menyatakan jarak yang sebanding dengan biaya transportasi. Arah pada graf menyatakan alur barang mulai dari bahan baku hingga sampai ke konsumen.

VII. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Allah SWT karena berkat rahmatnya penulis bisa menyelesaikan makalah pertama penulis. Tidak lupa penulis ucapkan terima kasih untuk orangtua yang senantiasa mendukung dan mendoakan penulis. Terima kasih juga penulis ucapkan untuk dosen pengajar Mata Kuliah IF2120 Matematika Diskrit yaitu Dra. Harlili, M.Sc dan Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T. atas segala bimbingannya selama perkuliahan di semester III. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada teman-teman mahasiswa yang membantu menyemangati serta memberi bantuan secara langsung maupun tidak langsung selama pengerjaan makalah ini.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. Matematika Diskrit Edisi Ke Empat. 2006. Bandung: Teknik Informatika ITB
- [2] Weber, Alfred. (translated by Carl J. Friedrich from Weber's 1909 book). Theory of the Location of Industries. 1929. Chicago: The University of Chicago Press.
- [3] location theory (economics and geography) | Encyclopedia Britannica
<http://www.britannica.com/EBchecked/topic/345682/location-theory> diakses pada 10 November 2014 08:54 WIB
- [4] Rosen, Kenneth H. "Discrete Mathematics and Its Applications", 7th ed. 2012. McGraw-Hill International.
- [5] Weisstein, Eric W. "Königsberg Bridge Problem." From MathWorld--A Wolfram Web Resource.
<http://mathworld.wolfram.com/KoenigsbergBridgeProblem.html> diakses pada 9 November 2014 22:56 WIB
- [6] TEORI LOKASI INDUSTRI WEBER.
<http://pinterdv.blogspot.com/2012/05/teori-lokasi-industri-weber.html> diakses pada 10 November 2014 00:05 WIB
- [7] DASAR-DASAR TEORI LOKASI INDUSTRI (TEORI WEBER: Classical Industrial Location) ~ IM RISTICNER
<http://b2styleleader.blogspot.com/2011/10/dasar-dasar-teori-lokasi-industri-teori.html> diakses pada 10 November 2014 00:07 WIB
- [8] Weber least cost location theory
<http://www.slideshare.net/kennyboo/weber-least-cost-location-theory> diakses pada 10 November 2014 10:26 WIB

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, 10 Desember 2014



Bimo Aryo Tyasono
13513075