

KONSTRUKSI ATURAN PENGGABUNGAN DUA GRAF KALIMAT (*The Construction of a Rule to Combine Two Sentence Graphs*)

Ayu Amanah, Sri Nurdiati, Fahren Bukhari

Program Magister Matematika Terapan, Fakultas Matematika
dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680, Indonesia
e-mail: ayuamanah@yahoo.com; nung26@yahoo.com;
fahren.bukhari@gmail.com telepon: 085295025708;
081317633577; 081318703184
(Naskah diterima: 8 Januari 2014, Disetujui: 25 Maret 2014)

Abstract

Knowledge graph theory is a kind of new viewpoint, which is used to describe human language, while focussing more on the semantic than the syntactic aspects. The meaning of an Indonesian text can be represented in a graph form using Knowledge Graph method. The representation aims to reduce ambiguity. The previous research on this area has been done by investigating how to represent the meaning of a word, a phrase, and a clause into a graph form. As a continuation, we analyze the structure of a sentence and represent the meaning of it in a sentence graph. Further, we also investigate a way to combine two sentence graphs. The results of this research are a rule to construct a sentence graph and a rule to combine two sentence graphs. Both of these rules are constructed so that everyone has a representation of the sentence and the merger of two graphs the same sentence.

Keywords: *Knowledge Graph, sentence graph*

Abstrak

Knowledge Graph merupakan hal baru yang berguna untuk menggambarkan bahasa manusia yang lebih berpusat pada aspek semantik daripada aspek sintetik. Representasi makna teks berbahasa Indonesia ke dalam bentuk graf dapat dilakukan dengan menggunakan *Knowledge Graph*. Representasi tersebut bertujuan mengurangi ambiguitas. Representasi makna teks diperoleh melalui beberapa penelitian. Penelitian representasi makna kata, makna frasa, dan makna klausa telah dilakukan sehingga penelitian ini bertujuan mengkaji representasi makna kalimat ke dalam graf kalimat dan menggabungkan dua graf kalimat. Hasil penelitian ini berupa aturan pembentukan graf kalimat dan aturan penggabungan dua graf kalimat. Kedua aturan tersebut dikonstruksi agar setiap orang memiliki representasi kalimat dan penggabungan dua graf kalimat yang sama.

Kata kunci: *Knowledge Graph, graf kalimat*

1. Pendahuluan

Representasi teks bermanfaat untuk menghilangkan ambiguitas dan kemudahan dalam memperoleh informasi dari tulisan tersebut. Representasi dapat dilakukan dengan menggunakan *Knowledge Graph* dan menghasilkan graf dari teks. Graf dari teks tersebut merupakan makna teks sehingga dapat diperoleh informasi dari teks yang membuat cara pandang setiap orang terhadap teks yang sama.

Teks berbahasa Indonesia memiliki beberapa unsur, yaitu kata, frasa, klausa, kalimat, dan paragraf. Tahapan penelitian representasi makna teks dimulai dengan menerapkan metode *Knowledge Graph* pada unsur yang paling dasar dari teks, yaitu kata. Hasilnya adalah graf kata yang merupakan makna dari kata. Tahapan dilanjutkan sampai menghasilkan graf teks.

Pada tahun 1982, Hoede dan Stokman memulai penelitian tentang *Knowledge Graph*, yaitu melakukan pencarian pengetahuan dari teks bidang medis dan sosiologi. Selanjutnya pada tahun 2002, Zhang meneliti tentang metode *Knowledge Graph*. Menurut Zhang (2002), *Knowledge Graph* merupakan hal baru yang berguna untuk menggambarkan bahasa manusia yang lebih berpusat pada aspek semantik daripada aspek sintetik. Zhang sudah melakukan penelitian tentang penerapan *Knowledge Graph* pada teks berbahasa Inggris dan Cina. *Knowledge Graph* juga dapat diterapkan pada bahasa lain. Aturan yang digunakan antara bahasa Inggris dan bahasa Indonesia berbeda sehingga hasil penerapan *Knowledge Graph* pada kedua bahasa tersebut juga berbeda.

Penelitian *Knowledge Graph* untuk teks berbahasa Indonesia sudah dilakukan oleh beberapa mahasiswa di Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Rusiyamti (2008) menentukan *chunk indicators* yang digunakan sebagai petunjuk dalam menganalisis teks berbahasa Indonesia yang akan ditampilkan dalam bentuk graf. Saleh (2009) merancang aturan dan menyusun

word graph kata benda. Muslik (2009) merancang aturan dan menyusun *word graph* kata kerja. Rahmat (2009) merancang aturan dan menyusun *word graph* kata sifat. Angraeni (2009) merancang aturan dan menyusun *word graph* preposisi. Samba (2010) menganalisis pembentukan *word graph* kata keterangan dengan menggunakan metode *Knowledge Graph*. Mahmuda (2010) merancang aturan dan menyusun graf frasa berbahasa Indonesia. Ardian (2011) melakukan konstruksi pola graf klausa berbahasa Indonesia menggunakan metode *Knowledge Graph*. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah melakukan konstruksi aturan pembentukan graf kalimat dan konstruksi aturan penggabungan graf kalimat. Hasil konstruksi aturan pembentukan graf kalimat selanjutnya digunakan untuk konstruksi penggabungan dua graf kalimat.

1.1 Knowledge Graph

Knowledge Graph merupakan hal baru yang berguna untuk menggambarkan bahasa manusia yang lebih berpusat pada aspek semantik daripada aspek sintetik. Dibandingkan dengan metode lain *Knowledge Graph* memiliki manfaat yang lebih kuat dalam mengekspresikan dan menggambarkan aspek semantik secara mendalam dengan menggunakan relasi yang sedikit serta dapat meniru pengamatan manusia. *Knowledge Graph* memberikan jalan untuk penelitian terhadap komputer agar dapat memahami bahasa manusia (Zhang 2002). *Knowledge Graph* terdiri atas dua komposisi, yaitu konsep dan relasi (Zhang 2002). Dalam teori graf konsep merupakan simpul yang digambarkan dengan titik dan relasi merupakan sisi atau busur yang digambarkan dengan garis.

1.2 Konsep

Ada 3 jenis konsep dalam *Knowledge Graph*, yaitu *token*, tipe, dan nama (Van den Berg 1993).

1. Token

Token adalah konsep yang dipahami seseorang menurut cara pandang masing-masing sehingga bersifat subjektif. *Token*

mengekspresikan suatu hal yang dinyatakan dengan simbol “ ” (Zhang 2002).

1.3 Tipe

Tipe adalah konsep yang sudah disepakati bersama dan merupakan informasi umum sehingga menurut setiap orang sama atau bersifat objektif (Zhang 2002).

1.4 Nama

Nama adalah konsep yang bersifat individual dan unik (Van den Berg 1993).

1.5 Relasi

Dalam teori graf, relasi merupakan sisi atau busur yang menghubungkan konsep dengan konsep yang lain. Gambaran dari hubungan konsep dengan menggunakan jenis relasi tertentu disebut dengan *ontologi*. Menurut Zhang (2002), ada delapan jenis penghubung atau relasi antara konsep.

1. Relasi *ALI* (*Alikeness*)

Relasi *ALI* digunakan untuk menghubungkan *token* dengan tipe yang bertujuan untuk mengekspresikan bahwa *token* tersebut mempunyai tipe tertentu. Contoh, “padi” adalah tipe.

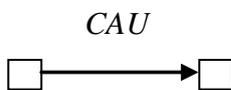
Gambar 1 Contoh Relasi *ALI*



2. Relasi *CAU* (*Casuality*)

Relasi *CAU* digunakan untuk menghubungkan dua konsep yang memiliki hubungan sebab-akibat. Contoh, “Ani minum karena haus”. Kata *karena* merupakan relasi *CAU* yang menghubungkan konsep *Ani minum* dan *haus* karena dua konsep tersebut memiliki hubungan sebab-akibat.

Gambar 1 Relasi *CAU*



3. Relasi *EQU* (*Equality*)

Relasi yang digunakan untuk menghubungkan dua konsep yang sederajat atau sama dan untuk memberi nama pada suatu konsep. Contoh, “Indonesia adalah negeri pertanian”. Kata *adalah* merupakan relasi *EQU* yang menunjukkan bahwa konsep *Indonesia* dan *negeri pertanian* sederajat atau sama.

Gambar 1 Relasi *EQU*



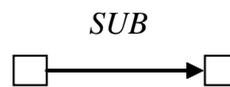
4. Relasi *SUB* (*Subset*)

Jika terdapat dua *token* yang berturut-turut menyatakan dua buah himpunan, dan yang satu merupakan himpunan bagian dari yang lain, maka terdapat relasi *SUB* di antara dua *token* tersebut.

Jika *a SUB b*, maka terdapat dua penafsiran yang berbeda.

- a. Konsep *a* adalah bagian dari konsep *b*. contohnya, bulu *SUB* kelinci. Bulu *SUB* kelinci menyatakan bahwa bulu kelinci dapat dianggap sebagai bagian dari kelinci karena molekul dari bulu membentuk suatu himpunan bagian dari molekul kelinci.
- b. Konsep *a* lebih umum daripada konsep *b*. Oleh karena itu, konsep *b* berisi sedikitnya semua karakteristik dari konsep *a*. Contohnya, mamalia *SUB* kelinci. Hal tersebut menyatakan bahwa kelinci adalah jenis mamalia.

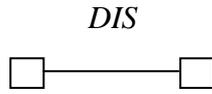
Gambar 1 Relasi *SUB*



5. Relasi *DIS* (*Disparateness*)

Relasi *DIS* digunakan untuk menunjukkan bahwa dua konsep tidak sama. Jika terdapat dua *token* yang berturut-turut menyatakan dua buah himpunan dan dua himpunan tersebut tidak sama, maka dua himpunan tersebut tidak memiliki irisan.

Gambar 5 Relasi *DIS*



6. Relasi *ORD* (*Ordering*)

Relasi *ORD* menyatakan bahwa dua hal mempunyai urutan tertentu satu sama lain. Relasi ini selain digunakan untuk menunjukkan urutan waktu dan tempat, juga dapat digunakan untuk menyatakan relasi “<” pada matematika. Ketika menggunakan relasi *ORD*, tanda panah *ORD* biasanya mengarah dari *token* yang memiliki nilai konsep rendah menuju *token* dengan nilai konsep tinggi.

Gambar 6 Relasi *ORD*



7. Relasi *PAR* (*Attribute*)

Relasi *PAR* menyatakan bahwa sesuatu hal merupakan atribut (sifat) dari hal lainnya. Contoh: “penduduknya ramah”. Relasi *PAR* digunakan untuk menghubungkan konsep *penduduknya* dan *ramah* karena *ramah* merupakan sifat dari *penduduknya*.

Gambar 7 Relasi *PAR*



8. Relasi *SKO* (*Skolem*)

Sebuah *token* pada *Knowledge Graph* menerima relasi *SKO* dari *token* lainnya jika *token* tersebut informasinya bergantung pada *token* lainnya. Misalnya *y* bergantung pada *x* maka digambarkan sebagai berikut.

Gambar 8 Relasi *SKO*



Penelitian ini memiliki dua tahapan untuk mencapai tujuan penelitian. Tahapan pertama adalah konstruksi aturan pembentukan graf kalimat dan tahapan kedua adalah konstruksi aturan penggabungan graf kalimat. Penjelasan masing-masing tahapan tersebut adalah seperti berikut.

a. Konstruksi aturan pembentukan graf kalimat

Konstruksi aturan pembentukan graf kalimat terdiri atas dua tahap, yaitu tahap pembentukan graf kalimat dan tahap perbaikan aturan pembentukan graf kalimat.

1. Pembentukan graf kalimat

Menurut Moeliono (1998), terdapat enam jenis kalimat berdasarkan struktur dasar kalimat. Pembentukan graf kalimat dilakukan pada enam jenis kalimat tersebut.

- a. Kalimat berstruktur S-P (Subjek-Predikat)
- b. Kalimat berstruktur S-P-O (Subjek-Predikat-Objek)
- c. Kalimat berstruktur S-P-Ket (Subjek-Predikat-Keterangan)
- d. Kalimat berstruktur S-P-Pel (Subjek-Predikat-Pelengkap)
- e. Kalimat berstruktur S-P-O-Ket (Subjek-Predikat-Objek-Keterangan)
- f. Kalimat berstruktur S-P-O-Pel (Subjek-Predikat-Objek-Pelengkap)

Kalimat-kalimat yang digunakan pada tahap ini disebut dengan data latih. Pembentukan graf kalimat dilakukan secara berulang-ulang akan menghasilkan langkah-langkah dalam membentuk graf kalimat. Langkah-langkah tersebut merupakan aturan pembentukan graf kalimat.

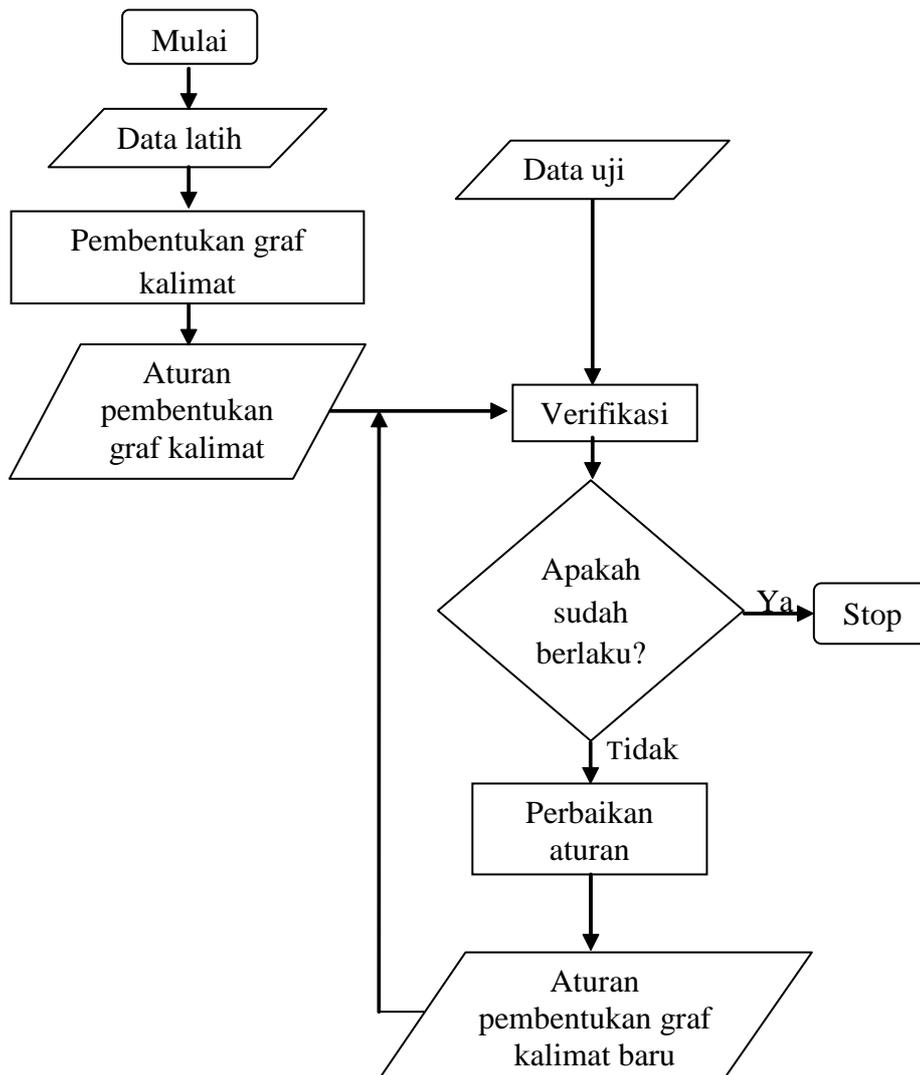
2. Perbaikan aturan pembentukan graf kalimat

Hasil dari tahap pembentukan graf kalimat adalah aturan pembentukan graf kalimat. Aturan tersebut akan diverifikasi dengan menggunakan data uji yang terdiri atas kalimat-kalimat yang lebih kompleks dari kalimat pada data latih, tetapi kalimat tersebut

sesuai dengan enam jenis kalimat berdasarkan struktur kalimat. Satu per satu kalimat diverifikasi dan verifikasi berhenti ketika ada aturan yang tidak berlaku atau tidak sesuai dengan pembentukan suatu kalimat tertentu. Jika aturan tersebut tidak berlaku, aturan

diperbaiki. Setelah diperbaiki, aturan akan diverifikasi kembali dengan data uji. Proses verifikasi dan perbaikan aturan dilakukan sampai aturan berlaku untuk data uji. Proses konstruksi pembentukan graf kalimat dapat dilihat pada Gambar 9.

Gambar 9 Konstruksi pembentukan graf kalimat



b Konstruksi penggabungan dua graf kalimat

Konstruksi aturan penggabungan dua graf kalimat terdiri atas dua tahap, yaitu tahap penggabungan dua graf kalimat dan tahap perbaikan aturan penggabungan dua graf kalimat.

1. Penggabungan dua graf kalimat

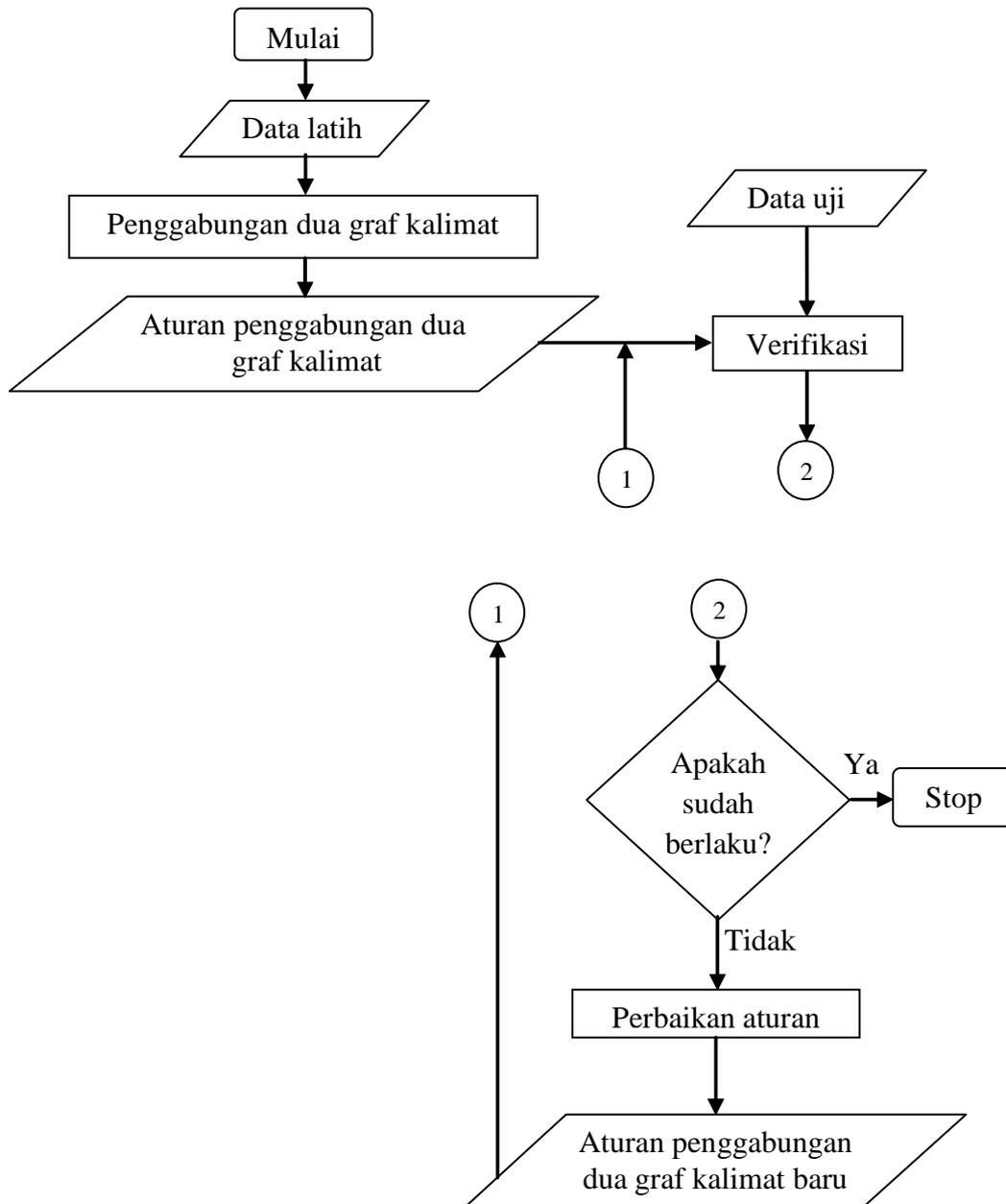
Penggabungan dua graf kalimat dilakukan pada dua kalimat yang memiliki struktur kalimat sesuai dengan enam jenis struktur kalimat di atas. Penggabungan dapat dilakukan pada dua kalimat yang memiliki jenis sama atau berbeda. Salah satu penggabungan dua kalimat yang memiliki jenis sama adalah penggabungan dua kalimat berstruktur S-P. Penggabungan dua kalimat yang memiliki jenis berbeda adalah kombinasi pasangan enam jenis kalimat berdasarkan strukturnya. Salah satu kombinasi pasangan enam jenis kalimat adalah penggabungan kalimat berstruktur S-P dan kalimat berstruktur S-P-O. Hasil kombinasi enam jenis kalimat berdasarkan strukturnya adalah dua puluh satu pasangan kalimat. Pasangan-pasangan kalimat yang digunakan pada tahap ini disebut dengan data latihan. Pembuatan graf untuk setiap kalimat dilakukan terlebih dahulu sesuai dengan aturan pembentukan graf kalimat sebelum proses penggabungan. Penggabungan dilakukan dengan melihat komponen-komponen yang ada di antara dua graf kalimat. Jika terdapat komponen yang sama di antara dua graf kalimat, maka penggabungan dapat dilakukan

dengan menggunakan komponen yang sama. Oleh karena itu, mengetahui konsep-konsep yang ada di kalimat 1 dan kalimat 2 harus dilakukan. Penggabungan yang dilakukan berulang-ulang akan memperlihatkan langkah-langkah yang sama dan langkah-langkah tersebut adalah aturan penggabungan dua graf kalimat. Proses tahap ini dapat dilihat pada Gambar 10.

2. Perbaikan aturan penggabungan dua graf kalimat

Hasil dari tahap penggabungan dua graf kalimat adalah aturan penggabungan dua graf kalimat. Aturan tersebut akan diverifikasi menggunakan data uji yang terdiri atas pasangan-pasangan kalimat yang lebih kompleks dari pasangan kalimat pada data latihan. Satu per satu pasangan kalimat melalui proses verifikasi dan akan menghasilkan dua kemungkinan, yaitu aturan berlaku atau tidak. Jika aturan berlaku, proses berhenti. Jika aturan tidak berlaku, aturan diperbaiki. Hasil proses perbaikan adalah aturan penggabungan dua graf kalimat baru dan aturan tersebut juga akan diverifikasi. Proses verifikasi dan perbaikan dilakukan sampai aturan berlaku untuk data uji. Tujuannya adalah agar aturan tersebut dapat digunakan untuk kalimat yang berbeda tetapi tetap sesuai dengan enam jenis struktur kalimat. Proses perbaikan aturan penggabungan dua graf kalimat dapat dilihat pada Gambar 10.

Gambar 10 Konstruksi aturan penggabungan dua graf kalimat



2. Hasil dan Pembahasan

2.1 Aturan Pembentukan graf kalimat

Pembentukan graf kalimat dilakukan berdasarkan struktur yang dimiliki kalimat, yaitu subjek, predikat, objek, pelengkap, dan keterangan. Struktur kalimat tersebut dapat berupa kata, frasa, dan klausa. Langkah-langkah pembentukan graf kalimat adalah seperti berikut.

1. Pemisahan kalimat berdasarkan struktur kalimat
2. Pembentukan graf untuk setiap struktur kalimat sehingga diperoleh graf kata, graf frasa, dan graf klausa. Pembuatan graf ini dapat terjadi pada kasus satu *token* untuk beberapa kata dengan relasi yang berbeda
3. Penggabungan masing-masing graf dari struktur kalimat dengan menggunakan relasi yang ada di *Knowledge Graph*

2.2 Contoh penggunaan aturan pembentukan graf kalimat

Contoh pembentukan graf kalimat dilakukan dengan menggunakan kalimat berstruktur S-P, yaitu “Tanah Negeri ini luas” dan sesuai dengan langkah-langkah aturan pembentukan graf kalimat. Langkah-langkah penggunaan aturan pembentukan graf kalimat adalah seperti berikut.

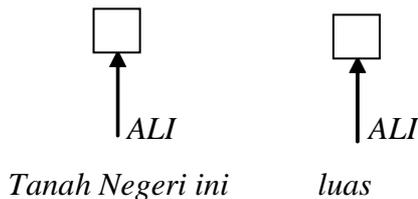
1. Pemisahan kalimat berdasarkan struktur kalimat

Kalimat “Tanah Negeri ini luas” memiliki struktur subjek, yaitu *Tanah Negeri ini* dan struktur predikat, yaitu *luas*.

2. Pembentukan graf untuk setiap struktur kalimat

Struktur subjek dan predikat masing-masing dibentuk graf seperti berikut.

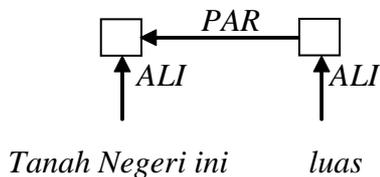
Gambar 11 Graf struktur kalimat



3. Penggabungan masing-masing graf dari struktur kalimat

Graf struktur subjek dan struktur predikat digabung dengan menggunakan relasi *PAR* sehingga menghasilkan graf seperti di bawah ini.

Gambar 12 Graf kalimat



2.3 Aturan penggabungan dua graf kalimat

Aturan penggabungan dua graf kalimat yang telah dihasilkan dari penelitian ini adalah seperti berikut.

1. Pembentukan graf kalimat untuk kalimat 1 dan kalimat 2
2. Pemeriksaan setiap struktur kalimat pada kalimat 1 dan kalimat 2, untuk mengetahui apakah ada komponen-komponen yang sama di antara dua graf kalimat. Hasil pemeriksaan tersebut terdiri atas tiga kasus, yaitu:
 - a. Jika ada komponen yang sama, maka komponen yang sama tersebut dapat disatukan dalam satu konsep yang menghubungkan struktur graf kalimat. Komponen yang sama dapat berjumlah lebih dari satu
 - b. Jika ada komponen yang sama dalam maknanya, maka perlu dilakukan langkah-langkah seperti berikut:
 - 1) Pemeriksaan kembali struktur kalimat pada kalimat 1 dan kalimat 2. Setidaknya terdapat satu struktur kalimat yang memiliki makna yang sama di antara kalimat 1 dan kalimat 2.
 - 2) Pembentukan kembali graf dari struktur kalimat tersebut sehingga terlihat ada komponen yang sama antara dua graf kalimat.
 - 3) Contoh kasus ini adalah dua kalimat yang struktur subjeknya masing-masing *Penduduknya* dan *Indonesia*. Kalimat 1 struktur subjeknya berupa *Penduduknya* dan kalimat 2 struktur predikatnya berupa *Indonesia*. Kata *Penduduknya* memiliki makna *Penduduk Indonesia* sehingga diperoleh kata yang sama yaitu *Indonesia*. Penggabungan dilakukan setelah komponen *Indonesia* terlihat pada graf sehingga dilakukan pembentukan kembali graf dari kata *Penduduknya* yang diubah menjadi *Penduduk Indonesia*
 - c. Jika tidak ada komponen yang sama, maka dua graf kalimat tersebut tidak dapat digabungkan.

3. Komponen-komponen yang tidak sama di antara dua graf kalimat dalam proses penggabungan akan dihubungkan dengan komponen yang sama dan menggunakan relasi sebelumnya, yaitu relasi yang ada pada graf kalimat yang telah dibuat.
4. Penggabungan dua graf kalimat dengan menjadikan komponen yang sama sebagai penghubung graf kalimat 1 dan graf kalimat 2.

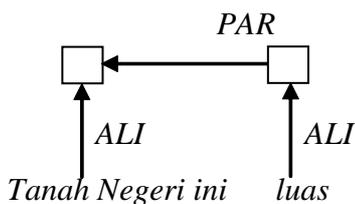
2.4 Contoh penggunaan aturan penggabungan dua graf kalimat

Contoh penggabungan dua graf kalimat dilakukan dengan menggunakan dua kalimat berstruktur S-P, yaitu *Tanah Negeri ini luas* dan *Penduduknya ramah*. Penggabungan dilakukan sesuai dengan langkah-langkah aturan penggabungan dua graf kalimat dan langkah-langkah penggunaan aturan seperti berikut.

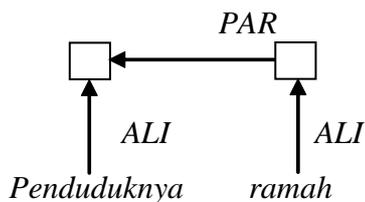
1. Pembentukan graf kalimat untuk kalimat 1 dan kalimat 2

Kalimat 1 dan kalimat 2 masing-masing dibentuk graf sesuai dengan aturan pembentukan graf kalimat sehingga menghasilkan graf seperti pada gambar 13 dan 14 di bawah ini.

Gambar 13 Graf kalimat 1



Gambar 14 Graf kalimat 2

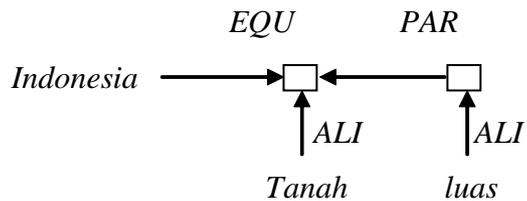


2. Pemeriksaan setiap struktur kalimat pada kalimat 1 dan kalimat 2

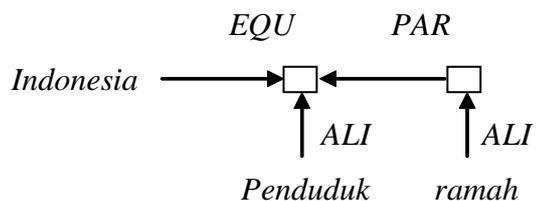
Kalimat 1 memiliki struktur subjek, yaitu *Tanah Negeri ini* dan struktur predikat, yaitu *luas*. Kalimat 2 memiliki struktur subjek, yaitu *Penduduknya* dan struktur predikat, yaitu *ramah*. Kasus dua kalimat ini memiliki solusi pada langkah 2b sehingga langkah 2a dan 2c tidak digunakan. Komponen yang sama di antara dua kalimat terlihat dari maknanya, yaitu *Indonesia*.

- 1) Frasa *tanah negeri ini* memiliki makna *tanah Indonesia* dan kata *penduduknya* memiliki makna *penduduk Indonesia*.
- 2) Pembentukan kembali graf kalimat 1 dan kalimat 2 sehingga terlihat komponen yang sama di antara dua graf kalimat. graf kalimat 1 dan graf kalimat 2 berubah menjadi seperti pada gambar 15 dan 16 berikut.

Gambar 15 Graf kalimat 1 ke-2



Gambar 16 Graf kalimat 2 ke-2

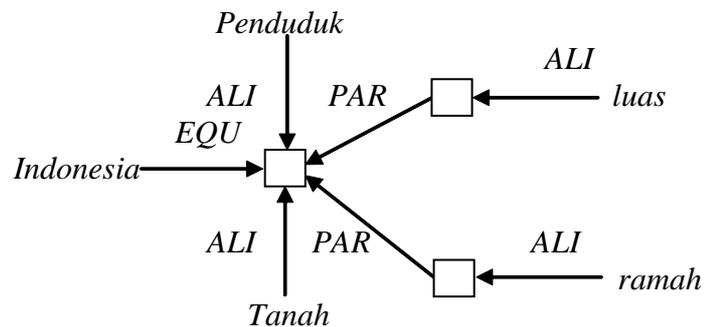


3. Komponen yang tidak sama di antara dua kalimat adalah *luas* dan *ramah*. Relasi antara komponen yang tidak sama tetap sama seperti pada graf kalimat.

4. Penggabungan dua graf kalimat

Hasil penggabungan dua graf kalimat di atas adalah seperti pada gambar 17 berikut.

Gambar 17 Penggabungan graf kalimat 1 dan graf kalimat 2



3. Simpulan

Penelitian ini menghasilkan aturan pembentukan graf kalimat dan aturan penggabungan dua graf kalimat. Aturan pembentukan graf kalimat memiliki tiga langkah dan pembentukan graf kalimat dilakukan berdasarkan struktur kalimat. Aturan penggabungan dua graf kalimat secara umum terdiri atas tiga kasus, yaitu antara dua graf yang tidak memiliki komponen yang sama, antara dua graf yang memiliki komponen yang sama, dan antara dua graf ada komponen yang sama dalam maknanya. Tiga kasus tersebut memiliki aturan penggabungan yang berbeda.

Daftar Pustaka

- Awaludin A. 2011. "Konstruksi Pola Graf Klausa Bahasa Indonesia Menggunakan Metode Knowledge Graph". Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Anggraeni W. 2009. "Analisis Pembentukan Word Graph Preposisi Bahasa Indonesia Menggunakan Metode Knowledge Graph". Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Mahmuda. 2010. "Kontruksi Pola Word Graph Frasa Kata Menggunakan Metode Knowledge Graph". Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Moeliono, A. 1998. *Tata Bahasa Baku Bahasa Indonesia*. Ed ke-3. Jakarta: Balai Pustaka.
- Muslik A. 2009. "Analisis Pembentukan Word Graph Kata Kerja Menggunakan Metode Knowledge Graph". Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Rahmat U. 2009. "Analisis Pembentukan Word Graph Kata Sifat Menggunakan Metode Knowledge Graph". Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Rusiyamti. 2008. "Analisis Teks Berbahasa Indonesia Menggunakan Teori Knowledge Graph". Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Saleh H. 2009. "Analisis Pembentukan Word Graph Kata Benda Menggunakan Teori Knowledge Graph". Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Samba R. 2010. "Analisis Pembentukan Word Graph Kata Keterangan Menggunakan Teori Knowledge Graph". Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Van den Berg H. 1993. "Knowledge Graph and Logic: One of Two Kinds". Disertasi, University of Twente, Enschede, The Netherlands, ISBN 90-9006360-9.
- Zhang L. 2002. *Knowledge Graph Theory and Structural Parsing*. Enschede: Twente University Press.