

Implementasi Teori Logika dan Graf dalam Menentukan Efisiensi Rangkaian Listrik

Windy Amelia 13512091
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
windyamelia@students.itb.ac.id

Abstract—Rangkaian listrik adalah komponen-komponen elektronika yang terhubung dari berbagai sumber tegangan yang menjadi satu kesatuan yang memiliki fungsi dan kegunaan tertentu. Untuk menentukan hasil dalam rangkaian listrik dapat digunakan teori logika dan graf. Dalam makalah ini akan dijelaskan mengenai bagaimana logika dan graf itu digunakan dalam rangkaian listrik.

Index Terms—Rangkaian listrik, logika, graf.

I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, manusia seringkali berhubungan dengan listrik. Bahkan di zaman teknologi dan informasi seperti saat ini, kerap kali manusia sangat bergantung pada penggunaan listrik. Benda-benda yang memerlukan listrik dalam kehidupan sehari-hari dapat dioperasikan dengan mudah. Hal ini dikarenakan untuk menyalakan benda-benda elektronik tersebut dalam penggunaannya hanya memerlukan satu kali operasi untuk menyalakannya, seperti saklar pada lampu, tombol turn-on/off pada televisi, dan tombol switch pada senter. Kemudahan pengoperasian alat-alat listrik seperti pada *switching devices* dapat dianalogikan dengan teori logika.

Rangkaian listrik terdiri dari rangkaian seri dan rangkaian paralel. Rangkaian seri adalah rangkaian yang disusun secara sejajar (seri) sedangkan rangkaian paralel yaitu rangkaian listrik dimana semua input komponen berasal dari input yang sama. Aliran listrik dari suatu terminal ke terminal lain pada suatu rangkaian akan mengalir jika saklar dalam rangkaian tersebut tertutup. Begitu juga dengan lampu, lampu akan menyala jika dan hanya jika saklar dalam rangkaian tersebut tertutup. Dua saklar yang dihubungkan dalam rangkaian seri, keduanya harus dalam keadaan tertutup agar lampu pada rangkaian tersebut menyala. Apabila dua saklar dihubungkan dalam rangkaian paralel, dengan salah satu saklar saja dalam keadaan tertutup maka lampu dalam rangkaian itu dapat menyala. Keadaan tersebut dapat dianalogikan menggunakan teori logika. Dalam teori logika dikenal adanya suatu pernyataan atau *proposition*.

Dua pernyataan dapat dihubungkan dengan penghubung tertentu yang menghasilkan kalimat logika. Keadaan rangkaian seri dan rangkaian paralel yang telah disebutkan dapat diinterpretasikan dengan teori logika. Pada rangkaian seri, dua pernyataan dihubungkan dengan penghubung “dan”. Misalkan, pernyataan pertama ialah saklar pertama tertutup, dan pernyataan kedua ialah saklar kedua tertutup. Kemudian pernyataan saklar tertutup memiliki nilai kebenaran *true*. Dengan menggunakan teori logika, *true* dan *true* menghasilkan *true*. Maka dari itu, hasil akhirnya ialah lampu menyala karena logika tersebut menghasilkan *true*.

II. TEORI DASAR

2.1 Teori Logika

Logika merupakan dasar dari penalaran yang didasarkan pada hubungan antara pernyataan (*statements*).^[1] Dalam logika perlu diketahui istilah pernyataan dan proposisi. Pernyataan adalah sebuah kalimat yang berisi informasi namun bukan merupakan kalimat perintah ataupun kalimat pertanyaan. Sedangkan proposisi adalah pernyataan yang sudah dibuktikan benar atau salahnya, namun tidak keduanya atau dianggap benar dan salah. Dalam teori logika seringkali beberapa proposisi dikombinasikan menjadi proposisi majemuk. Satu proposisi disebut proposisi atomik. Ciri-ciri dari sebuah pernyataan yang merupakan proposisi ialah pernyataan tersebut harus merupakan fakta, kebenarannya bersifat general dalam arti kebenarannya diakui oleh semua orang, dan kebenaran tersebut konsisten atau tidak berubah-ubah.

Suatu proposisi, misalkan p , dapat dikombinasikan dengan proposisi lain, misalkan q , menggunakan :

- Konjungsi yaitu, kata penghubung kedua proposisi atau dalam teori logika menggunakan kata “dan”.
Notasi : $p \wedge q$
- Disjungsi yaitu, kata penghubung kedua proposisi atau dalam teori logika menggunakan kata “atau”.

Notasi : $p \vee q$

- Negasi atau disebut ingkaran yaitu, proposisi yang bernilai kebenaran berlawanan dari proposisi itu sendiri.

S adalah salah.

p	q	$p \wedge q$	$p \vee q$	$\sim p$
B	B	B	B	S
B	S	S	B	S
S	B	S	B	B
S	S	S	S	B

Tabel 2.2.1 Tabel kebenaran kongjungsi, disjungsi, dan negasi

2.3. Hukum-hukum Logika

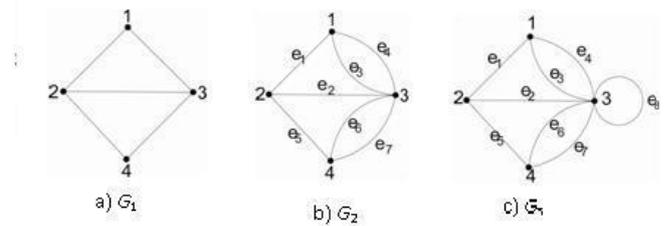
Untuk mencari ekivalensi dari suatu proposisi digunakan hukum-hukum logika, sebagai berikut :

1. Hukum Identitas
 - $p \vee \mathbf{B} \Leftrightarrow p$
 - $p \wedge \mathbf{B} \Leftrightarrow p$
2. Hukum null / dominasi
 - $p \wedge \mathbf{S} \Leftrightarrow \mathbf{S}$
 - $p \vee \mathbf{B} \Leftrightarrow \mathbf{B}$
3. Hukum Negasi
 - $p \vee \sim p \Leftrightarrow \mathbf{B}$
 - $p \wedge \sim p \Leftrightarrow \mathbf{S}$
4. Hukum Idempoten
 - $p \vee p \Leftrightarrow p$
 - $p \wedge p \Leftrightarrow p$
5. Hukum Involusi (Negasi Ganda)
 - $\sim(\sim p) \Leftrightarrow p$
6. Hukum penyerapan (Absorpsi)
 - $p \vee (p \wedge q) \Leftrightarrow p$
 - $p \wedge (p \vee q) \Leftrightarrow p$
7. Hukum Komutatif
 - $p \vee q \Leftrightarrow q \vee p$
 - $p \wedge q \Leftrightarrow q \wedge p$
8. Hukum Asosiatif
 - $p \vee (q \vee r) \Leftrightarrow (p \vee q) \vee r$
 - $p \wedge (q \wedge r) \Leftrightarrow (p \wedge q) \wedge r$
9. Hukum Distributif
 - $p \vee (q \wedge r) \Leftrightarrow (p \vee q) \wedge (p \vee r)$
 - $p \wedge (q \vee r) \Leftrightarrow (p \wedge q) \vee (p \wedge r)$
10. Hukum De Morgan
 - $\sim(p \wedge q) \Leftrightarrow \sim p \vee \sim q$
 - $\sim(p \vee q) \Leftrightarrow \sim p \wedge \sim q$

2.4 Graf

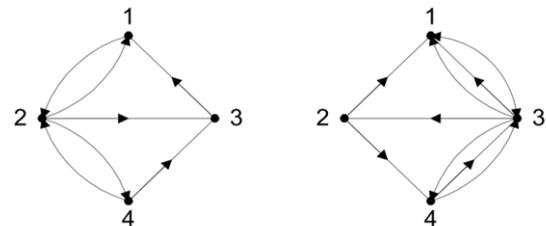
Graf adalah himpunan vertex (V) yang elemennya disebut simpul dan himpunan sisi (E) yang menghubungkan simpul. Berdasarkan ada atau tidaknya sisi ganda dan gelang, graf dibagi menjadi dua jenis,

yaitu graf sederhana dan graf tak-sederhana. Graf sederhana ialah graf yang tidak memiliki sisi ganda, sedangkan graf tak-sederhana ialah graf yang memiliki sisi ganda atau gelang.



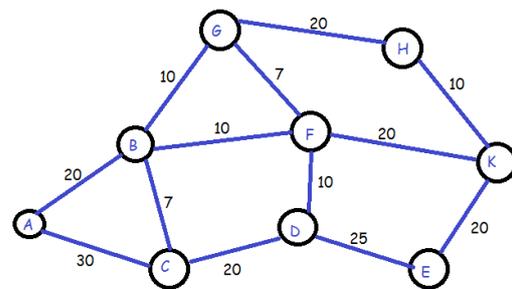
Gambar a) Graf sederhana, b) Graf ganda, dan c) Graf semu

Namun berdasarkan arah pada sisi, graf dibagi menjadi dua juga yaitu, graf berarah dan graf tak-berarah. Graf berarah ialah graf yang setiap sisinya mempunyai arah, sedangkan graf tak-berarah ialah graf yang tidak satupun sisinya memiliki arah.



Gbr (a) graf berarah. (b) graf-ganda berarah

Selain itu, ada istilah graf berbobot yang artinya graf yang setiap sisinya diberi sebuah harga (nilai).



2.5 Algoritma Dijkstra

Algoritma Dijkstra adalah algoritma yang digunakan untuk menentukan jarak terdekat dalam sebuah graf. Berikut adalah pseudocode untuk algoritma dijkstra :

```

procedure dijkstra (w,a,z,L)
L(a) := 0
S := { }
for semua verteks x≠a do
L(x) := ∞
T := himpunan semua vertex
while z(T) do

```

```

begin
pilih v(T dengan minimum L(v)
T:= T-{v}
S:= S union {v}
for setiap x(T di samping v do
L(x):=min{L(x), L(v)+w(v,x)}
end
end dijkstra

```

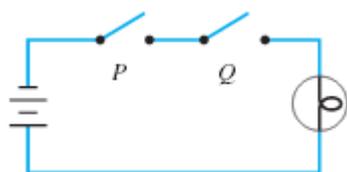
Cara kerja algoritma Dijkstra ini memakai strategi *greedy*, di mana pada setiap langkah dipilih sisi dengan bobot terkecil yang menghubungkan sebuah simpul yang sudah terpilih dengan simpul lain yang belum terpilih. Algoritma Dijkstra membutuhkan parameter tempat asal, dan tempat tujuan. Hasil akhir dari algoritma ini adalah jarak terpendek dari tempat asal ke tempat tujuan beserta rutenya.

III. IMPLEMENTASI TEORI LOGIKA DAN GRAF DALAM RANGKAIAN LISTRIK

3.1 Hubungan Teori Logika dengan Rangkaian Listrik

Pengoperasian alat-alat listrik seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa untuk menyalakan atau menghidupkan alat elektronik dapat direpresentasikan dalam teori logika, misalnya untuk menyalakan lampu. Lampu dapat terhubung dengan dua saklar dalam rangkaian seri maupun rangkaian paralel.

Dalam rangkaian seri saklar dihubungkan sejajar.



Gambar 3.1.1 Rangkaian Seri ^[2]

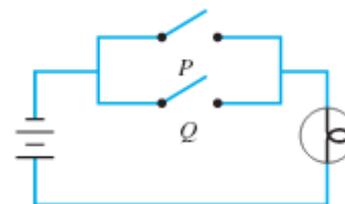
Pada gambar 3.1.1 agar lampu tersebut menyala, saklar P dan saklar Q harus dalam keadaan tertutup. Apabila salah satu saklar ada yang terbuka, maka lampu tersebut tidak akan menyala. Hal ini dapat dianalogikan terhadap teori logika. Saklar tertutup dapat dimisalkan proposisi dalam teori logika. Pada rangkaian seri di atas dimisalkan saklar P tertutup sebagai proposisi pertama lalu saklar Q tertutup sebagai proposisi kedua. Apabila kedua proposisi tersebut digabungkan menggunakan kata penghubung “dan”, menjadi saklar P tertutup *dan* saklar Q tertutup maka akan menghasilkan pernyataan “lampu menyala”. Oleh karena itu, proposisi saklar tertutup dapat dianalogikan benar (B) dalam tabel kebenaran.

Switches		Light Bulb
P	Q	State
closed	closed	on
closed	open	off
open	closed	off
open	open	off

Tabel 3.1.1 ^[3]

Tabel 3.1.1 menunjukkan bahwa lampu menyala pada rangkaian seri dapat dianalogikan dengan tabel kebenaran konjungsi.

Dalam rangkaian paralel saklar dihubungkan bercabang.



Gambar 3.1.2 Rangkaian paralel ^[4]

Pada gambar 3.1.2 agar lampu tersebut menyala, minimal salah satu dari saklar P atau saklar Q harus dalam keadaan tertutup. Hal yang sama dengan rangkaian seri., saklar P tertutup dimisalkan sebagai proposisi pertama lalu saklar Q terbuka dimisalkan sebagai proposisi kedua. Karena salah satu saja diharuskan saklar tertutup agar lampu dapat menyala, kedua proposisi tersebut dihubungkan dengan kata penghubung “atau”.

Switches		Light Bulb
P	Q	State
closed	closed	on
closed	open	on
open	closed	on
open	open	off

Tabel 3.1.2 ^[5]

Tabel 3.1.2 menunjukkan bahwa lampu menyala pada rangkaian paralel dapat dianalogikan dengan tabel kebenaran disjungsi.

3.2 Penggunaan Teori Logika dalam Rangkaian Listrik

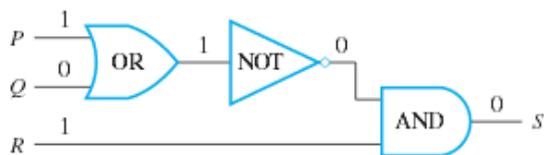
Dalam rangkaian listrik sinyal kuat direpresentasikan 1 sedangkan sinyal lemah direpresentasikan 0. Karena banyaknya variasi teknologi yang digunakan dalam rangkaian listrik, maka dalam hal ini akan difokuskan

pada sinyal *input* dan *output* saja. Setiap teknologi memiliki jumlah sinyal input yang berbeda-beda. Untuk menentukan banyaknya kombinasi dari sinyal input ialah $2^{\text{sinyal-input}}$, contohnya apabila sinyal inputnya ada tiga, maka terdapat delapan kemungkinan kombinasi sinyal input.

Cara yang efisien untuk membuat rangkaian yang lebih rumit ialah dengan membuat secara bertahap mulai dari yang simpel. Ada tiga macam rangkaian, yaitu NOT-gate, AND-gate, dan OR-gate. NOT-gate ialah rangkaian dengan satu sinyal input dan satu sinyal output. Jika sinyal inputnya 1, maka sinyal outputnya 0. Begitu juga kebalikannya. AND-gate ialah rangkaian dengan dua sinyal input dan satu sinyal output. Jika kedua sinyal input adalah 1, maka sinyal outputnya 1. Kebalikannya maka sinyal outputnya 0. OR-gate juga mempunyai dua sinyal input dan satu sinyal output. Jika kedua sinyal input adalah 0, maka sinyal outputnya 0. Begitu juga kebalikannya sinyal outputnya akan menjadi 1.



Gambar 3.2.1

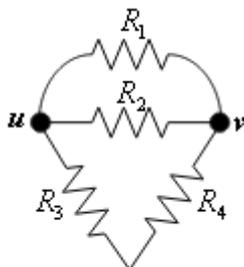


Gambar 3.2.2

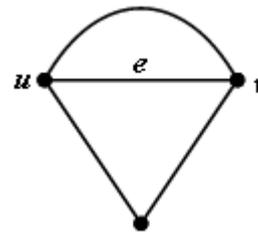
Salah satu contohnya ialah pada gambar 3.2.2. Sinyal output dari OR-gate ialah 1 karena salah satu sinyal inputnya 1. Kemudian NOT-gate mengganti 1 menjadi 0. Jadi, dua sinyal input (0 dan 1) yang memasuki AND-gate menghasilkan sinyal output 0.

3.3 Penggunaan Teori Graf dalam Rangkaian Listrik

Dalam teori graf, rangkaian listrik direpresentasikan melalui node dan kabel, node sebagai simpul suatu graf sedangkan kabel sebagai sisi suatu graf.



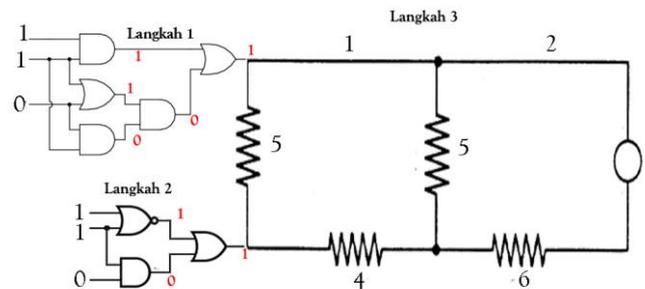
Gambar 3.3.1 Rangkaian Listrik



Gambar 3.3.2 Graf yang bersesuaian dengan rangkaian

IV. ANALISA EFISIENSI RANGKAIAN LISTRIK DENGAN TEORI LOGIKA DAN TEORI GRAF

Implementasi teori logika dan graf kemudian dapat digunakan untuk mencari efisiensi dari suatu rangkaian listrik. Pertama-tama digunakan teori logika untuk menentukan apakah listrik yang dihasilkan arus kuat atau arus lemah. Setelah itu digunakan teori graf untuk menentukan jalur yang paling efisien dalam menghantarkan listrik dari sumber rangkaian ke beban.



Gambar 4.1 Rangkaian Listrik

Dari gambar 4.1 di awal-awal rangkaian atas dan rangkaian bawah sama-sama menghasilkan 1, yaitu menghasilkan arus kuat. Artinya di awal pakai rangkaian atas maupun rangkaian bawah sama-sama efisien. Setelah itu pada langkah 3, menggunakan algoritma dijkstra dari rangkaian atas menuju ke sisi yang berjarak 1 karena memilih jalan yang paling pendek. Kemudian memilih jalan yang berjarak 2 lalu lampu akan menyala. Sedangkan pada rangkaian bawah memilih ke sisi yang berjarak 4. Kemudian akan memilih sisi berjarak 6 karena jika memilih sisi yang berjarak 5, jarak menuju ke beban lebih panjang dibanding memilih sisi berjarak 6. Rangkaian atas dibandingkan dengan rangkaian bawah, jarak yang lebih dekat melalui rangkaian atas. Jadi, rangkaian atas lebih efisien dibandingkan rangkaian bawah. Namun, apabila bertemu rangkaian yang melewati jarak terpendek tetapi menghasilkan 0 (arus lemah), rangkaian tersebut tidak lebih efisien dibandingkan rangkaian yang melewati jarak lebih panjang tetapi menghasilkan 1 (arus kuat). Jika kejadian tersebut terjadi, rangkaian yang lebih efisien tetap rangkaian yang menghasilkan 1 (arus kuat).

V. KESIMPULAN

Teori logika dan teori graf pada aplikasinya dapat dipakai untuk mengetahui efisiensi dari rangkaian listrik. Rangkaian yang paling efisien yaitu rangkaian yang menghasilkan arus kuat dan melewati jarak terpendek. Dalam graf, verteks adalah simpul rangkaian listrik dan edge adalah kabel listrik. Untuk menentukan rangkaian yang paling efisien digunakan algoritma dijkstra.

Implementasi dari algoritma dijkstra itu sangat bermanfaat untuk menentukan efisiensi suatu rangkaian listrik karena algoritma dijkstra dapat menemukan jarak terpedek dari suatu graf. Sedangkan implementasi dari teori logika terletak pada penentuan penggunaan arus kuat atau arus lemah.

VII. ACKNOWLEDGMENT

Saya mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia-Nya karena dapat menyelesaikan makalah ini dengan baik. Selain itu, tidak lupa saya ucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Rinaldi Munir dan Ibu Harlili sebagai pembimbing yang telah mendampingi dan memberikan bantuan. Tidak lupa juga saya ucapkan keluarga, teman, dan orang-orang yang telah membantu selama proses pembuatan makalah ini. Akhir kata, saya mengucapkan terima kasih kepada Institut Teknologi Bandung atas dukungan atas selesainya makalah ini.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi, *Matematika Diskrit* Edisi Kedua, Bandung : Informatika, 2001, bab I dan bab VIII.
- [2] Susanna S Epp, *Discrete Mathematics with Applications*, Cengage Learning, 2010, ch. 2.

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, 27 November 2013



Windy Amelia 13512091