

Perbaikan Metode *Stanford Recognizing Textual Entailment* Pada Kalimat Mengandung Aritmatika

Rakhmat Arianto¹⁾, Daniel Oranova Siahaan²⁾, Ahmad Saikhu³⁾

Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS Keputih, Sukolilo, Surabaya 60111, Jawa Timur, Indonesia
email : anto.it05@gmail.com¹⁾, daniel@if.its.ac.id²⁾, saikhu@if.its.ac.id³⁾

Abstrak

Stanford RTE merupakan system yang digunakan untuk mendeteksi pasangan kalimat kontradiksi dan kalimat entailment. Kelemahan sistem ini masih terjadi kesalahan pendeteksian pada kalimat mengandung aritmatika. Perbaikan yang dilakukan dengan menggunakan metode POS Tagger, Stanford NER, Stanford Parser, dan kata hubung bermakna operasi aritmatika. Hasil yang diharapkan adalah perbaikan deteksi pada dataset RTE-4 ID 332 yang semula terdeteksi sebagai kalimat kontradiksi menjadi kalimat entailment.

Kata kunci :

Entailment, Kontradiksi, Pemrosesan Bahasa Alami, Semantik, Stanford RTE

1. Pendahuluan

Stanford Recognizing Textual Entailment (Stanford RTE) adalah sistem yang pertama kali diperkenalkan pada tahun 2006 [1]. Sistem ini digunakan untuk mendeteksi pasangan kalimat kontradiksi atau pasangan kalimat entailment dengan menggunakan masukan pasangan kalimat *Text* dan kalimat *Hypothesis*.

Pada tahun 2008, penelitian dilakukan dengan tujuan untuk menggunakan metode *Stanford RTE* dalam mendeteksi pasangan kalimat kontradiksi [2]. Selanjutnya pada tahun 2008 juga dilakukan penelitian perbaikan metode *Stanford RTE* dengan menggabungkan metode pendeteksian pasangan kalimat entailment pada *Stanford RTE* di tahun 2006 [1] dengan metode pendeteksian pasangan kalimat kontradiksi pada *Stanford RTE* di tahun 2008 [2] dalam satu sistem [3].

Penelitian ini dilakukan berdasar pada kelemahan dari sistem *Stanford RTE* tahun 2009 [3]. Salah satu kelemahannya adalah sistem *Stanford RTE* masih mengalami kesalahan deteksi pada pasangan kalimat yang mengandung aritmatika. Perbaikan yang akan dilakukan adalah sistem *Stanford RTE* akan ditambahkan proses analisa pada proses ekstraksi fitur yang menangani adanya perbedaan angka dalam pasangan kalimat.

Analisa yang dilakukan akan memanfaatkan sistem *Stanford coreNLP* [4] yang didalamnya mencakup metode POS Tagger [5], *Stanford NER* [6], *Stanford Dependencies* [7] dan juga dilakukan analisa terhadap kata hubung bermakna operasi aritmatika.

Dengan menggunakan beberapa metode tersebut, hasil penelitian yang diharapkan adalah perbaikan deteksi terhadap dataset RTE-4 ID 332 yang semula terdeteksi sebagai pasangan kalimat kontradiksi dapat terdeteksi sebagai pasangan entailment.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Contradiction dan Entailment

Istilah kata kontradiksi (*contradiction*) dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) mempunyai arti pertentangan antara dua hal yang saling bertentangan atau berlawanan.

T : The New York-bound Concorde crashed in a ball of fire shortly after takeoff from Paris Charles de Gaulle airport on July 25, 2000, killing all 109 people on board.

H : The crash killed 113 people.

Pasangan kalimat *Text* dan *Hypothesis* tersebut menunjukkan pasangan kalimat yang saling kontradiksi dikarenakan adanya perbedaan angka *109 people* pada kalimat *Text* dan *113 people* pada kalimat *Hypothesis*. Sedangkan untuk istilah entailment dalam WordNet 3.0 mempunyai arti sesuatu yang disimpulkan (dideduksi atau terkandung maupun tersirat).

T : The New York-bound Concorde crashed in a ball of fire shortly after takeoff from Paris Charles de Gaulle airport on July 25, 2000, killing all 113 people on board.

H : The crash killed 113 people.

Pasangan kalimat *Text* dan *Hypothesis* tersebut menunjukkan pasangan kalimat entailment dikarenakan dalam kalimat *Text* menunjukkan angka *113 people* dan pada kalimat *Hypothesis* juga menunjukkan angka *113 people*.

2.2 Kalimat Mengandung Aritmatika

Kalimat mengandung aritmatika yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kalimat yang di dalamnya mengandung unsur operasi aritmatika. Salah satu contoh pasangan kalimat aritmatika yang ditunjukkan dalam dataset RTE-4 yaitu pada ID 332.

T : The New York-bound Concorde crashed in a ball of fire shortly after takeoff from Paris Charles de

Gaulle airport on July 25, 2000, killing all 109 people on board and four workers on the ground.

H : *The crash killed 113 people.*

Pasangan kalimat *Text* dan *Hypothesis* mengandung aritmatika dikarenakan dalam kalimat *text* terdapat frase *109 people and four workers* yang disandingkan dengan frase *113 people* pada *Hypothesis*.

2.3 Stanford CoreNLP

Penelitian ini sangat bergantung pada hasil analisa menggunakan Stanford coreNLP. Sistem ini menyediakan satu set alat analisa bahasa alami yang dapat memproses masukan teks bahasa Inggris baku dan memberikan bentuk dasar dari tiap kata dalam kalimat, fungsi kata dalam kalimat (*part-of-speech*), menentukan apakah kata-kata tersebut merupakan nama-nama perusahaan, orang, dan lain-lain, menormalkan kata yang menunjukkan tanggal, waktu, dan numerik menjadi angka, menandai atas struktur kalimat dalam hal frasa dan dependensi kata, serta menunjukkan frase kata benda yang mengacu pada entitas yang sama [4].

2.3.1 POS Tagger

Metode ini adalah bagian dari perangkat lunak yang membaca teks dalam beberapa bahasa dan memberikan tanda fungsi setiap kata dalam kalimat, seperti kata sifat, kata benda, kata kerja dan lain-lain [5]. Contoh penggunaan dari POS *Tagger* dengan kalimat masukan *The crash killed 113 people* dapat dilihat pada tabel 2.1.

Kata	POS
The	DT
crash	NN
killed	VBD
113	CD
people	NNS

Tabel 2.1 Hasil Penggunaan POS Tagger

Hasil POS *Tagger* pada tabel 2.1, menunjukkan bahwa kata *crash* diberikan tanda NN yang berarti kata benda (Noun), kata *killed* diberikan tanda VBD yang berarti kata kerja, 113 diberikan tanda CD yang berarti numerik, dan kata *people* diberikan tanda NNS yang berarti kata benda.

2.3.2 Stanford NER

Sistem ini merupakan implementasi metode *Named Entity Recognizer* dengan bahasa pemrograman Java. *Named Entity Recognizer* atau juga yang dikenal dengan CRF Classifier merupakan suatu metode yang memberikan penamaan terhadap rangkaian kata dalam kalimat yang menunjukkan nama-nama benda, seperti nama orang, perusahaan, dan lain-lain serta menormalisasikan tanggal, numerik, dan lain-lain [6].

Contoh penggunaan Stanford NER dengan kalimat masukan *The crash killed 113 people* dapat dilihat pada tabel 2.2.

Kata	Stanford NER	Normalisasi
The	O	
crash	O	
killed	O	
113	NUMBER	113.0
people	O	

Tabel 2.2 Hasil Penggunaan Stanford NER

Hasil yang ditunjukkan pada tabel 2.2, kata 113 dalam kalimat *The crash killed 113 people* termasuk dalam kategori NUMBER dan kata 113 dinormalisasikan menjadi 113.0 dalam bentuk angka.

2.3.3 Stanford Dependencies

Sistem ini adalah suatu sistem yang dapat menunjukkan keterkaitan antar kata dalam kalimat berdasarkan struktur gramatikal kalimat [7]. Contoh penggunaan *Stanford Dependencies* menggunakan kalimat masukan *The crash killed 113 people* dapat dilihat pada tabel 2.3.

Collapsed dependencies with CC processed
det (crash-2 , The-1)
nsubj (killed-3 , crash-2)
num (people-5 , 113-4)
doj (killed-3 , people-5)

Tabel 2.3 Hasil Penggunaan *Stanford Dependencies*

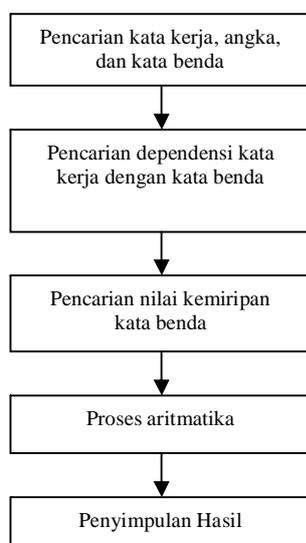
Pada tabel 2.3 ditunjukkan keterkaitan antara kata *The* dengan kata *crash* adalah *determiner* (det). Untuk keterangan tentang arti penamaan pada keterkaitan antar kata dapat dilihat pada pustaka [7].

2.4 Wordnet Similarity

Sistem ini adalah sebuah modul Perl yang mengimplementasikan berbagai kemiripan kata secara semantik dan penghitungan nilai kemiripan kata berdasarkan informasi yang diberikan oleh database leksikal WordNet [8]. Dalam penelitian ini, WordNet Similarity akan digunakan untuk menghitung nilai kemiripan kata benda yang berfungsi sebagai satuan dari angka dalam kalimat.

3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini ditambahkan ke dalam Stanford RTE pada tahap penyimpulan kontradiksi yang di dalamnya terdapat ekstraksi fitur kontradiksi untuk kalimat mengandung perbedaan angka. Apabila pasangan kalimat terdeteksi sebagai pasangan kalimat kontradiksi, maka akan dilakukan analisa kalimat aritmatika dengan tahapan seperti pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan Metode Penelitian

3.1 Pencarian Kata Kerja, Angka, dan Kata Benda

Pada tahap ini dilakukan pencarian kata kerja (*verb*), angka, dan kata benda (*noun*) pada masing-masing kalimat *Text* dan kalimat *Hypothesis*. Proses pencarian dilakukan dengan memanfaatkan penandaan POS Tagger pada Stanford coreNLP.

Untuk mencari kata kerja dalam kalimat, hal yang perlu diperhatikan adalah penandaan POS *Tagger* berawalan “VB”. Sedangkan untuk angka, hal memperhatikan penandaan POS *Tagger* “CD”. Untuk pencarian kata benda, hal yang perlu diperhatikan adalah POS *Tagger* yang berawalan “NN”. Khusus untuk kata benda, hal yang diperhatikan juga adalah letak angka dalam kalimat terdapat pada kata ke berapa karena kata benda yang digunakan adalah kata benda yang berfungsi sebagai satuan dari angka. Apabila angka terletak pada kata ke-*i* maka kata benda harus terdapat pada kata ke-(*i*+1). Hasil pencarian pada kalimat *Text* dan *Hypothesis* dapat dilihat pada tabel 3.1 dan 3.2 dengan menggunakan masukan RTE-4 ID 332.

Tabel 3.1 Hasil Pencarian pada Kalimat *Text*

Kata	POS
crashed	VBD
killing	VBG
109	CD
people	NNS
four	CD
workers	NNS

Tabel 3.2 Hasil Pencarian pada Kalimat *Hypothesis*

Kata	POS
killed	VBD
113	CD
people	NNS

3.2 Pencarian Dependensi Kata Kerja dengan Kata Benda

Tahap ini bertujuan untuk mencari kata kerja yang mempunyai keterkaitan dengan kata benda yang berfungsi sebagai satuan dari angka sehingga kata kerja yang digunakan akan semakin spesifik. Hasil pencarian ditunjukkan pada tabel 3.3 dan 3.4.

Tabel 3.3 Hasil Pencarian Dependensi Kata pada Kalimat *Text*

Dependensi Kata
doj (killing-26 , people-29)
doj (killing-26 , workers-34)

Tabel 3.4 Hasil Pencarian Dependensi Kata pada Kalimat *Hypothesis*

Dependensi Kata
doj (killed-3 , people-5)

Tabel 3.3 menunjukkan bahwa satu kata kerja *killing* mempunyai keterkaitan pada kata benda *people* dan *worker* yang sekaligus menunjukkan adanya aritmatika dalam kalimat *Text*.

3.3 Pencarian Nilai Kemiripan Kata Benda

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui apakah kata benda yang mempunyai keterkaitan dengan kata kerja yang sama dapat disederhanakan menjadi satu kata benda. Syarat untuk menyederhanakan kata benda adalah kedua kata benda tersebut memiliki nilai kemiripan kata. Dalam penelitian ini, nilai kemiripan kata didapatkan dengan menggunakan metode *WordNet Similarity*. Metode tersebut menghasilkan nilai kemiripan kata 0.09 dengan berlandaskan bahwa kata *worker* memiliki hipernim kata *people*.

3.4 Proses Aritmatika

Tahap ini bertujuan untuk menentukan proses aritmatika yang akan dilakukan pada angka dalam kalimat. Kata dalam kalimat yang menunjukkan operasi aritmatika adalah pada kata hubung antara dua kata benda. Kata hubung dapat dideteksi dengan menganalisa hasil dependensi kata dalam kalimat yang mempunyai penandaan dependensi yang berawalan *conj* berarti *conjunction* (kata hubung). Hasil analisa menunjukkan bahwa kata *people* dan *worker* mempunyai penandaan dependensi *conj_and* sehingga operasi aritmatika yang dilakukan adalah penjumlahan.

Angka yang akan dilakukan operasi aritmatika adalah angka yang memiliki satuan *people* dan *worker* yaitu angka 109 dan *four*. Dengan memanfaatkan hasil dari *Stanford coreNLP* pada kolom *Normalized NER* maka angka 109 terdeteksi 109.0 dan *four* terdeteksi 4.0 sehingga dapat dilakukan penjumlahan 109.0 dan 4.0 menghasilkan angka 113.0.

3.5 Penyimpulan Hasil

Tahap ini akan menyimpulkan apakah pasangan kalimat Text dan Hypothesis termasuk dalam kalimat CONTRADICTION, ENTAILMENT, dan UNKNOWN. Pasangan kalimat akan termasuk dalam pasangan kalimat *contradiction* apabila hasil operasi aritmatika pada kalimat Text berbeda dengan angka pada kalimat Hypothesis. Apabila sebaliknya, pasangan kalimat tersebut akan termasuk dalam pasangan kalimat *entailment*. Namun, apabila tidak termasuk *contradiction* maupun *entailment* maka akan termasuk dalam pasangan kalimat *unknown*.

Tahap penyimpulan dilakukan dengan menganalisa kata kerja kalimat Text yang terdeteksi pada tahap-tahap sebelumnya dan kata kerja pada kalimat Hypothesis. Kata kerja yang terdeteksi adalah kata *killing* dengan kata *killed* yang memiliki kata dasar yang sama sehingga dapat dilakukan perbandingan berikutnya yaitu perbandingan terhadap kata benda. Kata benda kalimat Text pada tahap sebelumnya terdeteksi kata *people* dan kata benda pada Hypothesis terdeteksi kata *people* atau dapat dilakukan dengan mencari nilai kemiripan antar kata benda. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pasangan kalimat Text dan Hypothesis RTE-4 ID 332 termasuk dalam kalimat entailment karena *113 people* pada kalimat Text dan *113 people* pada kalimat Hypothesis tidak terdapat perbedaan angka.

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari metode penelitian yang telah dilakukan, pasangan kalimat pada RTE-4 ID 332 yang sebelumnya terdeteksi sebagai pasangan kalimat kontradiksi namun hasil yang diharapkan adalah *entailment* mengalami perbaikan menjadi pasangan kalimat *entailment*. Sehingga, jumlah pasangan kalimat yang mengalami kesalahan deteksi 492 pasang kalimat dari 1000 pasang kalimat menjadi 491 pasang kalimat.

Hasil tersebut dinilai mempunyai pengaruh perbaikan yang sangat kecil. Hal tersebut dipengaruhi oleh data masukan pada RTE-4 yang menunjukkan kalimat mengandung aritmatika pada ID 322 dan ID 332. Pada ID 322, pasangan kalimat tersebut terdeteksi oleh Stanford RTE sebagai pasangan kalimat kontradiksi namun hasil yang diharapkan adalah pasangan kalimat *entailment*.

T : Ingrid Betancourt, who was held hostage by Colombian rebels for six years, has hailed the "perfect operation" which saw troops free her and 14 other hostages without firing a single shot.

H : Colombian rebels held 15 hostages.

Pasangan kalimat tersebut tidak sesuai dengan metode penelitian yang dilakukan pada RTE-4 ID 332 dikarenakan pada kalimat Text, kata benda didahului dengan kata sifat dan operasi aritmatika melibatkan

kata ganti orang bukan angka seperti yang dicontohkan pada RTE-4 ID 332.

Pasangan kalimat RTE-4 ID 322 pada frase *her and 14 other hostages* telah terdeteksi oleh Stanford coreNLP pada kolom *Normalized NER* telah terdeteksi angka ≥ 14.0 yang seharusnya apabila dibandingkan dengan *15 hostages* pada kalimat Hypothesis tidak menunjukkan adanya perbedaan angka dan termasuk pasangan kalimat *entailment*.

Metode penelitian ini masih memiliki kelemahan yaitu kesalahan deteksi pada kalimat mengandung aritmatika yang memiliki kata benda satuan angka didahului dengan kata sifat seperti yang dicontohkan pada RTE-4 ID 322.

Metode penelitian ini juga telah diujicobakan pada kalimat berita yang diambil dari internet dengan menyusun format masukan seperti RTE-4 namun terjadi kesalahan deteksi pada kalimat mengandung aritmatika yang terdeteksi Stanford coreNLP kolom NER terdeteksi sebagai DATE, PERCENT, dan DURATION.

5. Kesimpulan dan Saran

Perbaikan metode Stanford RTE tahun 2009 dilakukan dengan menggunakan Stanford coreNLP, WordNet Similarity, dan analisa kata hubung yang menunjukkan operasi aritmatika. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah perbaikan deteksi terhadap RTE-4 ID 332 yang sebelumnya terdeteksi sebagai pasangan kalimat kontradiksi menjadi pasangan kalimat entailment sesuai dengan hasil yang diharapkan.

Penelitian selanjutnya, sangat diharapkan lebih pada penelitian yang menyangkut tentang satuan angka yang mengkombinasikan kata benda dengan kata sifat atau aritmatika pada kata ganti orang.

Daftar Pustaka

- [1] MacCartney, B., Grenager, T., de Marneffe, M., Cer, D., Manning, C., 2006, *Learning to recognize features of valid textual entailments*, Proceedings of the main conference on Human Language Technology Conference of the North American Chapter of the Association of Computational Linguistics, HLT-NAACL '06, Association for Computational Linguistics, Stroudsburg-PA-USA.
- [2] de Marneffe, M., Rafferty, A., Manning, C., 2008, *Finding Contradictions in Text*, Proceedings of ACL-08: HLT, Association for Computational Linguistics, Columbus-Ohio-USA.
- [3] Pado, S., de Marneffe, M., MacCartney, B., Rafferty, A., Yeh, E., Manning, C. 2008. *Deciding entailment and contradiction with stochastic and edit distance-based alignment*, Proceedings of the 1st Text Analysis Conference (TAC'08).
- [4] The Stanford Natural Language Processing Group, 24 Desember 2012, *Stanford CoreNLP A Suite of Core NLP Tools*, <http://nlp.stanford.edu/software/corenlp.shtml>.
- [5] Toutanova, K., Klein, D., Manning, C., Singer, Y., 2003, *Feature-Rich Part-of-Speech Tagging with a Cyclic*

- Dependency Network*, In Proceedings of HLT-NAACL 2003.
- [6] Finkel, J., Grenager, T., Manning, C., 2005, *Incorporating Non-local Information into Information Extraction Systems by Gibbs Sampling*, Proceedings of the 43rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2005).
- [7] de Marneffe, M., Manning, C., 2008, *The Stanford typed dependencies representation*, *Coling 2008*: Proceedings of the workshop on Cross-Framework and Cross-Domain Parser Evaluation, Association for Computational Linguistics.
- [8] Pedersen, Ted., Patwardhan, Siddarth., Michelizzi, Jason., 2004, *WordNet::Similarity: measuring the relatedness of concepts*, Demonstration Papers at HLT-NAACL 2004.

Biodata Penulis

Rakhmat Arianto, memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan (S.ST), Program Studi Teknik Informatika Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, lulus tahun 2009. Saat ini menjadi mahasiswa program Magister Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Surabaya, Jawa Timur, Indonesia.

Daniel Oranova Siahaan, memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom), Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Informatika ITS, lulus tahun 1999. Tahun 2002, memperoleh gelar Master in Computer Science (M.Sc) TU Delft. Tahun 2004 memperoleh gelar Professional Doctorate in Engineering (PDEng), Software Engineering, TU Eindhoven. Saat ini menjadi Staf Pengajar program Magister Teknik Informatika ITS Surabaya dan juga sebagai Pembimbing Pertama dari penulis.

Ahmad Saikhu, memperoleh gelar Sarjana , Program studi Statistika ITS, lulus tahun 1994. Tahun 2000, memperoleh gelar Magister Teknik Informatika ITS. Saat ini menjadi Staf Pengajar program Magister Teknik Informatika ITS Surabaya dan juga sebagai Pembimbing Kedua dari penulis.

