

Teknologi Pemrosesan Bahasa Alami sebagai Teknologi Kunci untuk Meningkatkan Cara Interaksi antara Manusia dengan Mesin¹

Perkembangan Teknologi Komputer

Teknologi adalah aplikasi praktis suatu pengetahuan, khususnya dalam suatu bidang tertentu. Teknologi berkembang semakin cepat dari waktu ke waktu karena penemuan satu teknologi baru dapat mempercepat penemuan teknologi berikutnya. Dalam sejarah peradaban manusia, terdapat banyak penemuan yang dapat menghasilkan teknologi yang berpengaruh besar terhadap kehidupan manusia. Sebagai contoh, penemuan teknologi mesin uap oleh Thomas Savery (1689) yang selanjutnya disempurnakan oleh James Watt menjadi bentuk yang lebih memungkinkan digunakan pada berbagai aplikasi, penemuan teknologi telpon oleh Alexander Graham Bell (1876), atau penemuan teknologi komputer.

Perkembangan teknologi komputer dimulai dengan teknologi komputer analog. Pada komputer analog, besaran yang akan diproses dan yang dihasilkan, direpresentasikan dalam suatu rentang nilai tertentu yang disesuaikan dengan nilai besarnya.

Salah satu catatan paling awal penemuan teknologi komputer adalah mesin buatan seorang peneliti dari Jerman yang bernama Wilhelm Schikard (1623) yang menggunakan roda-roda gigi untuk melakukan operasi penjumlahan, perkalian dan pembagian. Setelah ini, tercatat sejumlah penemuan berikutnya untuk membuat mesin-mesin komputasi analog yang semakin berdayaguna.

Penemuan cara representasi secara digital telah menyebabkan berkembangnya cara melakukan komputasi secara digital. Pada sistem digital, hanya dikenal dua keadaan yang biasanya disimbolkan dengan '0' dan '1'. Semua besaran yang akan diproses secara digital harus diubah ke dalam bentuk kode yang berupa deretan '0' dan '1'. Sistem digital lebih handal, lebih fleksibel, dan dapat diimplementasikan dengan banyak alternatif.

Generasi awal komputer digital dibangun dengan teknologi elektro-mekanik, yaitu menggunakan relay elektro-mekanik untuk merepresentasikan kondisi '0' dan '1', diantaranya 'Mark I' yang dikembangkan oleh Howard Aiken (1930). Aiken juga menggunakan konsep '*stored program*' yang disimpan dalam *punch card*.

Salah satu komputer elektronik yang pertama adalah EDVAC (*Electronic Discrete Variable Automatic Computer*) yang dikembangkan oleh John von Neumann's (1945). EDVAC dikenal sebagai komputer elektronik pertama yang menggunakan program yang tersimpan dalam memori. Von Neumann selanjutnya dikenal sebagai bapak komputer modern.

¹ Orasi Ilmiah Dr. Arry Akhmad Arman (Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri – ITB), pada acara Sidang Terbuka Institut Teknologi Bandung dengan acara Peresmian Penerimaan Mahasiswa Baru ITB 2004, 23 Agustus 2004

Pada saat yang hampir bersamaan, dikembangkan ENIAC (*Electronic Numerical Integrator And Computer*, 1946) di Universitas Pennsylvania di Philadelphia. ENIAC dibangun dari sekitar 18.000 tabung hampa, berat hampir 30 ton, memerlukan luas lantai 1800 kaki persegi untuk menyimpannya, serta memerlukan dukungan energi elektrik 175 ribu watt.

Penemuan transistor pada tahun 1948 oleh Shockley dan kawan-kawan di Bell Telephone Laboratories telah menyebabkan perubahan pada bentuk komputer selanjutnya. Tabung hampa mulai digantikan dengan transistor, sehingga dihasilkan komputer yang lebih kecil dimensinya serta konsumsi dayanya. Penemuan teknologi pembuatan IC (*Integrated Circuit*) pada tahun 1960 telah memberikan perubahan yang besar pada perkembangan komputer. Pada awalnya, hanya sampai puluhan transistor dapat disimpan dalam satu IC. Kini, ratusan juta transistor dapat ditempatkan dalam satu keping IC.

Penggunaan IC telah menyebabkan komputer semakin kecil dimensinya, semakin tinggi kemampuannya, juga semakin murah harganya. Perubahan tersebut akhirnya melahirkan bentuk PC (*Personal Computer*), satu komputer ringkas yang dapat dimiliki dan digunakan oleh perorangan. Sebelumnya, komputer hanya ada dalam bentuk sistem besar yang dilengkapi dengan banyak terminal. Apple dan IBM adalah dua perusahaan yang sangat berpengaruh mendorong lahirnya PC seperti yang sering digunakan dimana-mana saat ini.

Pada tahun 2004 ini, sebagian besar PC menggunakan prosesor Pentium-4 buatan Intel. Generasi awal Pentium-4 diperkenalkan pertama kali pada awal tahun 2000-an, dibangun dari 42 juta

transistor dan dapat menjalankan milyaran instruksi per detik. Bandingkan dengan ENIAC yang dibangun dari 18.000 tabung hampa, berat hampir 30 ton, memerlukan konsumsi daya elektrik 175.000 watt dan hanya dapat menjalankan sekitar 800 instruksi per detik.

Bentuk lain perkembangan komputer saat ini adalah munculnya PDA (*Personal Digital Assistant*). PDA pada awalnya hanya dirancang untuk menjalankan fungsi-fungsi praktis seperti pencatatan serta pencarian daftar alamat dan telpon, pencatatan jadwal kegiatan, atau catatan singkat. Namun, sesuai dengan kebutuhan yang berkembang, disertai dengan tersedianya prosesor mikro yang semakin tinggi kemampuannya, PDA mulai mampu menjalankan berbagai aplikasi yang tadinya hanya dapat dijalankan di atas PC. Bahkan, kini telah terjadi perkawinan antara PDA dengan telepon selular menjadi *PDA-phone* atau *smart phone*. Kini, peradaban manusia telah sampai pada suatu keadaan dimana kita tidak mungkin melepaskan diri dari teknologi komputer digital.

Pertanyaan yang menarik untuk dipikirkan adalah '**akan seperti apa bentuk komputer pada akhir abad ini?**'. Berbagai film fiksi ilmiah mencoba menggambarkan bentuk komputer masa depan tersebut. Salah satunya menggambarkan sebuah komputer berbentuk kartu kredit yang dilengkapi dengan :

- prosesor yang sangat kuat dan memori yang sangat besar,
- berbagai sensor untuk menerima masukan dan mendeteksi keadaan di sekitarnya,

- perangkat untuk menghasilkan suara dan memproyeksikan gambar, serta teknologi telekomunikasi nirkabel untuk mengakses jaringan nirkabel yang berada disekitarnya,
- batere yang tahan lama dan manajemen energi yang baik, serta
- kemampuan untuk berinteraksi secara lisan dengan pemakaiannya menggunakan ucapan menggunakan bahasa sehari-hari, bukan bahasa khusus yang rumit.

Komponen-Komponen Pembentuk Komputer Masa Depan Sudah Tersedia Saat Ini

Apakah gambaran komputer masa depan yang disebutkan di atas mungkin menjadi kenyataan. Untuk menjawab pertanyaan tersebut, marilah kita definisikan spesifikasi 'komputer masa depan' tersebut dan melihat ketersediaan teknologi saat ini. Berikut ini adalah spesifikasi komputer masa depan yang diharapkan:

- 1) dapat menerima masukan dalam bentuk suara dan citra,
- 2) memiliki prosesor berkemampuan sangat tinggi,
- 3) memiliki memori sangat besar,
- 4) dapat menyajikan hasil komputasi dalam bentuk ucapan dan proyeksi citra,
- 5) memiliki fasilitas komunikasi nirkabel,
- 6) dapat dioperasikan dengan batere yang tahan lama,

7) memiliki ukuran sebesar dan setipis kartu kredit, dan

8) dapat berinteraksi secara lisan dengan pemakainya menggunakan bahasa alami.

Pada prinsipnya, semua spesifikasi yang disebutkan di atas (spesifikasi 1 sampai dengan 7) dapat dipenuhi oleh komputer saat ini secara terpisah, bahkan spesifikasi 8 sudah mulai tersedia pula dengan kemampuan yang masih terbatas. Walaupun seluruh komponen PC sekarang belum dapat dibuat dalam chip tunggal yang dapat ditanam dalam sebuah kartu, tetapi kartu yang dilengkapi dengan prosesor sudah mulai digunakan pada berbagai aplikasi, termasuk dalam kartu identitas ITB yang akan digunakan mulai tahun 2004 ini. Memori komputer sekarang memang belum cukup untuk menyimpan seluruh pengetahuan yang ada di Internet dalam satu keping memori, tetapi satu buah *flashdisk* yang saat ini banyak digunakan sudah lebih dari cukup untuk menyimpan satu set ensiklopedia. Berbagai fasilitas komunikasi data nirkabel juga tersedia dalam berbagai perangkat PDA generasi terbaru. Penelitian-penelitian untuk mengembangkan teknologi batere yang lebih kecil tetapi berkapasitas besar juga sedang dilakukan secara intensif di berbagai tempat di dunia.

Melihat keadaan teknologi yang sudah dicapai saat ini serta kesadaran bahwa teknologi yang ada sekarang berkembang terus dengan cepat, tidak berlebihan jika berharap komputer yang mendekati 'komputer masa depan' tersebut akan tersedia sebelum abad ini berakhir.

Tentunya, komputer tersebut juga tetap harus dilengkapi dengan perangkat lunak untuk mengedalikan semua sistem serta menjalankan fungsi-fungsinya. Perangkat keras serta sebagian perangkat lunak akan bersifat generik, tetapi sebagian komponen perangkat lunaknya akan bersifat '*language dependent*', yaitu perangkat lunak yang melakukan pemrosesan bahasa alami secara lisan. Bagian berikutnya dari tulisan ini akan difokuskan pada pembahasan teknologi yang berkaitan dengan pemrosesan bahasa alami tersebut.

Teknologi Pemrosesan Bahasa Alami

Pada prinsipnya bahasa alami adalah suatu bentuk representasi dari suatu pesan yang ingin dikomunikasikan antar manusia. Bentuk utama representasinya adalah berupa suara/ucapan (*spoken language*), tetapi sering pula dinyatakan dalam bentuk tulisan.

Bahasa dapat dibedakan menjadi (1) Bahasa Alami, dan (2) Bahasa Buatan. Bahasa alami adalah bahasa yang biasa digunakan untuk berkomunikasi antar manusia, misalnya bahasa Indonesia, Sunda, Jawa, Inggris, Jepang, dan sebagainya. Bahasa buatan adalah bahasa yang dibuat secara khusus untuk memenuhi kebutuhan tertentu, misalnya bahasa pemodelan atau bahasa pemrograman komputer.

Chomsky adalah orang yang pertama kali merepresentasikan bahasa sebagai rangkaian simbol. Chomsky berhasil memperlihatkan bahwa bahasa apapun dapat direpresentasikan dengan suatu cara yang universal. Pemikiran Chomsky yang

merepresentasikan bahasa sebagai kumpulan simbol-simbol dan aturan yang mengatur susunan simbol-simbol tersebut telah membuka peluang untuk melakukan pemrosesan bahasa secara simbolik dengan teknologi komputer, sehingga melahirkan bidang ilmu *Natural Language Processing (NLP)*.

Dipandang dari sisi implementasi teknologinya, pemrosesan bahasa lisan dan tulisan adalah sangat berbeda. Bahasa lisan lebih banyak melakukan pemrosesan bunyi atau suara, sedangkan bahasa tulisan lebih banyak melakukan pemrosesan simbol-simbol tertulis. Sebagai akibatnya, penelitian di bidang bahasa lisan pada awalnya lebih banyak dilakukan dalam bidang "*signal processing*", sedangkan penelitian-penelitian untuk pemrosesan bahasa tulisan lebih banyak dilakukan dalam bidang "*artificial intelligence*" atau kecerdasan buatan yang pada prinsipnya melakukan *symbolic processing*. Saat ini, teknologi yang berkaitan dengan pemrosesan bahasa alami ini sering disebut sebagai "*speech and language technology*", "*natural language processing technology*", "*human language technology*", atau dalam beberapa pertemuan ilmiah para peneliti di bidang ini di Indonesia, menyepakati penggunaan istilah "teknologi bahasa" untuk menyebut teknologi ini. Dari segi keilmuan, bidang ini dikenal sebagai bidang "natural language processing" atau "*computational linguistic*".

Suatu sistem pemrosesan bahasa alami secara lisan dapat dibentuk dari tiga sub-sistem, yaitu sebagai berikut.

- 1) **Sub-Sistem Natural Language Processing (NLP)**, berfungsi untuk melakukan pemrosesan secara simbolik terhadap bahasa tulisan. Beberapa bentuk aplikasi sub-

sistem ini adalah translator bahasa alami (misalnya dari Bahasa Inggris ke Bahasa Indonesia), sistem pemeriksa sintaks bahasa, sistem yang dapat "menyimpulkan" suatu narasi, dan sebagainya.

- 2) **Sub-sistem Text to Speech (TTS)**, berfungsi untuk mengubah text (bahasa tulisan) menjadi ucapan (bahasa lisan).
- 3) **Sub-Sistem Speech Recognition (SR)**, merupakan kebalikan teknologi Text to Speech, yaitu sistem yang berfungsi untuk mengubah atau mengenali suatu ucapan (bahasa lisan) menjadi text (bahasa tulisan).

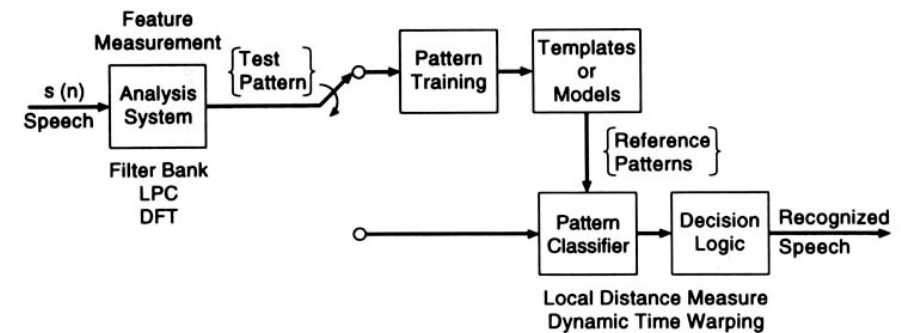
Berbeda dengan kebanyakan sistem lain yang bersifat generik, teknik-teknik yang digunakan dalam pemrosesan bahasa alami bersifat sangat '*language dependent*'. Suatu sistem atau teknik yang berlaku untuk suatu bahasa tidak mudah diterapkan untuk bahasa lainnya.

Sistem Speech Recognition

Sistem *Speech Recognition* atau Sistem Pengenalan Ucapan adalah sistem yang berfungsi untuk mengubah bahasa lisan menjadi bahasa tulisan. Masukan sistem adalah ucapan manusia, selanjutnya sistem akan mengidentifikasi kata atau kalimat yang diucapkan dan menghasilkan teks yang sesuai dengan apa yang diucapkan.

Pada gambar 1. diperlihatkan konfigurasi tipikal suatu sistem Pengenalan Ucapan. Sinyal ucapan $s(n)$ pertama kali akan

dilewatkan pada bagian Penganalisis Ucapan untuk mendapatkan besaran-besaran atau ciri-ciri yang mudah diolah pada tahap berikutnya. Untuk setiap ucapan yang berbeda akan dihasilkan pola ciri yang berbeda.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem Pengenal Ucapan

Penganalisis sintaks biasanya melakukan transformasi sinyal ucapan dari domain waktu ke domain frekuensi. Pada domain frekuensi, untuk kurun waktu yang singkat, setiap sinyal dapat terlihat memiliki ciri-ciri yang unik. Namun demikian, pengucapan suatu unit bunyi ucapan (fonem) seringkali bervariasi antar orang yang berbeda, juga terpengaruh oleh fonem-fonem disekitarnya, kondisi emosi, noise, dan faktor-faktor lainnya.

Sistem Speech Recognition yang dapat mengenali seluruh kata dalam suatu bahasa melakukan pengenalan untuk setiap unit bunyi pembentuk ucapan (fonem), selanjutnya mencoba mencari kemungkinan kombinasi hasil ucapan yang paling dapat diterima.

Sistem yang lebih sederhana adalah sistem yang hanya dapat mengenal sejumlah kata yang jumlahnya terbatas. Sistem ini biasanya lebih akurat dan lebih mudah dilatih, tetapi tidak dapat

mengenal kata yang berada di luar kosa kata yang pernah diajarkan.

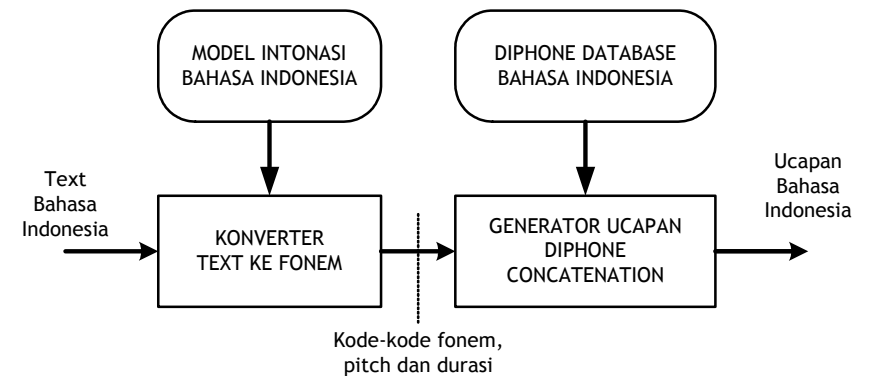
Sistem Speech Recognition biasanya dapat dioperasikan pada dua mode yang berbeda. Pertama adalah mode belajar. Pada mode ini, sistem akan dilatih menggunakan sejumlah kata atau kalimat yang memenuhi suatu kriteria tertentu. Setiap contoh kata atau kalimat ajar tersebut akan menghasilkan pola tertentu yang akan dipelajari oleh sistem dan disimpan sebagai template atau referensi.

Kedua adalah mode produksi atau pengenalan ucapan. Pada mode ini, setiap kalimat yang ingin dikenali akan dianalisis polanya. Berdasarkan hasil perbandingan dengan *template* atau referensi, modul klasifikasi pola serta pengambil keputusan akan mengidentifikasi kata atau kalimat yang diucapkan tersebut.

Pada prinsipnya, teknik-teknik atau algoritma yang digunakan pada sistem Pengenal Ucapan tidak bersifat sensitif terhadap bahasa. Artinya, sistem yang sama dapat digunakan untuk bahasa apapun. Namun demikian, kemampuan sistem untuk mengenali ucapan pada bahasa tertentu sangat tergantung dari *template* atau referensi yang diperoleh melalui proses belajar di dalam sistemnya itu sendiri. Untuk melatih sistem Pengenal Ucapan agar dapat digunakan untuk suatu bahasa yang baru, maka diperlukan korpus untuk melatih sistem tersebut. Korpus yang dimaksud adalah berupa rekaman ucapan yang heterogen dalam volume yang sangat besar serta memenuhi kriteria teknis tertentu.

Semakin besar korpus yang digunakan untuk melatih sistem, akan dihasilkan sistem Speech Recognition yang cenderung lebih handal. Sistem yang handal, paling tidak harus dilatih dengan ratusan rekaman pembicara.

Sistem Text to Speech

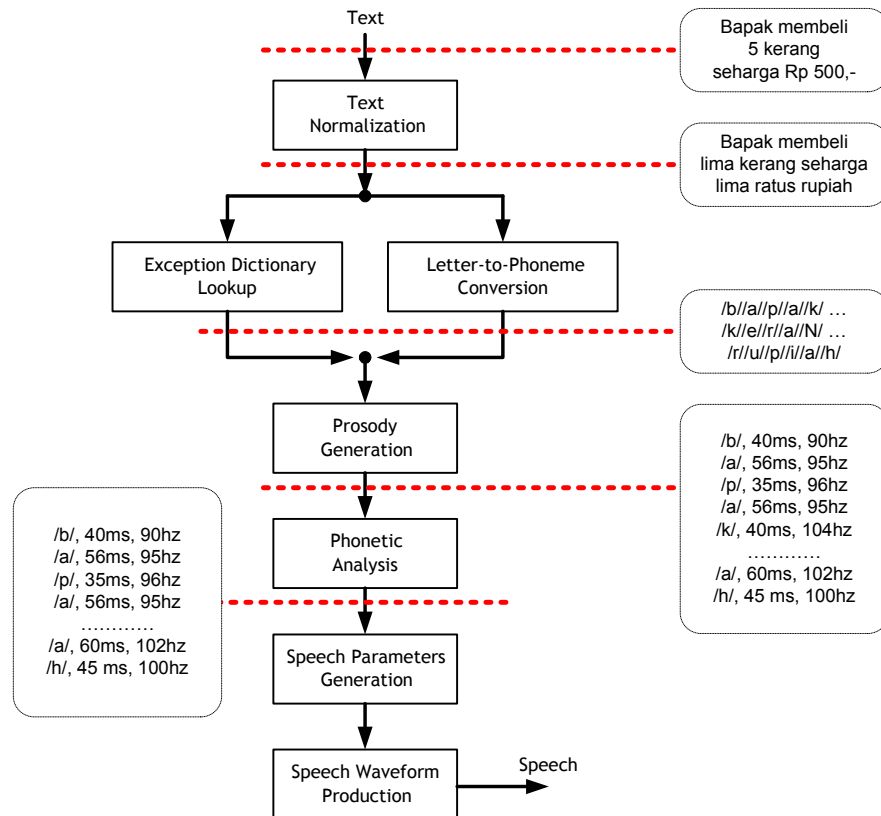


Gambar 2. Diagram Blok Sistem Text to Speech (Bahasa Indonesia)

Secara fungsional, *Text to Speech* atau TTS melakukan proses sebaliknya dari sistem Pengenal Ucapan. Namun demikian pendekatan implementasinya sama sekali berbeda. Artinya, komponen-komponen pembentuk kedua sistem tersebut sama sekali berbeda.

Pada dasarnya TTS adalah suatu sistem yang dapat mengubah text menjadi ucapan. Suatu sistem pensintesa ucapan atau *Text to Speech* pada prinsipnya terdiri dari dua sub sistem, yaitu :

- 1) bagian Konverter Teks ke Fonem (Text to Phoneme), serta
- 2) bagian Konverter Fonem ke Ucapan (Phoneme to Speech).



Gambar 3. Urutan Proses Konversi Teks Menjadi Ucapan (Text to Speech)

Bagian Konverter Teks ke Fonem berfungsi untuk mengolah kalimat masukan dalam suatu bahasa tertentu yang berbentuk teks menjadi urutan kode-kode bunyi yang direpresentasikan

dengan kode fonem, durasi serta *pitch*-nya. Kode-kode fonem adalah kode yang merepresentasikan unit bunyi yang ingin diucapkan. Pengucapan kata atau kalimat pada prinsipnya adalah urutan bunyi atau secara simbolik adalah urutan kode fonem.

Setiap fonem harus dilengkapi dengan informasi durasi dan pitch. Informasi durasi diperlukan untuk menentukan berapa lama suatu fonem diucapkan, sedangkan informasi pitch diperlukan untuk menentukan tinggi rendahnya nada pengucapan suatu fonem. Durasi dan pitch bersama-sama akan membentuk intonasi suatu ucapan. Kedua informasi ini dalam suatu sistem TTS biasanya dibangkitkan oleh modul pembangkit/model intonasi.

Setiap bahasa memiliki aturan cara pembacaan dan cara pengucapan teks yang sangat spesifik. Hal ini menyebabkan implementasi unit konverter teks ke fonem menjadi sangat spesifik terhadap suatu bahasa (*language dependent*).

Bagian Konverter Fonem ke Ucapan akan menerima masukan kode-kode fonem serta pitch dan durasi yang telah dihasilkan oleh bagian sebelumnya. Berdasarkan kode-kode tersebut, bagian ini akan menghasilkan bunyi atau sinyal ucapan yang sesuai dengan kalimat yang ingin diucapkan.

Ada beberapa alternatif teknik yang dapat digunakan untuk implementasi bagian konverter fonem ke ucapan. Dua teknik yang paling banyak digunakan adalah *formant synthesizer*, serta *diphone concatenation*. Saat ini, teknik kedua lebih banyak digunakan karena dapat menghasilkan ucapan dengan kualitas yang lebih alami.

Teknik *diphone concatenation* melakukan pembangkitan ucapan dengan cara menggabung-gabungkan segmen-segmen bunyi yang berupa *diphone* (dua fonem). Untuk mencapai kualitas yang lebih tinggi, beberapa TTS menggunakan penggabungan segmen bunyi yang berupa *multi-phone*.

Sistem Natural Language Processing

Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa bahasa dapat dibedakan menjadi bahasa alami dan bahasa buatan. Bahasa buatan dibuat untuk memenuhi kebutuhan tertentu dan dirancang dengan hati-hati agar mematuhi aturan-aturan yang diperlukan untuk kemudahan pemrosesannya.

Di lain pihak, bahasa alami tumbuh secara alami untuk memenuhi kebutuhan komunikasi antar manusia. Bahasa alami tidak dirancang dengan memperhatikan berbagai kendala untuk kemudahan pemrosesan. Sebagai akibatnya, pemrosesan bahasa alami jauh lebih sulit dilakukan dibandingkan dengan bahasa buatan. Bahkan, beberapa masalah mendasar dalam bahasa alami masih belum terpecahkan hingga kini.

Pemrosesan bahasa alami tidak mudah dilakukan. Beberapa alasan yang menyulitkan pemrosesan bahasa alami diantaranya adalah sebagai berikut.

- 1) Dalam bahasa alami, sering terjadi *ambiguity* atau makna ganda. Fenomena ini terjadi pada berbagai level implementasi bahasa, mulai dari simbol-simbol huruf dan tanda baca sebagai unit terkecil bahasa tulisan, tingkat kata,

frasa, kalimat, bahkan paragraf. Simbol titik tidak selalu berfungsi sebagai tanda akhir kalimat, tetapi dapat menjadi bagian dari singkatan (misalnya Ir., Dr., Jl.) atau bagian dari bilangan. Contoh lainnya, kata “bisa” mungkin mempunyai pengertian “racun” atau “dapat”. Fenomena ini terjadi pula dalam penentuan jenis kata (*part of speech*), misalnya kata “advanced” dapat berfungsi sebagai kata kerja aktif (bentuk lampau), kata kerja pasif, atau kata sifat.

- 2) Jumlah kosa kata (*vocabulary*) dalam bahasa alami sangat besar dan berkembang dari waktu ke waktu.

Karakteristik-karakteristik tersebut menyebabkan sulitnya melakukan pemrosesan bahasa alami. Manusia sendiri menghadapi masalah ambiguitas tersebut berdasarkan analisis konteks yang didukung pengetahuan yang dimiliki di dalam otaknya. Mesin atau komputer yang tidak dilengkapi pengetahuan seperti itu menjadi sulit melakukannya. Jika NLP diterapkan untuk aplikasi bahasa lisan, kesulitan lainnya mungkin terjadi. Dalam bahasa lisan, manusia sangat sering membentuk ucapan yang tidak sesuai dengan aturan-aturan yang berlaku dalam bahasa yang digunakan.

Teknologi Natural Language Processing (NLP) atau Pemrosesan Bahasa Alami adalah teknologi yang memungkinkan untuk melakukan berbagai macam pemrosesan terhadap bahasa alami yang biasa digunakan oleh manusia. Sistem ini biasanya mempunyai masukan dan keluaran berupa bahasa tulisan (teks). NLP mempunyai aplikasi yang sangat luas. Beberapa diantara berbagai kategori aplikasi NLP adalah sebagai berikut.

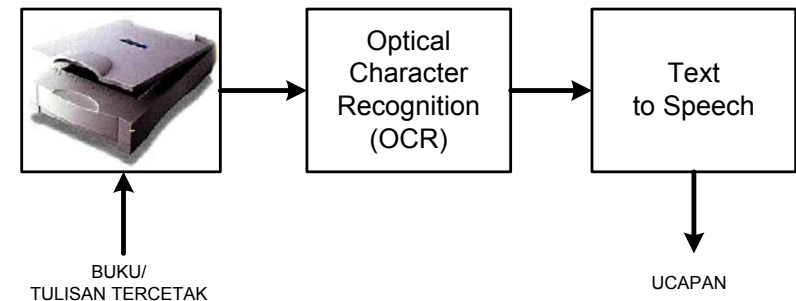
- 1) **Natural Language Translator**, yaitu translator dari satu bahasa alami ke bahasa alami lainnya, misalnya translator bahasa Inggris ke bahasa Indonesia, Bahasa Indonesia ke Bahasa Jawa dan sebagainya. Translator bahasa alami bukan hanya kamus yang menerjemahkan kata per kata, tetapi harus juga mentranslasikan sintaks dari bahasa asal ke bahasa tujuannya.
- 2) **Translator bahasa alami ke bahasa buatan**, yaitu translator yang mengubah perintah-perintah dalam bahasa alami menjadi bahasa buatan yang dapat dieksekusi oleh mesin atau komputer. Sebagai contoh, translator yang memungkinkan kita memberikan perintah bahasa alami kepada komputer. Dengan sistem seperti ini, pengguna sistem dapat memberikan perintah dengan bahasa sehari-hari, misalnya, untuk menghapus semua file, pengguna cukup memberikan perintah **"komputer, tolong hapus semua file !"** Translator akan mentranslasikan perintah bahasa alami tersebut menjadi perintah bahasa formal yang dipahami oleh komputer, yaitu **"dir *.* <ENTER>"**.
- 3) **Text Summarization**, yaitu suatu sistem yang dapat "membuat ringkasan" hal-hal yang penting dari suatu wacana yang diberikan.

Aplikasi-Aplikasi Teknologi Bahasa

Banyak manfaat yang dapat dicapai dari ketersediaan Aplikasi Teknologi Bahasa, khususnya untuk Bahasa Indonesia. Berikut

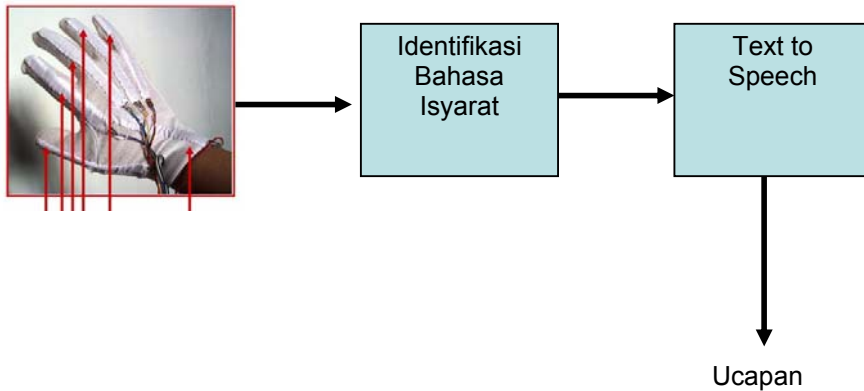
ini adalah beberapa contoh aplikasi yang dapat dikembangkan menggunakan teknologi bahasa.

- **Alat bantu membaca untuk tunanetra.** Alat bantu membaca bagi tunanetra mempunyai masukan berupa teks tercetak (misalnya buku) dan mempunyai keluaran berupa ucapan dari teks tercetak yang diberikan. Pada prinsipnya ada dua komponen utamanya, yaitu bagian "pengenal karakter" yang menggunakan teknologi OCR (*Optical Character Recognition*), serta bagian TTS. Dengan alat bantu ini, orang tunanetra dapat membaca suatu buku atau dokumen. Bahkan, jika teks yang ingin dibacakan sudah tersedia di dalam komputer, dengan teknologi Text to Speech dapat langsung diucapkan.

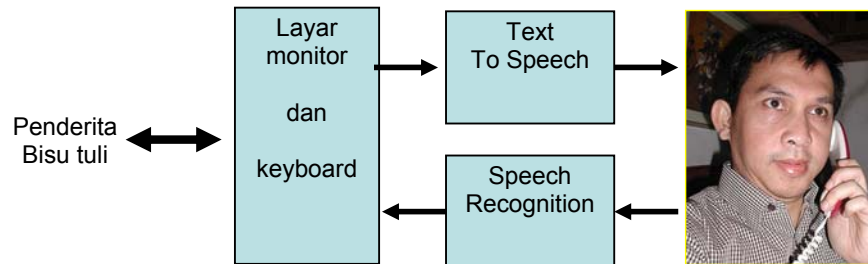


Gambar 4. Aplikasi Alat Bantu Baca

- **Alat bantu bicara untuk tunawicara.** Alat bantu membaca bagi tunawicara mempunyai masukan posisi tangan yang dideteksi oleh suatu sensor dan unit identifikasi. Rangkaian huruf yang diidentifikasi akan disusun membentuk suatu kata yang pada akhirnya akan diumpankan pada bagian TTS.



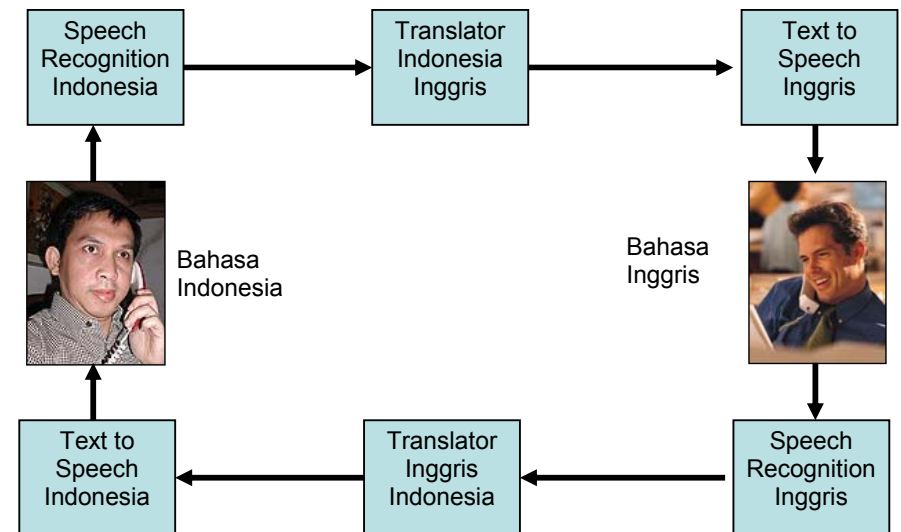
Gambar 5. Aplikasi Alat Untuk Tuna Wicara



Gambar 6. Telpon Untuk Penderita Bisu-Tuli

- **Online translator.** Online translator yang dimaksud disini adalah translator yang secara otomatis dapat menerjemahkan kalimat lisan dari suatu bahasa alami (misalnya Bahasa Inggris) menjadi ucapan hasil terjemahannya dalam bahasa alami lainnya (misalnya Bahasa Indonesia). Online translator

terdiri dari 3 bagian. Bagian pertama, *speech recognition*, berfungsi untuk mengenali rangkaian kata dari bahasa sumber menjadi teks dalam bahasa sumber. Bagian berikutnya adalah translator teks ke teks. Hasil bagian kedua ini adalah kalimat bahasa tujuan yang masih berupa teks. Bagian ketiga berupa sistem TTS dalam bahasa tujuan. Aplikasi seperti ini mungkin untuk dikembangkan, karena teknologi *speech recognition* sudah banyak dikembangkan. Translator bahasa pun sudah banyak dikembangkan, termasuk translator Bahasa Inggris ke Indonesia .



Gambar 7. Aplikasi 'Translator Online'

- **Talking email** atau **aplikasi lainnya**. TTS juga memungkinkan diintegrasikan dengan berbagai program aplikasi, seperti email, web browser, aplikasi-aplikasi multimedia atau aplikasi-aplikasi lainnya.
- **Aplikasi Telephony**. TTS dapat digunakan pada aplikasi telephony, seperti sistem informasi billing atau sistem informasi lainnya yang diucapkan secara lisan. TTS juga dapat digunakan untuk konversi dari SMS (*Short Message System*) ke ucapan sehingga pesan SMS dapat didengar. Dengan demikian memungkinkan untuk mendengar pesan SMS sambil melakukan aktivitas yang menyulitkan untuk membacanya, seperti sedang mengendarai mobil. Dengan TTS tersebut, memungkinkan pula untuk meneruskan pesan SMS ke sistem telepon biasa (PSTN). Speech Recognition memungkinkan pencarian informasi secara lisan.

Perkembangan Teknologi Bahasa di Indonesia

Bagaimana perkembangan teknologi bahasa di Indonesia? Walaupun masih jauh tertinggal dibandingkan dengan kondisi di negara-negara maju, Indonesia tidak tertinggal dalam pengembangan teknologi ini di kawasan Asia Tenggara dan dibandingkan dengan negara-negara berkembang lainnya.

Penelitian di bidang ini di Departemen Teknik Elektro ITB telah dilakukan sejak lebih dari 10 tahun yang lalu. Bidang ini merupakan bidang multi disiplin serta belum mendapat prioritas untuk didanai dari berbagai sumber dana penelitian, sehingga

untuk kurun waktu yang lama, belum ada hasil yang dapat diaplikasikan dari penelitian di bidang ini.

Selain itu, sebelum melakukan pengembangan sistem yang dapat diaplikasikan, diperlukan studi, pengukuran dan analisis-analisis fenomena linguistik yang selama ini hampir tidak pernah dilakukan oleh para ahli linguistik di Indonesia. Sebagai akibatnya, para pengembang teknologi bahasa di Indonesia harus melakukan penelitian linguistik dahulu untuk Bahasa Indonesia sebelum memasuki tahap pengembangan sistem.

Hasil pertama yang dapat diaplikasikan dari bidang ini adalah Text to Speech Bahasa Indonesia. Pada tahun 2000, Departemen Teknik Elektro ITB telah berhasil mengembangkan Text to Speech Bahasa Indonesia yang berkualitas baik. Bahkan, pada tahun 2003, program tersebut disediakan di Internet dan diperbolehkan untuk digunakan untuk aplikasi non-komersial dan non-militer secara cuma-cuma (<http://lss.ee.itb.ac.id/~aa/indotts>). TTS tersebut merupakan TTS Bahasa Indonesia yang pertama dan sampai saat ini masih dapat dikatakan satu-satunya TTS Bahasa Indonesia yang lengkap disertai intonasi bahasa Indonesia yang cukup baik. Untuk dapat menghasilkan intonasi yang baik, TTS tersebut dilengkapi dengan model intonasi bahasa Indonesia didalamnya. Model intonasi tersebut dikembangkan khusus untuk TTS tersebut karena sebelumnya, belum ada model intonasi bahasa Indonesia yang pernah dikembangkan.

Di bidang Natural Language Processing (NLP) banyak pihak yang melakukan berbagai kegiatan di bidang ini, misalnya di

BPPT dan di ITB. Beberapa penelitian dan pengembangan yang pernah dilakukan diantaranya pengembangan sistem translator Bahasa Inggris Indonesia dan Indonesia Inggris atau bahkan translator multi bahasa. Saat ini sedang dilakukan pengembangan translator multi bahasa di Departemen Teknik Elektro ITB. Saat ini, pengembangan aplikasi translator *speech to speech* antara Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia sudah mulai dilakukan pula.

Teknologi ini dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, mulai dari aplikasi bisnis, pendidikan, kemanusiaan, bahkan pelestarian budaya. Aplikasi alat bantu baca untuk tuna netra dan alat bantu bicara untuk tuna netra telah dilakukan di Departemen Teknik Elektro ITB, demikian pula pengembangan prototip telpon untuk orang bisu-tuli dikembangkan bersama-sama dengan Risti Telkom dan ATR-Jepang. Salah satu angkatan alumni Elektro ITB juga telah membantu pengembangan alat bantu akses informasi untuk tuna netra.

Untuk aplikasi pelestarian budaya, saat ini di Departemen Teknik Elektro sedang dicoba dikembangkan translator Bahasa Indonesia ke Bahasa Daerah.

Lambatnya perkembangan bidang ini di Indonesia, dipengaruhi oleh beberapa keadaan sebagai berikut.

- 1) Bidang ini merupakan bidang multi disiplin yang merupakan gabungan dari bidang ilmu linguistik dan beberapa disiplin ilmu *engineering*. Saat ini belum ada sinergisme yang kuat antara peneliti di bidang linguistik dengan bidang engineering yang terkait dengan bidang ini,

sehingga kebutuhan data-data linguistik yang diperlukan untuk pengembangan sistem yang menggunakan teknologi bahasa belum terpenuhi.

- 2) Kepakaran di bidang ini, khususnya untuk bahasa Indonesia belum terbentuk, sehingga pihak-pihak yang memasuki bidang ini akan menjadi pionir. Akibatnya, literatur atau pihak-pihak yang mungkin dapat diajak berdiskusi untuk memecahkan berbagai masalah akan sulit ditemukan.
- 3) Untuk saat ini, banyak pihak yang masih menganggap bahwa bidang ini belum menarik secara komersial.

Ketersediaan data-data linguistik serta hasil penelitian linguistik akan sangat menunjang pengembangan berbagai sistem serta aplikasi teknologi bahasa. Saat ini, para pengembang teknologi ini masih merangkap menjalankan fungsi sebagai seorang peneliti bahasa, karena banyak data-data linguistik yang diperlukan yang belum tersedia untuk bahasa Indonesia.

Saat ini, pengembangan teknologi ini untuk bahasa lokal di kawasan Asia Tenggara masih jarang dilakukan. Pengalaman yang telah dikembangkan di ITB menjadi sangat berharga untuk penelitian bidang ini di kawasan Asia Tenggara. Beberapa pihak dari Malaysia, Singapura, Brunei dan Vietnam sering melakukan konsultasi untuk pengembangan bidang ini ke para peneliti di ITB.

Pengakuan terhadap hasil penelitian dan pengembangan yang dilakukan di ITB untuk teknologi ini sudah mulai tumbuh. Hal ini terbukti dengan diberikannya penghargaan dari Presiden

Republik Indonesia, Federasi Teknologi Informasi Indonesia, Persatuan Insinyur Indonesia, bahkan dari DAAD-Fraunhofer Jerman. Dalam waktu dekat peneliti dari Departemen Teknik Elektro akan melakukan penelitian untuk penerapan teknologi ini dalam jaringan telekomunikasi (*Next Generation Network*) di Jerman.

Penutup

Penelitian-penelitian di bidang teknologi bahasa adalah penelitian multidisiplin yang memerlukan dukungan pula dari para peneliti linguistik di Indonesia.

Dikaitkan dengan fenomena globalisasi, banyaknya jumlah penduduk Indonesia serta prosentase yang mempunyai kemampuan berkomunikasi menggunakan bahasa asing, maka pengembangan teknologi ini menjadi sangat penting dan strategis.

Teknologi ini dapat digunakan untuk tujuan bisnis, pendidikan, kemanusiaan dan pelestarian budaya daerah di Indonesia.

Saat ini sudah terjadi pengakuan dari berbagai pihak di dalam dan diluar negeri terhadap hasil-hasil penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh ITB di bidang ini.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada ITB, khususnya Rektor ITB yang telah memberikan kepercayaan kepada penulis untuk menyampaikan orasi ilmiah pada sidang senat terbuka ITB dengan acara penerimaan mahasiswa baru ITB 2004. Terima kasih pula kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam bentuk apapun untuk mempersiapkan dan membantu pelaksanaan acara ini.

Pustaka

- [AH03] Indonesian Prosody Model using Fujisaki and Contour Pitch Theory, COCODSA Conference (Coordinating Committee on Speech Databases and Speech I/O System Assessment) 2003, Singapore, 1-2 October 2003.
- [ASAM01] Arman. A. Akhmad, Soeminpoera. Kudrat, Ahmad. A. Suwandi, Mengko. Tati R., (2001), "Prosody Model for Indonesia Language", APCC 2001 Proceeding, Tokyo.
- [Arm03] Pengembangan Bahasa Indonesia Sebagai Pendukung Pengembangan Aplikasi Teknologi Bahasa, sebagai invited speaker pada Kongres Bahasa Indonesia VIII, di Jakarta, 14-17 Oktober 2003
- [Dut97] Dutoit. Thierry. (1997). "An Introduction to Text-to-Speech Synthesis", Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.
- [RJ93] Rabiner. Lawrence, Juang. Biing Hwang (1993). "Fundamentals of Speech Recognition", Prentice Hall, New Jersey

LAMPIRAN A
DAFTAR PUBLIKASI ILMIAH
(dalam bidang Teknologi Bahasa)

- *Indonesian Prosody Model using Fujisaki and Contour Pitch Theory*, COCOSDA Conference (Coordinating Committee on Speech Databases and Speech I/O System Assessment) 2003, Singapore, 1-2 October 2003.
- *Pengembangan Bahasa Indonesia Sebagai Pendukung Pengembangan Aplikasi Teknologi Bahasa*, sebagai **invited speaker** pada Kongres Bahasa Indonesia VIII, di Jakarta, 14-17 Oktober 2003
- *Pengembangan Aplikasi Teknologi Bahasa; Studi Kasus Pengembangan Text To Speech Bahasa Indonesia*, Seminar “Membawa Bahasa Indonesia Ke Era Globalisasi Melalui Teknologi Bahasa, Komunikasi Dan Informasi”, Jakarta, 18 september 2003
- *Lips Animation using Clip Frame Concatenated*, APCC2002 (Asia Pacific Conference on Communications), September, Bandung, Indonesia, 2002
- *Developing Translation Method from Indonesian Natural Language to SQL Format*, APCC2002 (Asia Pacific Conference on Communications), September, Bandung, Indonesia, 2002
- *Prosody Model for Indonesian Text to Speech System*, APCC 2001 (Asia Pacific Conference on Communications), Japan, 2001
- *Design and Implementation of Indonesia Sign Language to Speech Converter*, International Instrumentation Conference, Bandung, 2001
- *Transition Analysis on Indonesian Speech Signals*, proceeding of Workshop on Electro, Communication and Information III, Bandung, March, 1999
- *Phoneme Analysis on Indonesian Speech Signals*, proceeding of Workshop on Electro, Communication and Information III, Bandung, March, 1999
- *Back Propagation Neural Network Based Natural Language Translator*, 4th ASEAN Week Science and Technology Seminar, September 1995 di Bangkok, Thailand.

LAMPIRAN B
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Arry Akhmad Arman dilahirkan di Bandung pada tanggal 14 April 1965.

Arry Akhmad Arman menempuh pendidikan tingkat SLTA di Sekolah Menengah Atas Negeri 3 Bandung pada tahun 1981 sampai dengan 1984. Pada tahun 1984 penulis meneruskan ke program S1 Jalur Pilihan Teknik Komputer di Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung. Tahun 1993, penulis mengikuti program S2 bidang Mikroelektronika di Departemen Teknik Elektro ITB dan lulus pada tahun 1995 dengan predikat Cumlaude. Pada tahun 2004, penulis menyelesaikan program S3 di Departemen Teknik Elektro ITB.

Sejak tahun 1990 hingga sekarang, Arry Akhmad Arman adalah staf dosen di Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Bandung.

Sampai dengan tahun 2004, penulis telah menghasilkan 8 publikasi ilmiah di bidang teknologi bahasa yang telah disampaikan pada beberapa seminar nasional dan internasional. Hasil penelitian yang telah dilakukan ini juga merupakan satu momentum penting untuk turut memacu perkembangan bidang *computational linguistic* di Indonesia. Berdasarkan hal tersebut,

penulis telah mendapat kehormatan untuk menjadi *invited speaker* pada Kongres Nasional Bahasa Indonesia VIII pada tahun 2003 di Jakarta.

Berkat hasil penelitiannya yang telah dikerjakan dan dipublikasikan secara terbuka dan disediakan di Internet untuk digunakan oleh masyarakat luas, pada tahun 2003 penulis mendapat beberapa penghargaan sebagai berikut.

- 1) **Anugerah Telematika 2003**, diserahkan oleh **Presiden Republik Indonesia** dalam rangka Hari Teknologi Nasional 2003, Agustus 2003
- 2) **Best APICTA Indonesian Award 2003** (Asia Pacific ICT Award) untuk kategori “**Research and Development**”.
- 3) **Special Award 2003** dari FTII (Federasi Teknologi Informasi Indonesia).
- 4) **Engineering Award Indonesia 2003** dari PII (Persatuan Insinyur Indonesia)

Bersama-sama dengan Risti-Telkom dan ATR Jepang, penulis terlibat dalam kerjasama pengembangan telpon khusus untuk tuna rungu dan tuna wicara.

Pada tanggal 9 Agustus 2004, penulis mendapat DAAD-Fraunhofer Award 2004 dari Jerman dan mendapat kesempatan untuk melakukan penelitian di Fraunhofer Jerman selama 4 bulan.