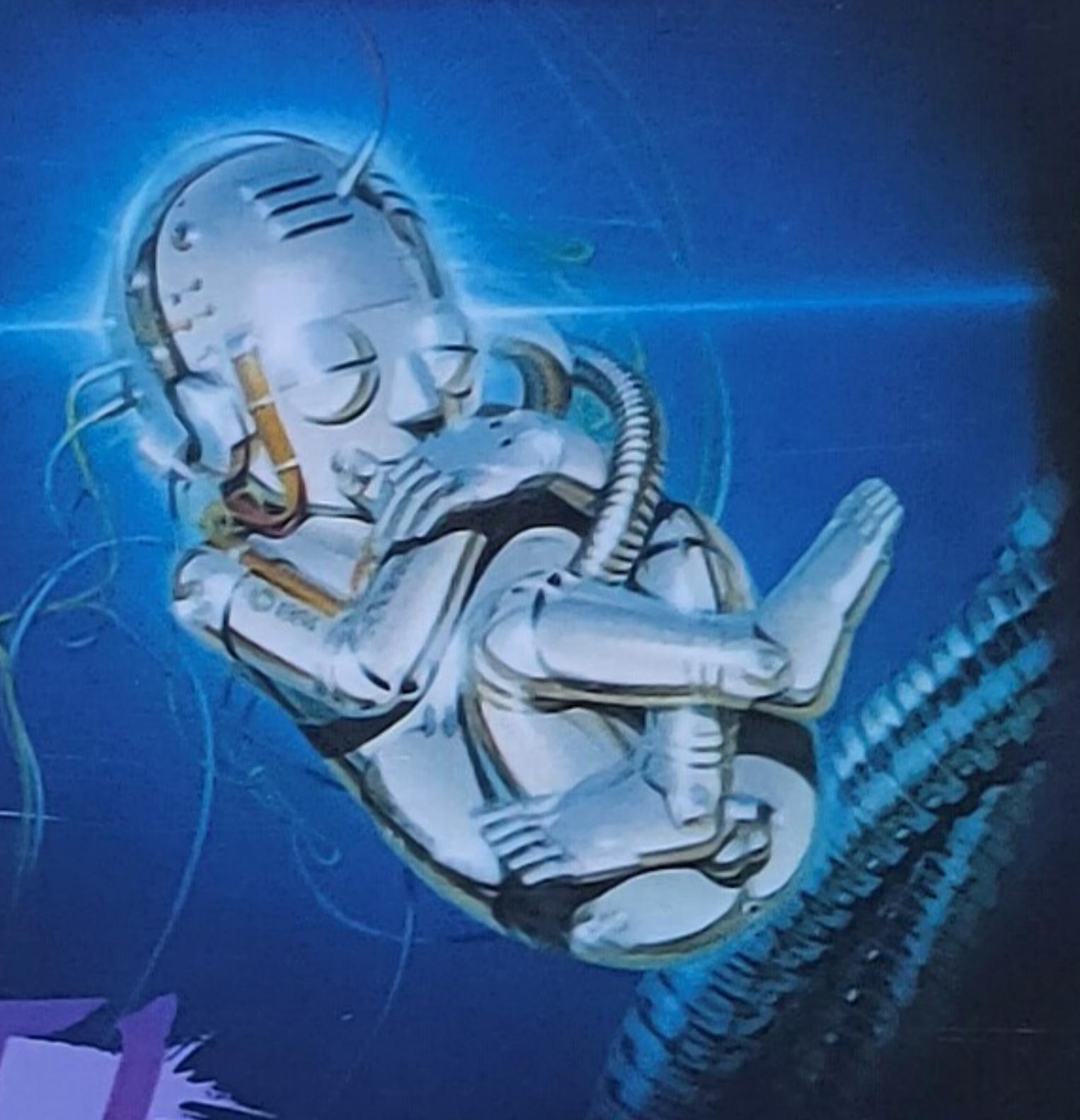
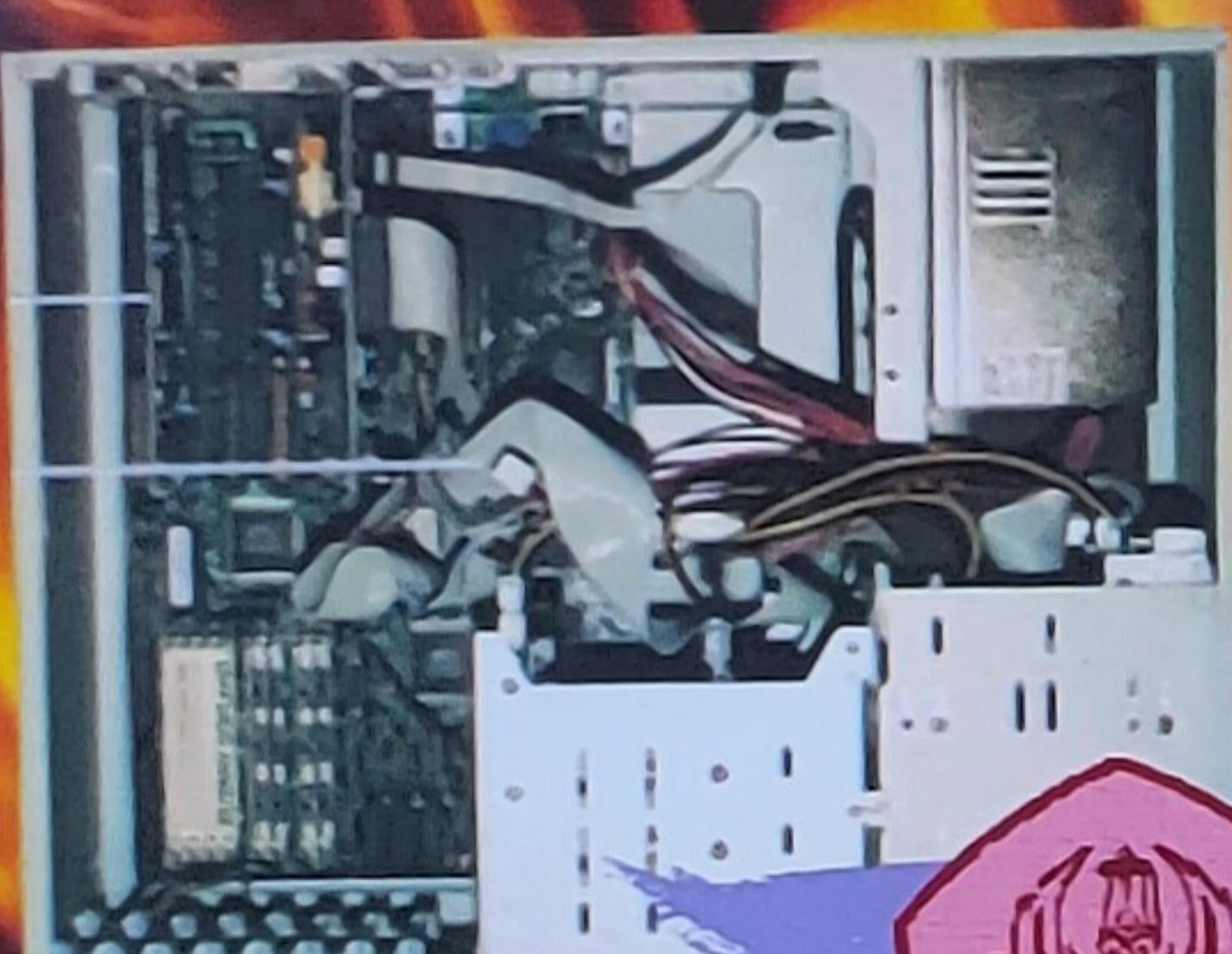


Prosiding SNTI 2016

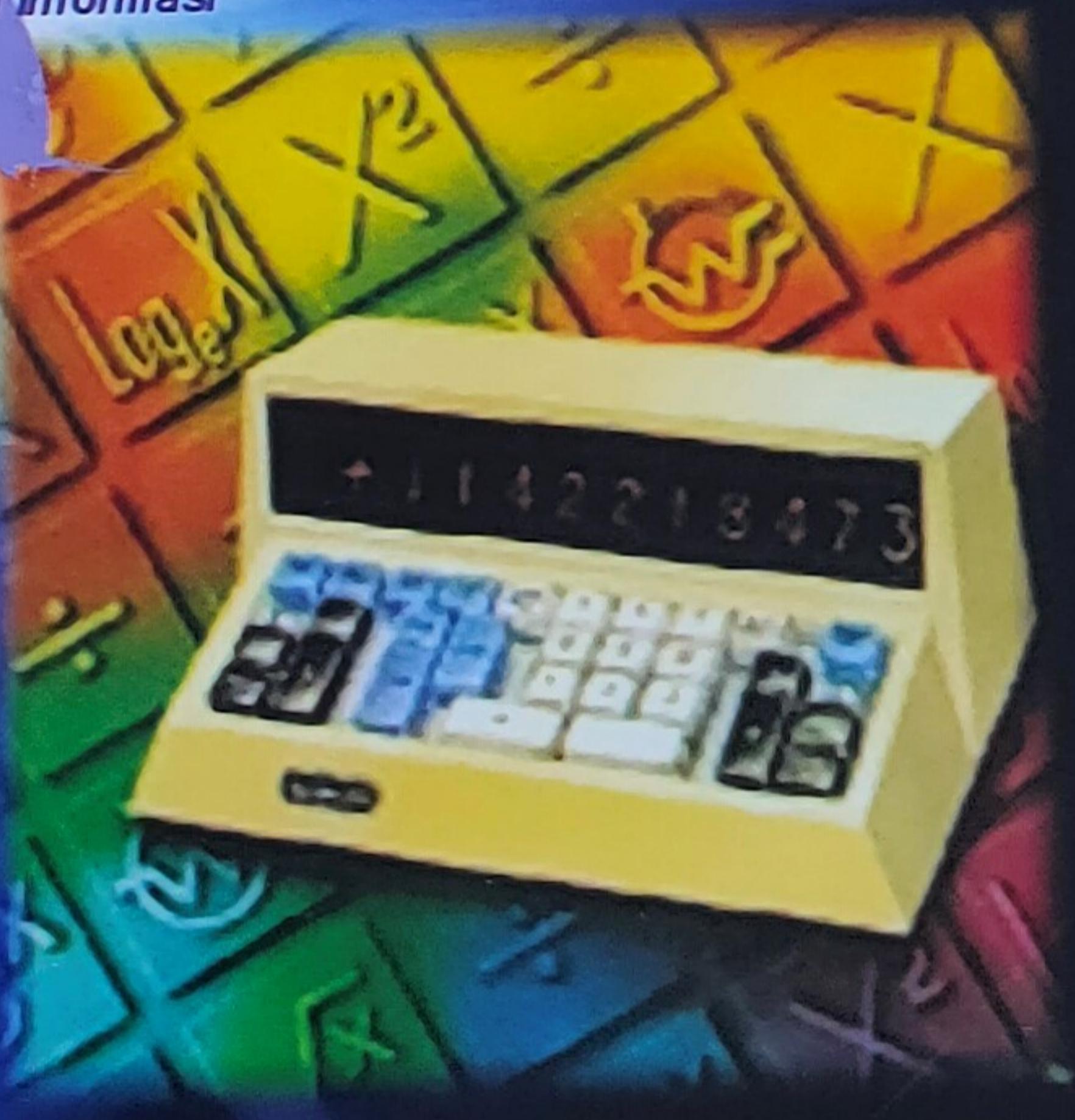
ISSN : 1829-9156 (Printed)
ISSN : 2541-240X (Online)
Vol. 13 No. 1 Tahun 2016

29 Oktober 2016



SNTI

Seminar Nasional Teknologi Informasi



Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Tarumanaga
Jakarta

PROSIDING

NINIE

SNTI 2016

SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI INFORMASI

VOL. 13 No. 1 2016

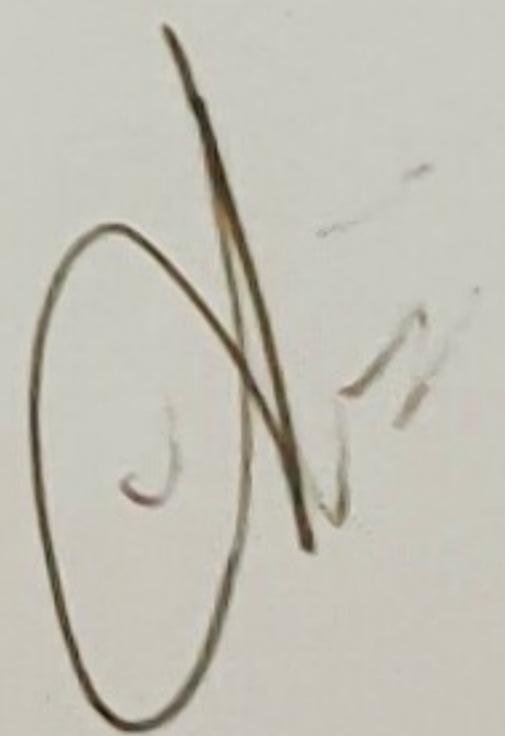
ISSN: 1829-9156 (Printed)

ISSN: 2541-240X (Online)

29 OKTOBER 2016

UNIVERSITAS TARUMANAGARA

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS TARUMANAGARA
JAKARTA



KATA SAMBUTAN KETUA PANITIA PELAKSANA SNTI 2016

Kami bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga dalam kesempatan ini kita dapat berkumpul di Ruang Seminar Universitas Tarumanagara dalam rangka melaksanakan Seminar Nasional Teknologi Informasi (SNTI) 2016. Tidak terasa tahun ini merupakan tahun ketiga belas, kami melaksanakan kegiatan ini.

SNTI merupakan kegiatan rutin tahunan dari Fakultas Teknologi Informasi Universitas Tarumanagara sejak tahun 2004. Seminar ini bertujuan untuk menjadi sarana bertukar ide dan gagasan yang merupakan hasil kajian maupun penelitian dari para akademisi, peneliti maupun praktisi di bidang teknologi informasi dan bidang-bidang lain yang berkaitan.

SNTI 2016 mengambil tema “**Big Data, From Problems to Solutions**”. Kami turut mengundang para pakar dalam bidang Big Data sebagai keynote speaker, yaitu Bapak Prof. Dr.Ing. Ir. Benhard Sitohang dari Institut Teknologi Bandung dan sebagai invited speaker adalah Bapak Erwin Sukiato selaku Managing Director PT Oracle Indonesia.

Pada SNTI 2016 ini, dari 88 makalah yang masuk, jumlah makalah yang kami terima dan diseminarkan adalah sebanyak 77 makalah yang berasal dari 36 institusi yang berada di Indonesia. Makalah-makalah ini merupakan hasil kajian maupun penelitian dari pemakalah yang berasal dari institusi pendidikan, penelitian, maupun pemerintahan dan telah melalui proses review oleh para reviewer SNTI 2016. Makalah-makalah tersebut tersedia dalam buku prosiding ini yang telah memiliki ISSN cetak dan juga tersedia dalam bentuk online yang juga telah memiliki ISSN Online yang dapat diakses melalui website resmi SNTI.

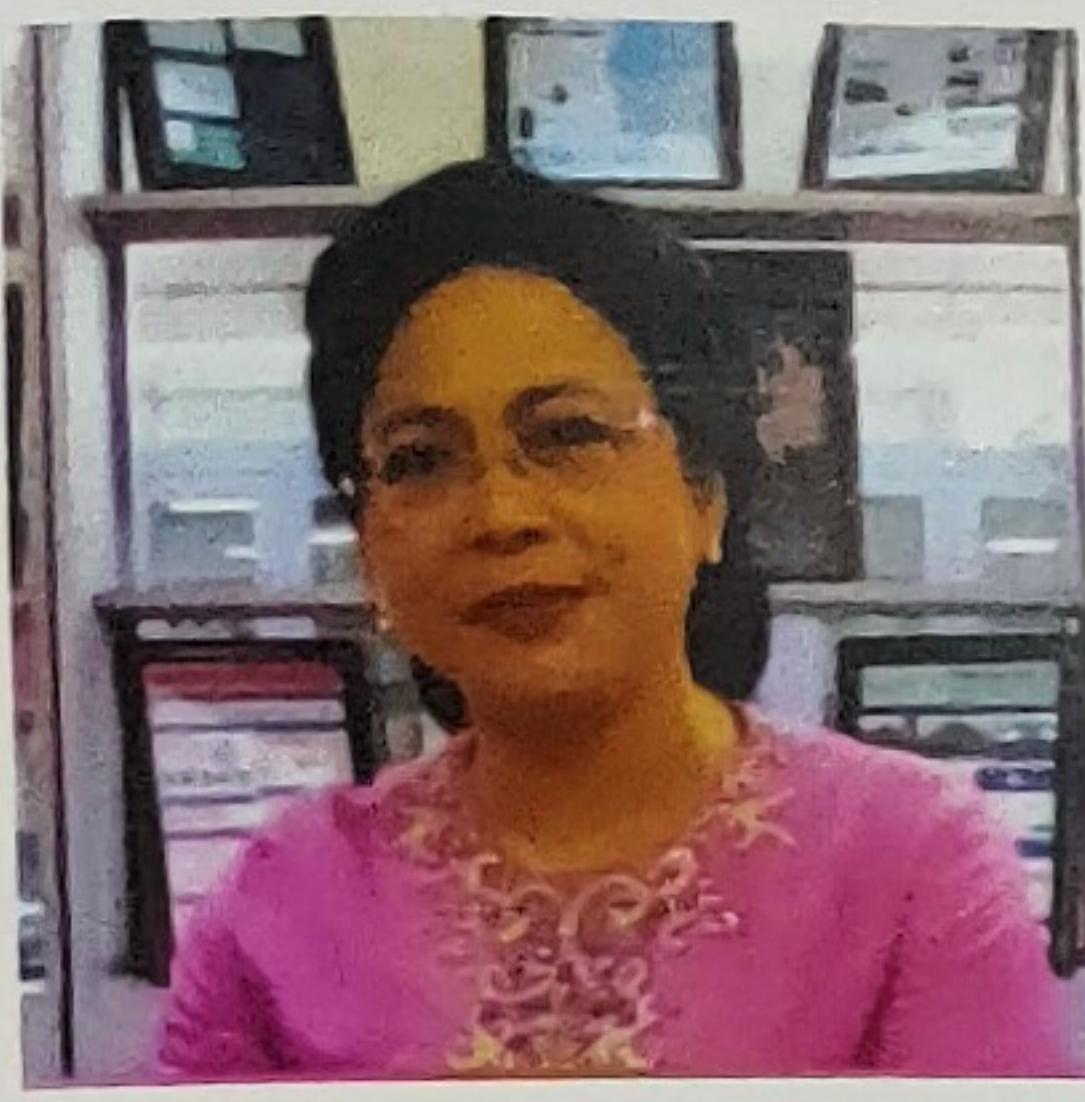
Kami mengucapkan terima kasih kepada keynote speaker, invited speaker, para pemakalah, dan peserta yang telah hadir dalam seminar ini. Terima kasih pula kepada seluruh anggota panitia dan banyak pihak lainnya yang membantu hingga acara dapat terlaksana.

Semoga seminar dan buku prosiding ini memiliki kontribusi positif bagi berkembangnya pengetahuan di Indonesia dan bermanfaat bagi peserta SNTI 2016. Selamat mengikuti seminar.

Jakarta, 29 Oktober 2016

Agus Budi Dharmawan, M.T., M.Sc

Ketua Pelaksana



Sambutan Dekan Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Tarumanagara
Pada Seminar Teknologi Informasi ke XIII
Jakarta, 29 Oktober 2016

Assalamu'allaikum Warahmatullahi Wabarakatuh
Salam sejahtera untuk kita semua

Yang terhormat,
Bapak Ketua dan Pengurus Yayasan Tarumanagara
Bapak Rektor dan Wakil Rektor Universitas Tarumanagara
Bapak Pembicara Utama dan Pembicara Undangan SNTI 2016
Bapak/Ibu Pemakalah SNTI 2016
Bapak/Ibu Dosen dan Karyawan FTI-Utar
Para Mahasiswa FTI-Utar yang kami banggakan dan cintai,
serta Undangan lainnya.

Puji syukur dipanjatkan pada Allah yang Maha Esa, pada hari ini Fakultas Teknologi Informasi-Universitas Tarumanagara (FTI-Utar) dapat menyelenggarakan Seminar Teknologi Informasi (SNTI) yang ke XIII.

Dengan memilih tema "**BIG DATA: FROM PROBLEMS TO SOLUTIONS**" SNTI yang ke XIII hadir untuk menjawab permasalahan penelitian di bidang teknologi informasi akibat 'ledakan informasi' berbagai jenis data, mulai data yang berupa teks, gambar atau foto, suara dan video yang bersala besar, seiring dengan semakin pesatnya perangkat mobile dan data internet.

Terimakasih kami haturkan pada Pembicara utama **Bapak Prof. Dr. Ing. Benhard Sitohang** dari **Institut Teknologi Bandung (ITB)** serta pembicara undangan **Bapak Erwin Sukiato** dari **PT Oracle Indonesia** yang berkenan hadir pada acara SNTI yang ke XIII untuk berbagi ilmu menyelesaikan masalah *big data* : mulai dari cara akomodasi data, diteruskan dengan cara pemrosesan serta penyimpanan data yang sangat besar , yang diaplikasikan di berbagai bidang.

SNTI yang ke XIII ini dapat terselenggara berkat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan yang berbahagia ini ijinkanlah kami mengucapkan terima kasih kepada bapak Rektor, bapak Wakil Rektor dan bapak Kepala Sekretariat Universitas Tarumanagara atas dukungannya pada SNTI yang ke XIII. Terimakasih pula pada bapak/ibu Panitia SNTI yang bekerja tanpa lelah, serta seluruh sivitas akademi FTI Untar yang membantu SNTI dengan sepenuh hati, sehingga SNTI yang ke XIII dapat terselenggara dengan baik.

Semoga seminar ini bermanfaat untuk kita semua, khususnya peserta SNTI 2016 yang ke XIII. Akhir kata kami ucapan terimakasih atas kehadiran Bapak/ibu pada acara SNTI yang ke XIII; sampai jumpa di SNTI yang ke XIV pada tahun 2017 mendatang.

Wassalamu'allaikum Warahmutallahи Wabarakatuh

Jakarta, 29 Oktober 2016

Dekan Fakultas Teknologi Informasi
Prof. Dr. Dyah Erny Herwindiati

SUSUNAN PANITIA SNTI 2016

Penanggung Jawab :	Prof. Dr. Dyah Erny Herwindiati, M.Si Jeanny Pragantha, M.Eng Wasino, M.Kom	(Dekan FTI) (Pudek I FTI) (Pudek II FTI)
Komite Program :	Prof. Dr. Ir. Aniati Murni, M.Sc. Prof. Dr.Ing. Ir. Benhard Sitohang Prof. Dr. Ir. Eko Sediyono, M.Kom. Prof. Dr. Ir. Dali S. Naga, MMSI Prof. Dr. Dyah Erny Herwindiati Ir. Dana Indra Sensuse, MLIS., Ph.D. Retyanto Wardoyo, M.Sc., Ph.D. Dr. Ir. Agus Buono, M.Si., M.Kom. Jap Tji Beng, MMSI, Ph.D. Lina, S.T., M.Kom., Ph.D.	(UI) (ITB) (UKSW) (UNTAR) (UNTAR) (UI) (UGM) (IPB) (UNTAR) (UNTAR)
Ketua Pelaksana :	Agus Budi Dharmawan, M.T. M.Sc.	(UNTAR)
Komite Pelaksana :	Janson Hendryli, M.Kom. Darius Andana Haris, MTI. Bagus Mulyawan, MM Dedi Trisnawarman, M.Kom Desi Arisandi, MTI Dra. Chairisni Lubis, M.Kom. Ery Dewayani, MMSI Lely Hiryanto, M.Sc. Teny, M.Kom Tony, M.Kom Viny Christanti, M. Kom Zyad Rusdi, M.Kom Tazul Arifin, M.Kom Susanti, S.E. Ruwanto, S.Kom Moch. Iwan, S.Kom A.R. Johnsen	(UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR) (UNTAR)

DAFTAR ISI

Kata Sambutan Ketua Pelaksana	ii
Kata Sambutan Dekan Fakultas Teknologi Informasi	iii
Susunan Panitia	iv
Daftar Isi	v

A. ALGORITHM, INTELLIGENT SYSTEM, COMPUTATIONAL

A1	Segmentasi Produk Menggunakan Teknik Data Mining Clustering	Langgeng Listiyoko, Joko Dewanto, Henderi	1
A2	Predksi Pindah Jurusan pada SMK Menggunakan Teknik Data Mining Pohon Keputusan	Karwandi, Langgeng Listiyoko, Henderi, Sudaryono	7
A3	Aksi Non Player Character pada Game Real Time Fighting Menggunakan Learning Vector Quantization	Dimas Erlangga Esmeralda C Djamal Agus Komarudin	13
A4	Sistem Pakar Diagnosa Diabetes Mellitus Menggunakan Forward Chaining dan Rule-Based Reasoning	Ucu Nugraha	18
A5	Pengenalan Karakter Berdasarkan Tulisan Tangan Menggunakan Edge Detection dan SVM	Youllia Indrawaty Irma Amelia Rizky Kharisma Kurnia	23
A6	Aplikasi Pendekripsi Emosi Manusia Menggunakan Metode MFCC dan DTW	Youllia Indrawaty Nurhasanah Mira Musrini Barmawi Adrian Hafiz David	29
A7	Membandingkan Citra Digital untuk Memprediksi Keterhubungannya	Pradita Chandra Kurniawan Yulius Denny Prabowo	36
A8	Pengembangan Aplikasi Tur Kampus 3D Studi Kasus: Kalbis Institute	Dhanang Fabiannanda Prasetyo Aji Tedi Lesmana Marselino Reinaldo Noviandri Yulius Denny Prabowo	42
A9	Aplikasi Prediksi Berat Badan Berdasarkan Citra Digital Menggunakan Logika Fuzzy	Reinaldo Noviandri Yulius Denny Prabowo	47
A10	Implementasi Deteksi Objek Bergerak dengan Menggunakan Teknik Region of Interest (ROI) pada Camera CCTV	Ardiles Sinaga Ari Purno Wahyu Wibowo	53

A11	Implementasi Kalman Filter Algoritma (KFA) Tracking pada Kamera Keamanan Kampus	Ari Purno Wahyu Wibowo
A12	Aplikasi Media Pembelajaran Interaktif Mata Kuliah Information Technology Berbasis Multimedia	Iwan Rijayana
A13	Smart Laboratorium Pemrograman Bahasa C pada Kelas Virtual Berbasis Moodle	Azizah Zakiah
A14	Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Menggunakan Metode Certainty Factor (CF) untuk Pengobatan Ramuan Tradisional (Herbal)	Sukenda Iwan Rijayana Reni Aprilia
A15	Aplikasi Client Radio Streaming Berbasis Android untuk Perantau Minang Pesisir Selatan	Apri Junaidi
A16	Sistem Rekomendasi pada Fitur Iklan Online Menggunakan Metode Klasifikasi dengan Algoritma CHAD	Feri Sulianta Eka Angga Laksana
A17	Program Sistem Pakar dalam Membantu Calon Mahasiswa Menentukan Minat Studi di Universitas	Amriana Nurhani Amin
A18	Penentuan Kualitas Ikan Nila Menggunakan Teknik GLCM (Gray-Level Co-Occurrence Matrix) dengan Metode Algoritma Naïve Bayes dan SVM (Support Vector Machine)	Ari Purno Wahyu W Eka Purnama Sumantri
A19	Perencanaan Preventive Maintenance dan Replacement Mesin Menggunakan Algoritma Genetika Umum	Yeny Krista Franty Budhi Handoko Gumgum Darmawan Sri Winarni
A20	Pembuatan Game “D.O.M” Menggunakan Unity	Rian Pratama Jeanny Pragantha Darius Andana Haris
A21	Cloud Removal Menggunakan Metode Interpolasi pada Citra Landsat 8	Jehoshaphat Christian Ray Dyah Erny Herwindiati Sidik Mulyono
A22	Pembuatan Game Tower Defense Shooter “Fortress Defender W-AR” dengan Fitur Augmented Reality	Vicky Irmawan Jeanny Pragantha Rendi Kristyadi
A23	Analisis Sensitivitas Simulated Annealing Algorithm dalam Penjadwalan Preventive Maintainance Mesin Industri Menggunakan Desain Faktorial	Budhi Handoko Yeny Krista Franty Sri Winarni
A24	Pemilihan Jurusan Siswa SMA Menggunakan Metode Pendukung Keputusan Fuzzy MADM	Fata Nidaul Khasanah Rita Wahyuni Arifin
A25	Evaluasi Penilaian Kinerja Penyelesaian Klaim pada Asuransi Kesehatan dengan Menggunakan Metode Simple Additive Weighting	Fahrul Nurzaman

A26	Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Menggunakan Metode Certainty Factor (CF) untuk Pengobatan Ramuan Tradisional (Herbal)	Sukenda Iwan Rijayana Reni Aprilia	155
A27	Penentuan Parameter pada Algoritma Klasifikasi K-Nearest Neighbor Berbasis Algoritma Genetika	Karno	165
A28	Identifikasi Provinsi di Indonesia Berdasarkan Produksi Tanaman Pangan Menggunakan Algoritma K-Means Clustering	Titi Purwandari Yuyun Hidayat	170
A29	Prosedur Komputasi Penalized Quasi Likelihood dalam Penaksiran Parameter Model Regresi Poisson Multilevel	Bertha Tantular Resa Septiani Pontoh Defi Yusti Faidah	174
A30	Part-of-Speech Tagging untuk Bahasa Indonesia Menggunakan Stanford POS-Tagging	Viny Christanti Jeanny Pragantha Victor	179
A31	Penerapan Optimasi Multi Respon Menggunakan Desirability Function	Sri Winarni Budhi Handoko Yeny Krista Franty	186

B. INFORMATION SYSTEM

B1	Audit Tata Kelola TI di Perusahaan (Studi Kasus XYZ Cargo)	Johanes Fernandes Andry	1
B2	Implementasi Aplikasi Optimalisasi Evaluasi Sistem Informasi Ketahanan Pangan Berbasis Sistem Pakar dalam Menunjang Kebijakan Regulasi Pemerintah Daerah	Fauziah Ratih Titi Komalasari Aris Gunaryati	10
B3	Business Intelligence for Cost Analysis in Construction Project	I Wayan Sugata Agus Widodo INS Kumara	14
B4	IT Strategic Planning pada UKM XYZ Tahun 2016-2020	Elizabeth	19
B5	Sistem Informasi Absensi dan Pengupahan Karyawan PT Gunung Jati dengan Menggunakan Scan Barcode Reader Android	Bay Haqi	30
B6	Perancangan Model Penilaian Kapabilitas Proses Manajemen Resiko Keamanan Informasi Menggunakan ISO 27005 dan ISO 33020. Studi Kasus: Pusat Komunikasi Kementerian Luar Negeri	Alfred Saut Kridanto Surendro	3
B7	Sistem Rekomendasi Pemilihan Karyawan Terbaik Membandingkan Metode SAW dan AHP (Studi Kasus: BANGKESBANGPOL JABAR)	Uung Ungkawa Youllia Indrawaty Gilang Muhamad Ramadhan	4

PART-OF-SPEECH TAGGING UNTUK BAHASA INDONESIA MENGGUNAKAN STANFORD POS-TAGGING

¹⁾ Viny Christanti M. , M.Kom, ²⁾ Ir. Jeanny Pragantha, M.Eng dan ³⁾ Victor

^{1, 2, 3)} Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara, Jakarta
email : viny@untar.ac.id

ABSTRACT

Part-of-Speech Tagging (POS tagging) is the process of marking words in a text. Giving the class of words will depend on the relationship of the word with the next word. The relationship will be seen in the form of words, phrases, or paragraphs. The purpose of designing this application program is to implement the Stanford POS-tagging for Indonesian language.

This application is tested using 50 training document which has 14 484 words and 10 testing documents consisting of 1,897 words. Testing is done in 3 scheme. Each scheme provides different features. The highest accuracy results obtained in scheme 1 which shows the accuracy of 88.98%. In the first scheme, the number of words that obtained the correct word class is 1,688 words and the number of words that obtained wrong word class is 209 words. These results indicate that the use of appropriate features affect the outcome of the POS-tagging.

Key words

Stanford POS-Tagging, Maximum Entropy, POS Tagging

1. Pendahuluan

Dalam perkembangan teknologi, kebutuhan akan informasi menjadi semakin penting dan menjadi kebutuhan mendasar setiap manusia. Informasi dapat disampaikan melalui berbagai media salah satunya adalah melalui media elektronik. Informasi dapat disampaikan dalam berbagai bentuk seperti gambar, video atau tulisan. Setiap informasi teks disampaikan dalam berbagai bahasa. Informasi tersebut dapat dipahami oleh manusia tergantung pada bahasa masing-masing.

Bahasa adalah suatu sistem dari lambang bunyi arbitrer yang dihasilkan oleh alat ucapan manusia dan dipakai untuk berkomunikasi, bekerja dan mengidentifikasi dirinya. Bahasa yang biasa digunakan terdiri dari dua jenis yaitu bahasa lisan yang merupakan bahasa primer dan bahasa tulisan adalah bahasa sekunder [1]. Informasi tersebut dapat disampaikan dalam bentuk berita, pengetahuan umum, blog atau social media lainnya.

Penggunaan komputer dalam menyampaikan informasi sudah umum digunakan. Dengan kemajuan teknologi saat ini, memungkinkan komputer dapat memahami bahasa manusia dalam menyampaikan

informasi. Penelitian dalam pengolahan bahasa untuk komputer menjadi salah satu dasar tercapainya kemampuan komputer dalam memahami bahasa manusia.

Dalam pengolahan bahasa, salah satu konsep yang perlu dipahami untuk mengolah dan menggunakan tata bahasa atau aturan yang sesuai atau yang baik dan benar adalah menentukan kelas kata. Kelas kata adalah penggolongan kata menurut bentuk, fungsi, dan maknanya. Pemberian kelas kata atau yang disebut *Part-of-speech tagging* adalah proses memberikan kelas kata kepada setiap kata dalam suatu kalimat berdasarkan konteks dari kata-kata yang berdekatan [2].

Pemberian kelas kata secara otomatis dapat dilakukan dengan berbagai macam metode seperti *Maximum Entropy*, *Rule Based* dan lain sebagainya. Berbagai penelitian sudah dilakukan untuk membuat sistem pemberian kelas kata secara otomatis. Salah satunya adalah Stanford University telah menghasilkan *POS-tagger* dengan metode *Maximum Entropy* untuk bahasa Inggris. *Stanford POS-tagger* sudah banyak diimplementasikan untuk bahasa lain seperti Arab dan Chinese [3]. *Stanford POS-tagger* merupakan salah satu aplikasi pemberi kelas kata yang akurat. Oleh karena itu pada tulisan ini dijabarkan bagaimana implementasi *Stanford POS-tagger* untuk bahasa Indonesia.

Permasalahan yang muncul dalam perancangan ini adalah bagaimana sistem *Stanford POS Tagger* melakukan training pada dokumen, menentukan jenis tagset bahasa Indonesia dan bagaimana sistem *Stanford POS Tagger* dapat memberikan kelas kata untuk dokumen bahasa Indonesia yang benar. Tujuan perancangan ini adalah mengimplementasi *Stanford POS tagger* untuk bahasa Indonesia dan mengetahui akurasi pemberian *POS tag* untuk bahasa Indonesia dengan metode *Maximum Entropy* berdasarkan fitur-fitur yang ada.

2. Dasar Teori

2.1 Kelas Kata dan POS-tagging

Dalam mempelajari bahasa alami terdapat beberapa tahapan yaitu fonetik atau fonologi, morfologi, sintaksis, leksikal, semantik dan pragmatik [4]. Tahapan sintaksis adalah tahapan yang berhubungan dengan pemahaman mengenai urutan kata dalam pembentukan kalimat dan

hubungan antar kata tersebut dalam proses perubahan bentuk dari kalimat menjadi bentuk yang sistematis.

Proses pemahaman kata secara sintaktis adalah mengatur tata letak suatu kata dalam kalimat yang dapat dikenali bagian-bagian kata dalam suatu kaimat yang lebih besar. Contoh pada sebuah kalimat S dapat dibentuk dari *noun phrase* (NP) dan *verb phrase* (VP). Sedangkan NP dapat berupa *determinant* (DET) atau *noun* (N). VP dapat berupa *verb* (V) atau *noun phrase* (NP). NP pada VP dapat berupa *noun* (N).

$S \rightarrow NP, VP$ (tony, makan);

$NP \rightarrow DET, N;$

$VP \rightarrow V, NP;$

$NP \rightarrow N$

Dalam membentuk sebuah kalimat yang dilakukan pada tahapan sintaktis, diperlukan pengetahuan tentang kelas kata dari setiap kata. Mana kata yang termasuk sebagai kata benda atau kata kerja dan kelas kata lainnya. Proses pengenalan kelas kata dapat dilakukan menggunakan kamus bahasa.

Kelas kata atau sering juga disebut dengan jenis kata adalah pengelompokan atau penggolongan kata untuk menemukan suatu sistem dalam bahasa [5]. Kata merupakan bentuk yang sangat kompleks yang tersusun atas beberapa unsur. Kelas kata terbagi menjadi lima yang didasarkan pada kategori sintaksis, fungsi, dan arti yaitu Nomina, Verba, Adjektiva, Adverbia dan Kata Tugas.

Part-of-Speech Tagging (*POS tagging* atau *POST*) adalah proses menandai kata-kata dalam sebuah teks yang berhubungan dengan *part-of-speech* tertentu, contohnya hubungan dengan kata-kata yang berdekatan dan terkait dalam kalimat, frase, atau paragraf [6]. *Part-of-speech* atau kelas kata adalah salah satu kelompok klasifikasi kata-kata yang sesuai fungsinya dalam suatu konteks, termasuk kata-kata seperti kata benda, kata kerja, kata sifat, kata keterangan, dan lain-lain.

POS tagging dilakukan secara manual, yaitu dengan bantuan satu atau beberapa ahli bahasa untuk memberikan *tag* yang sesuai untuk tiap kata. Namun *POS tagging* secara manual memakan banyak waktu dan biaya. Hal ini menimbulkan kebutuhan akan suatu aplikasi yang dapat memberikan atau melakukan *POS tagging* secara otomatis [8]. Metode untuk membangun sistem ini ada tiga yaitu [2]:

1. Metode *Rule Based*

Sistem memiliki aturan pelabelan yang pengetahuannya berasal dari para ahli bahasa. Metode ini menggunakan biaya dan waktu yang sangat besar, karena pertama harus dilakukan secara manual, kedua meminta bantuan para ahli untuk membantu membuatkan *tag*, ketiga biaya yang dikeluarkan untuk membayar para ahli tersebut dan biaya operasional.

2. Metode Statistik

Metode ini menggunakan probabilitas dari kata-kata yang muncul dalam data *training* yang kemudian akan digunakan untuk menentukan *tag* yang tepat pada kalimat yang baru. Dengan metode ini biaya dan waktu yang digunakan

dapat diminimalkan, karena semuanya dapat dilakukan dalam jangka waktu yang tidak terlalu lama, serta biaya operasional yang minimal.

3. Metode *Transformation Based*

Metode ini adalah salah satu metode berbasis korpus yang mencakup kekuatan dua dunia dapat dikatakan gabungan kedua metode sebelumnya. Metode ini mengatasi ketidakjelasan dan kompleksitas tanpa mengurangi keakurasiannya.

2.2 *Stanford POS Tagger*

Stanford POS Tagger adalah aplikasi untuk membaca teks dan menentukan kelas kata bahasa tiap kata (dan token lainnya), seperti kata benda, kata kerja, kata sifat, dan lain-lain. Walaupun secara umum aplikasi komputasi menggunakan *POS tags* yang lebih baik seperti kata benda jamak. *Tagger* ini awalnya ditulis oleh Kristina Toutanova. Sejak saat itu Dan Klein, Christopher Manning, William Morgan, Anna Rafferty, dan Michel Galey telah meningkatkan kecepatan, kinerja, kegunaan, dan dukungan untuk bahasa lain [2].

Stanford POS Tagger menggunakan atau mengadopsi *maximum entropy approach* karena memungkinkan masuknya berbagai sumber informasi tanpa menyebabkan fragmentasi dan tanpa harus mengasumsikan kebebasan antara predictor [2]. *Tagset* yang digunakan adalah *Penn Treebank Tagset*. *Maximum Entropy* adalah rata-rata nilai informasi yang maksimum untuk suatu himpunan kejadian X dengan distribusi nilai probabilitas yang seragam [9].

Maximum Entropy Models akan menentukan kemungkinan untuk setiap tag t dalam serangkaian tag T dari kemungkinan tag kata yang diberikan dan konteksnya adalah h , yang biasanya didefinisikan sebagai urutan dari beberapa kata dan tag kata sebelumnya. Tagging adalah proses penempatan serangkaian kemungkinan maksimum tag dari serangkaian kata-kata. Model ini dapat digunakan untuk memperkirakan probabilitas dari urutan tag $t_1 \dots t_n$ diberikan kalimat $w_1 \dots w_n$ [9]:

$$P(t_1 \dots t_n | w_1 \dots w_n) = \prod_{i=1}^n P(t_i | t_1 \dots t_{i-1}, w_1 \dots w_n) \\ \approx \prod_{i=1}^n P(t_i | h_i) \quad \dots(1)$$

Dimana

$P(t_i | h_i)$ = probabilitas konteks h_i dari tag t_i

P = probability atau probabilitas

w = word atau kata

t = tag, jenis tag yang akan diberikan kepada konteks

h = konteks atau kata yang akan dicari probabilitasnya

Dasar pemikiran dari pemodelan maximum entropy adalah untuk memilih distribusi probabilitas p yang memiliki entropy tertinggi dari distribusi yang memenuhi kriteria dari beberapa kendala. Kendala-kendala tersebut membatasi model untuk berjalan sesuai dengan satu set statistik yang terkumpul dari data training. Data statistik dinyatakan sebagai nilai-nilai yang diharapkan dari fungsi yang sesuai yang didefinisikan pada konteks h dan tag t . Secara khusus kendala mengharapkan fitur untuk model sesuai dengan harapan empiris dari data training [2].

Contoh, jika menginginkan model untuk men-tag kata *make* sebagai kata kerja atau kata benda dengan frekuensi yang sama dengan model empiris yang disebabkan oleh data training, maka fitur didefinisikan sebagai berikut [8]:

$$f_1(h, t) = 1 \text{ iff } w_i = \text{make and } t = \text{NN}$$

$$f_2(h, t) = 1 \text{ iff } w_i = \text{make and } t = \text{VB}$$

Keterangan:

$f(h, t)$ = fitur dari konteks h tag t

f = feature atau fitur

w = word atau kata

t = tag, jenis tag yang akan diberikan kepada konteks

h = konteks atau kata yang akan dicari probabilitasnya

Beberapa hal umum yang menggunakan statistik untuk *part of speech tagging* adalah seberapa sering suatu jenis kata di-tag dalam berbagai cara, seberapa sering dua tag muncul berurutan atau tiga tag muncul berurutan. Ini terlihat seperti statistik yang digunakan oleh model Markov. Tetapi dalam kerangka maximum entropy mungkin dengan mudah dapat menentukan dan menggabungkan statistik yang lebih kompleks, tidak terbatas oleh n-gram sequence (Model n-gram sequence adalah jenis model probabilistik untuk memprediksi kata yang dicari pada urutan berikutnya [10]).

Pada model ini terdapat fitur template khusus untuk kata-kata yang jarang muncul dalam data training, untuk meningkatkan prediksi terhadap unknown words. Fitur ini adalah subset fitur yang terdapat dalam penelitian Kristina Toutanova pada tahun 2003 [2].

3. Hasil Pengujian

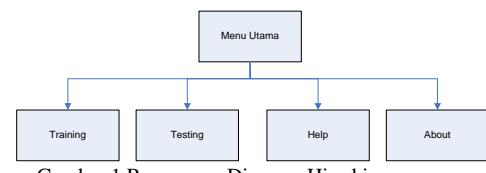
Tujuan dari perancangan ini adalah untuk melakukan *tagging* pada suatu kalimat sehingga dapat diketahui tag tiap katanya. Data yang digunakan dalam aplikasi ini berupa kata yang sesuai dengan ejaan yang disempurnakan dalam bahasa Indonesia. Data yang diproses oleh program adalah dokumen artikel berita berbahasa Indonesia yang telah diubah ke dalam format .txt. Jumlah dokumen yang digunakan pada perancangan ini adalah sebanyak 60 dokumen artikel berita. Terdiri dari 50 dokumen artikel untuk proses *training* dan 10 dokumen artikel untuk proses pengujian

Tagset yang digunakan sebagai kelas kata pada perancangan ini adalah tagset yang sudah disesuaikan untuk bahasa Indonesia. Tabel 1 adalah daftar tagset yang digunakan pada perancangan ini.

Tabel 1 Daftar tagset yang disesuaikan untuk bahasa Indonesia
Sumber: [8]

No.	Category	Postname (Tag) Berdasarkan Penn Treebank POS tagset untuk Bahasa Indonesia
1	Kata Benda/Noun (NN)	Kata Benda Tunggal (NN) Kata Benda Jamak (NNS)
2	Kata Kerja/Verb (VB)	Kata Kerja (VB)
3	Kata Sifat/Adjective (JJ)	Kata Sifat (JJ)
4	Kata Keterangan/Adverb (RB)	Kata Bantu Kerja (RB) Kata Tanya (WRB)
5	Preposition (IN)	Kata Ganti (IN)
6	Kata Penghubung/Conjunction	Kata Penghubung Setara (CC)
7	Kata Ganti/Pronoun	Kata Ganti (PRP)
8	Kata Seru/Interjection (UH)	Kata seru (UH)
9	Tanda Baca/ Punctuation (PUN)	Tanda Baca (PUN)
10	Simbol/Symbol (SYM)	Symbol (SYM)
11	Determiner (DT)	Determiner (DT)
12	Partikel/Particle (RP)	Partikel (RP)
13	Cardinal Numeral	Angka (CD)
14	Negation (NEG)	Negation (NEG)
15	Kata Asing/Foreign Word (FW)	Kata Asing (FW)

Perancangan diagram hirarki bertujuan untuk mendapatkan gambaran mengenai modul yang dibuat. Rancangan diagram hirarki dapat dilihat pada Gambar 1. Tampilan pertama dalam program aplikasi ini adalah menu utama yang menampilkan empat tombol menu yang mengarah ke modul-modul yang dapat dipilih pengguna, yaitu: modul *training*, modul *testing*, modul *help*, dan modul *about*.



Gambar 1 Rancangan Diagram Hirarki

Pembuatan sistem diawali dengan membuat rancangan sistem yang digunakan. Setelah itu dilakukan tahap pembuatan program aplikasi yang dimulai dari pembuatan GUI (*graphical user interface*) sampai dengan pengujian hasil dan evaluasi hasil *pos tagging* dari program yang dirancang. Program aplikasi dibuat dengan menggunakan *software* NetBeans IDE 7.0.1. Modul yang dibuat pada aplikasi ini adalah:

1. Modul Utama

Pada Menu Utama terdapat 5 buah *button* yang dapat anda pilih untuk melakukan berbagai navigasi dalam program. *Button Testing* untuk memanggil modul *testing*, *button Training* untuk memanggil modul *training*, *button about* untuk memanggil modul *about*, *button help* untuk

memanggil modul help, dan *button* exit untuk mematikan aplikasi. Modul utama dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Modul Utama

2. Modul Training

Pada Modul ini proses *training* dilakukan. Modul ini berisi tentang fungsi program dalam membuat **Model** baru dengan menggunakan **fitur-fitur** yang ada dengan data training yang sudah disiapkan. Modul *training* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Modul *Training*

3. Modul Testing

Pada Modul ini dapat dilakukan pengenalan *tag* atau kelas kata dengan menggunakan dok **Model** yang telah Anda buat pada proses *Training*. Modul *testing* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Modul *Testing*

Tahap-tahap dalam pengujian sistem, antara lain :

1. Mengumpulkan dokumen artikel yang digunakan sebagai bahan pengujian program. Dokumen artikel didapat dari beberapa *website* seperti www.kompas.com. Artikel yang digunakan adalah sebanyak 60 buah dokumen artikel. Sebanyak 50 dokumen digunakan untuk proses *training* dan 10 dokumen digunakan untuk proses *testing*.
2. Melakukan pengujian terhadap setiap modul dan tombol untuk mengecek apakah semua modul dan tombol yang terdapat pada program berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya masing-masing.
3. Melakukan proses *training* untuk menghasilkan *model* yang dapat digunakan pada proses *testing* selanjutnya.

Pengujian keseluruhan terhadap aplikasi ini dilakukan dengan menjalankan Modul-Modul yang tersedia, yaitu Modul utama, Modul *training*, dan Modul *testing*, Modul hasil *testing*. Pengujian terhadap seluruh Modul dapat dikatakan berhasil karena seluruh Modul berjalan dengan baik. Semua menu dan tombol dalam masing-masing Modul dapat menjalankan fungsinya dengan baik.

Setelah melakukan pengujian fungsi tombol pada setiap modul, tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian terhadap sistem POS-tagger bahasa Indonesia secara keseluruhan. Terdapat 3 pengujian yang dilakukan. Dimana setiap fitur akan ditraining terhadap 50 dokumen yang training yang terdiri dari 14.484 kata. Pada tabel 2 dapat dilihat skema pengujian yang dilakukan. Pada setiap skema terdiri dari beberapa fitur.

Tabel 2 Daftar set Fitur yang digunakan pada pengujian

Set fitur ke-	Fitur yang digunakan
1	left3words, naacl2003unknowns
2	left3words, wordshapes(-1,1), naacl2003unknowns
3	left3words, prefix(6), suffix(6), wordshapes(-1,1), naacl2003unknowns

Contoh keterangan pada setiap fitur yang digunakan pada pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Contoh keterangan fitur yang digunakan pada pengujian

Nama Fitur	Keterangan Fitur
left3words	Fitur untuk melakukan pemeriksaan pada kata yang dicari dan dua kata sebelumnya
prefix(6)	Fitur untuk melakukan pemeriksaan prefix atau awalan pada kalimat atau kata yang dicari
suffix(6)	Fitur untuk melakukan pemeriksaan suffix atau akhiran pada kalimat atau kata yang dicari

Setelah dilakukan training pada 50 dokumen, maka tahap berikutnya adalah pengujian dengan dokumen training. Testing dilakukan terhadap 10 dokumen artikel, dengan jumlah seluruh kata sebanyak 1.897 kata. Hasil pengujian evaluasi terhadap *tagging* dengan menggunakan tiga set fitur dapat dilihat pada **Tabel 4**, **5** dan **6**.

Tabel 4 Hasil Pengujian set fitur satu

Nama	Jumlah Kata	Jumlah Kata benar	Jumlah Kata salah
dok1	149	129	20
dok2	320	292	28
dok3	156	139	17
dok4	156	145	11
dok5	209	187	22
dok6	110	103	7
dok7	290	263	27
dok8	190	163	27
dok9	206	175	31
dok10	111	92	19
Total	1.897	1.688	209

Tabel 5 Hasil Pengujian set fitur dua

Nama	Jumlah Kata	Jumlah Kata benar	Jumlah Kata salah
dok1	149	123	26
dok2	320	272	48
dok3	156	132	24
dok4	156	131	21
dok5	209	168	41
dok6	110	89	21
dok7	290	254	36
dok8	190	160	30
dok9	206	161	45
dok10	111	91	20
Total	1.897	1.585	312

Tabel 6 Hasil Pengujian set fitur tiga

Nama	Jumlah Kata	Jumlah Kata benar	Jumlah Kata salah
dok1	149	125	24
dok2	320	291	29
dok3	156	132	24
dok4	156	139	17
dok5	209	179	30
dok6	110	91	19
dok7	290	247	43
dok8	190	165	25
dok9	206	156	50
dok10	111	84	27
Total	1.897	1.609	288

Persentasi hasil pemberian *pos tagging* terhadap 10 dokumen Bahasa Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7 Persentasi hasil pemberian *tag* pada dokumen bahasa Indonesia

Set fitur ke-Dokumen ke-	Fitur satu	Fitur dua	Fitur tiga
1	86,58%	82,55%	83,89%
2	91,25%	85%	90,94%
3	89,10%	84,61%	84,61%
4	92,95%	86,54%	89,10%
5	89,47%	80,38%	85,64%
6	93,64%	86,54%	90%
7	90,69%	87,59%	85,17%
8	85,79%	84,21%	87,86%
9	84,95%	78,15%	75,73%
10	82,88%	81,98%	75,67%
Total	88,98%	83,55%	84,82%

Evaluasi hasil tagging dilakukan dengan cara membandingkan secara manual hasil *tagging* dari masing-masing dokumen artikel dan hasil *tagging* dengan proses pemberian *tagging manual*. Dengan kata lain, mencocokan antara hasil *testing* dengan data *training*. Hasil dari penghitungan secara manual ini menghasilkan nilai dari tiga set fitur yang berbeda yaitu: set fitur satu sebesar 88.98%, set fitur dua sebesar 83.55%, dan set fitur tiga sebesar 84.82% untuk ketepatan pemberian *pos tagging* terhadap bahasa Indonesia dengan implementasi *Stanford POS Tagger*.

Dari hasil testing salah satu set fitur dapat diketahui penerapan aturan bahasa Indonesia pada dokumen testing dari dok10 sebagai berikut:

JAKARTA, KOMPAS.com- Pada akhir perdagangan di Nymex Sabtu dini hari tadi (17/12/2011), harga minyak mentah turun tajam. Minyak mentah Brent North Sea untuk pengiriman Februari turun 25 sen menjadi 103,35 dolar AS pada hari perdagangan pertamanya.

Harga minyak mentah merosot karena tekanan baru dari krisis utang Eropa, setelah Fitch memperingatkan Prancis kemungkinan kehilangan peringkat kredit tingkat teratasnya.

Fitch merevisi prospeknya untuk peringkat kredit Prancis menjadi negatif. Fitch Ratings pada Jumat menegaskan peringkat utang triple-A Prancis, namun merevisi prospek jangka panjang pada peringkatnya menjadi "negatif" dari "stabil".

Fitch menyatakan bahwa intensifikasi dari krisis zona euro sejak Juli merupakan sebuah kejutan negatif signifikan ke wilayah tersebut dan ekonomi Prancis serta stabilitas sektor keuangan.

Gambar 5 Dokumen dok10

Kalimat pada **Gambar 5** akan mendapatkan *tagging* secara manual seperti pada **Gambar 6**.

JAKARTA/NNP ./, KOMPAS.com/NNP -: Pada/RB akhir/NN perdagangan/NN di/RB Nymex/NNP Sabtu/RB dini/RB hari/NN tadi/VB -LRB-/ -LRB- 17/12/2011/CD -RRB-/ -RBR- ./, harga/RB minyak/NN mentah/NN turun/NN tajam/NN ./. Minyak/NN mentah/JJ Brent/NNP North/NNP Sea/NNP untuk/TO pengiriman/NN Februari/NN turun/VB 25/CD sen/NN menjadi/RB 103,35/CD dolar/NN AS/RB pada/RB hari/RB perdagangan/NN pertamanya/NN ./. Harga/NN minyak/NN mentah/RB merosot/VB karena/RB tekanan/NN baru/JJ dari/RB krisis/NN utang/NN Eropa/NN ./, setelah/RB Fitch/NNP memperingatkan/VB Prancis/NNP kemungkinan/NN kehilangan/VB peringkat/NN kredit/NN tingkat/RB teratasnya/RB ./, Fitch/NN merevisi/VB prospeknya/RB untuk/TO peringkat/NN kredit/NN Prancis/NNP menjadi/RB negatif/NN ./, Fitch/NNP

Ratings/NNP pada/RB Jumat/RB menegaskan/VB peringkat/NN utang/VB triple-A/NNP Prancis/NNP ./, namun/CC merevisi/VBT prospek/NN jangka/NN panjang/JJ pada/RB peringkatnya/RB menjadi/RB ``/ negatif/NN ''/ dari/RB ``/ stabil/NN /. Fitch/NN menyatakan/VB bahwa/RB intensifikasi/NN dari/RB krisis/NN zona/NN euro/NN sejak/VB Juli/NN merupakan/VB sebuah/RB kejutan/NN negatif/NN signifikan/JJ ke/TO wilayah/NN tersebut/VB dan/CC ekonomi/NN Prancis/NN serta/RB stabilitas/NN sektor/NN keuangan/NN ./.

Gambar 6 Hasil tag secara manual

Sedangkan dari hasil pemberian *tagging* dengan program, dapat dilihat pada **Gambar 7**.

JAKARTA/NNP ./, KOMPAS.com/NNP -: Pada/RB akhir/NN perdagangan/NN di/RB Nymex/NNP Sabtu/NNP dini/VBI hari/RB tadi/VB -LRB-/NNP 17/12/2011/CD -RRB-/NNP ./, harga/RB minyak/NN mentah/NN turun/NN tajam/NN ./, Minyak/VB mentah/VB Brent/NNP North/NNP Sea/NNP untuk/TO pengiriman/NN Februari/NN **turun/NN** 25/CD sen/NN menjadi/RB 103,35/CD dolar/NN AS/RB pada/RB hari/RB perdagangan/NN pertamanya/NN ./, Harga/CD minyak/NN mentah/RB merosot/VB karena/RB tekanan/NN baru/JJ dari/RB krisis/NN utang/NN Eropa/NNP ./, setelah/RB Fitch/NN memperingatkan/VB Prancis/NN kemungkinan/NN kehilangan/NN peringkat/NN kredit/NN tingkat/RB teratasnya/RB ./, Fitch/NN merevisi/VB prospeknya/RB untuk/TO peringkat/NN kredit/NN Prancis/NN menjadi/RB negatif/NN ./, Fitch/NNP Ratings/NNP pada/RB Jumat/RB menegaskan/VB peringkat/NN utang/VB triple-A/NNP Prancis/NNP ./, namun/CC merevisi/VBT prospek/NN jangka/NN panjang/JJ pada/RB peringkatnya/RB menjadi/RB ``/CD negatif/NN ''/NN dari/RB ``/CD stabil/NN ./, Fitch/NN menyatakan/VB bahwa/RB intensifikasi/NN dari/RB krisis/NN zona/NN euro/NN sejak/VB Juli/NN merupakan/VB sebuah/RB kejutan/NN negatif/NN signifikan/NN ke/TO wilayah/NN tersebut/VB dan/CC ekonomi/NN Prancis/NN serta/RB stabilitas/NN sektor/NN keuangan/NN ./.

Gambar 7 Hasil tag program

Dari hasil testing dari salah satu set fitur dapat diketahui penerapan aturan bahasa Indonesia pada dokumen testing sebagai berikut:

Minyak mentah Brent North Sea untuk pengiriman Februari turun 25 sen menjadi 103,35 dolar AS pada hari perdagangan pertamanya.

Kalimat di atas akan mendapatkan tag secara manual sebagai berikut:

Minyak/NN mentah/RB Brent/NNP North/NNP Sea/NNP untuk/TO pengiriman/NN Februari/NN **turun/VB 25/CD sen/NN menjadi/RB 103,35/CD dolar/NN AS/RB pada/RB hari/NN perdagangan/NN pertamanya/NN ./.**

Sedangkan dari hasil pemberian *tagging* dengan program, didapat hasil:

Minyak/VB mentah/RB Brent/NNP North/NNP Sea/NNP untuk/TO pengiriman/NN Februari/NN **turun/NN 25/CD sen/NN menjadi/RB 103,35/CD dolar/NN AS/RB pada/RB hari/NN perdagangan/NN pertamanya/NN ./.**

Perubahan tag pada kata **turun/VB** menjadi **turun/NN** dapat disebabkan karena jumlah kata yang memiliki tag **NN** sebelum kata yang memiliki tag **CD** lebih banyak dibandingkan tag **VB**. Sehingga probabilitas kata mendapatkan tag **NN** lebih besar dibandingkan tag **VB**.

Kesalahan lain dapat terjadi karena struktur imbuhan yang belum sempurna untuk bahasa Indonesia. Implementasi Stanford POS-Tagging pada penelitian ini belum memperhatikan bentuk dan struktur kalimat bahasa Indonesia secara lengkap karena hanya mengadapati POS-tagging untuk bahasa Inggris. Namun secara keseluruhan POS-tagging dengan metode *Maximum Entropy* dari Stanford ini dapat digunakan untuk memberikan *tagging* kalimat bahasa Indonesia.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap program aplikasi dan hasil ringkasan, maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Program POS Tagging Bahasa Indonesia dapat memberikan *tagging* pada dokumen bahasa Indonesia. Hal ini dibuktikan dengan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap 50 dokumen *training* yang memiliki 14.484 kata dan 10 dokumen *testing* yang terdiri dari 1.897 kata.
2. Hasil *tagging* terbaik diperoleh dengan menggunakan set fitur *left3words* dan *naacl2003unknowns*. Hasil *tagging* yang benar sebanyak 1.688 kata (88,98%) dan hasil *tagging* salah sebanyak 209 kata.
3. Pada saat menggunakan set fitur *left3words*, *wordshapes(-1,1)* dan *naacl2003unknowns* hasil *tagging* yang benar adalah sebanyak 1.585 kata (83,55%) dan hasil *tagging* salah sebanyak 312 kata.
4. Hasil *tagging* yang benar sebanyak 1.609 kata (84,82%) dan hasil *tagging* salah sebanyak 288 kata diperoleh dengan menggunakan set fitur *left3words*, *prefix(6)*, *suffix(6)*, *wordshapes(-1,1)*, dan *naacl2003unknowns*.

SARAN

Saran yang dapat diberikan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam melakukan *training* sebaiknya menggunakan lebih banyak jenis *tag* pada data *training* sehingga ketepatan dalam pemberian *tag* dapat meningkat.
2. Pengujian terhadap penggunaan fitur dilakukan kembali secara terperinci agar mendapatkan hasil yang lebih maksimal dalam pemilihan fitur untuk membangun model POS-tagger.
3. Fitur yang digunakan pada Stanford POS-tagging sebaiknya disesuaikan dengan bahasa Indonesia seperti memperbaiki daftar imbuhan yang digunakan untuk bahasa Indonesia.

REFERENSI

- [1] Chaer, Abdul. *Linguistik umum*. Penerbit Rineka Cipta, 2007.
- [2] Toutanova, Kristina, and Christopher D. Manning. "Enriching the knowledge sources used in a maximum entropy part-of-speech tagger." *Proceedings of the 2000 Joint SIGDAT conference on Empirical methods in natural language processing and very large corpora: held in conjunction with the 38th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics-Volume 13*. Association for Computational Linguistics, 2000.
- [3] AlGahtani, Shabib, William Black, and John McNaught. "Arabic part-of-speech tagging using transformation-based learning." *Proceedings of the Second International Conference on Arabic Language Resources and Tools*. 2009.
- [4] Smeaton, Alan F. "Natural language processing and information retrieval." *Inf. Process. Manage.* 26.1 (1990): 19-20.
- [5] Kridalaksana, Harimurti. *Kelas kata dalam bahasa Indonesia*. Gramedia Pustaka Utama Cet ke-4, 2004.
- [6] Pisceldo, Femphy, Ruli Manurung, and Mirna Adriani. "Probabilistic part-of-speech tagging for bahasa indonesia." *Third International MALINDO Workshop, Colocated Event ACL-IJCNLP*. 2009.
- [7] Endah Purnamasari, Implementasi Program Brill Tagger Memberikan POS Tagging pada Dokumen Bahasa Indonesia, Jakarta: Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Tarumanagara (Skripsi tidak dipublikasikan)
- [8] Chandrawati, Triastuti. "Pengembangan part of speech tagger untuk bahasa Indonesia berdasarkan metode conditional random fields dan transformation based learning." *Tersedia (online): <http://www.lontar.ui.ac.id/opac/themes/libri2/detail.jsp>* (2008).
- [9] The Stanford Natural Language Processing Group, *Stanford Log-linear Part-Of-Speech Tagger*, <http://nlp.stanford.edu/software/tagger.shtml>
- [10] MacKay, David JC. *Information theory, inference and learning algorithms*. Cambridge university press, 2003.

Viny Christanti M., M.Kom, memperoleh gelar M.Kom dari Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia. Saat ini aktif mengajar di Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara.

Jeanny Pragantha, M.Eng., Saat ini aktif mengajar di Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara.

Victor, memperoleh gelar S.Kom dari Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara.