

Aplikasi Penjualan Tiket Berbasis Teknologi Life Like Character

Sritrusta Sukaridhoto¹, Titon Dutono¹, Dadet Pramadihanto¹, Wahyudin Aziz¹, Zulfan Hakim¹, Taufik Wicaksono¹,
Puthut Hadi Surya¹, Bitaria Citra Dewi¹, Sari Rachmawati¹, Rosyidina Safitri¹

¹Electrical Engineering Polytechnic Institute of Surabaya (EEPIS),
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya, Indonesia

E-mail: dhoto@eepis-its.edu

Abstrak

Teknologi *Life like character* adalah teknologi *synthesis* gambar dan suara manusia yang menghasilkan suatu *agent virtual* yang tampak seperti hidup dalam layar komputer. Teknologi ini adalah teknologi masa depan yang menggantikan cara interaksi manusia dan komputer dengan cara yang sama sekali baru, yaitu dengan memanfaatkan teknologi audio dan visual, dalam hal ini user dapat berinteraksi dengan agent dengan menggunakan mikropon dan agent akan membalas interaksi dengan menampilkan animasi ekspresi wajah *lip-sync* dan suara.

Pada paper ini akan dijelaskan tentang pemanfaatan teknologi *life like character* tersebut sebagai *agent virtual* yang dimanfaatkan dalam sistem penjualan tiket, kasus ini diambil karena di Indonesia saat ini sistem penjualan tiket masih menggunakan cara yang konvensional yang mempunyai banyak keterbatasan, dengan teknologi ini nantinya diharapkan dapat mengotomatisasi proses transaksi penjualan dan dapat menggantikan peran penjaga tiket.

Dari hasil eksperimen yang telah dilakukan dengan menggabungkan modul-modul yang menangani masing-masing fungsi baik modul untuk animasi wajah, modul *speech recognition*, modul *speech synthesizer*, dan juga modul untuk mengatur dialog antar modul, telah didapatkan suatu sistem yang solid yang dapat berinteraksi dengan user. Dengan dicapainya hasil tersebut menunjukkan teknologi *life like character* dalam sistem penjualan tiket dapat di realisasi.

Kata kunci: *Galatea toolkit*, *Speech recognition*, *3D Face Modelling*, *life like character*.

1. Pendahuluan

Teknologi *Life like character* adalah teknologi yang memanfaatkan animasi wajah yang dipadukan dengan *speech synthesizer* dan *speech recognition* untuk menghasilkan Agen virtual yang tampak seperti hidup pada layar monitor. Agen ini dapat berbicara dan dapat mendengar, dan berekspresi layaknya manusia [1]. Teknologi ini pertama kali di paparkan oleh Joseph Bates yang menyebutnya sebagai agent yang dapat menampilkan emosi. Agen ini nantinya dapat

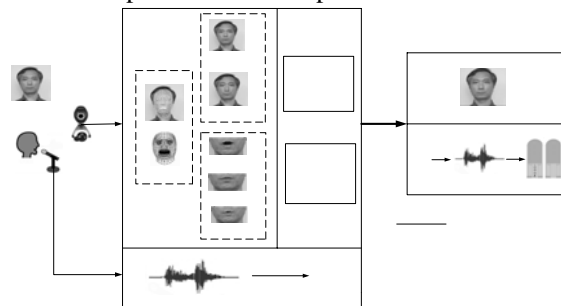
dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi misal untuk membangun agent interaktif untuk penjualan tiket dsb.

Dalam pemanfaatan *life like character* dengan aplikasi yang lain perlu dilakukan beberapa penyesuaian agar sistem dapat digabungkan aplikasi inti yaitu:

- 1 Sinkronisasi antara *speech synthesis*, *gaze*, dan *Gesture*.
- 2 Ekspresi dari tiap-tiap agent dan state efektif termasuk pergerakan tubuh, tampilan wajah, dan *speech*.
- 3 Koordinasi dari pergerakan tubuh masing-masing karakter.
- 4 Komunikasi antara karakter yang satu dengan yang lain dan dengan user.

2. Galatea

Galatea adalah suatu software toolkit yang dikembangkan dengan metode *Human like spoken dialog* dengan berdasarkan pada teknologi *Life like character*; yaitu suatu sistem yang dapat berinteraksi dan berdialog dengan manusia yang memanfaatkan teknologi *Facial Animation* dan *Gesture*. ASDA merupakan salah satu teknologi masa depan dalam hubungannya dengan *Human Interface*. Sistem galatea dibagi menjadi beberapa bagian sub modul yang mempunyai fungsi yang berbeda-beda, modul-modul tersebut adalah Modul *face synthesizer*, *speech synthesizer*, *Speech recognition*, dan *communication manager* yang keseluruhan modul dibuat sebagai sebuah virtual machine yang keseluruhannya dihubungkan dengan menggunakan *communication manager* seperti ditunjukkan pada gambar 1. Software ini dapat berjalan pada sistem operasi UNIX maupun windows.



Gambar 1. Sistem galatea

Seperti yang telah dipaparkan Galatea adalah suatu sistem yang terdiri dari beberapa modul yang

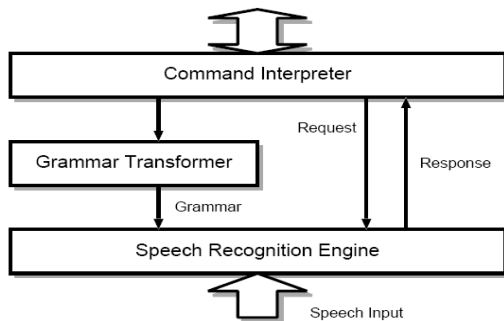
digabungkan menjadi satu dengan perantara *Dialog manager* sebagai penjemabatan agar semua modul dapat bekerja secara sinkron. Galatea sendiri masih dalam tahap pengembangan sehingga masih banyak modul-modul yang perlu disempurnakan.

Modul-modul tersebut adalah:

- 1 Speech Recongition Module (SRM).
- 2 Speech Synthesizer Module (SSM).
- 3 Face Synthesizer Module (FSM).
- 4 Agent Manager (AM).
- 5 Dialog Manager (DM).

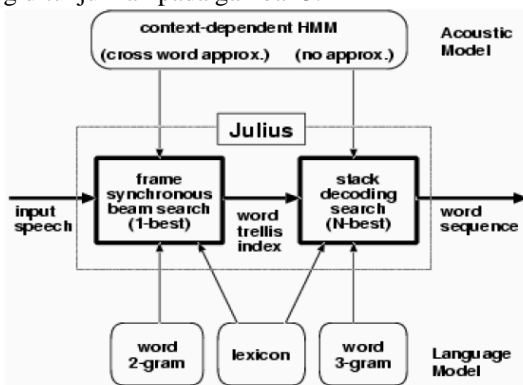
2.1 SRM

SRM merupakan modul dari galatea yang menangani input speech dari mikropon. Hasil pengenalan ini kemudian di umpankan kedalam agent manger untuk dilakukan proses selanjutnya, seperti ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur SRM

SRM menggunakan *julius speech recognition* sebagai base programnya yang dipanggil dengan bahasa pemrograman perl. SRM digunakan untuk menjembatani aplikasi antara *julius* dengan agent manager [2], dimana *julius* adalah *speech recognition* yang menggunakan database berformat *HTK*. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Struktur dari julius

Pada penelitian ini telah dicoba untuk membuat database bahasa Indonesia, sehingga dapat digunakan pada modul galatea.

2.2 SSM

SSM adalah modul dalam galatea yang merubah inputan text menjadi suara. Dalam modul ini terdapat

bagian *front end* dan *back end*. *Front end* berfungsi menerima inputan text. Dalam SSM modul *front end* bernama Chasen yang merupakan *Japanese Morphological Text* yaitu modul yang dapat mengenali inputan text Jepang. Sedangkan *back end* adalah modul yang merubah text menjadi suara, di dalam SSM modul *back end* bernama gtalk yang merupakan *text-to-speech* untuk galatea. Di dalam modul *back end* juga terdapat suara sintesis yang merupakan suara hasil sintesa dari suara seseorang.

Dalam paper ini akan dibahas cara membangun suara sintesis dengan karakteristik orang Indonesia. Untuk membangun suara sintesis dapat menggunakan metode HMM-Based Speech Synthesis System (HTS). HTS merupakan tool gabungan dari HTK dengan SPTK. HTS dapat melakukan proses training dan iterasi terhadap sample suara sehingga didapatkan suara sintesis yang dapat digunakan di dalam galatea.

2.3 DM

Dialog manager merupakan modul yang penting dalam galatea karena modul ini berfungsi untuk mengatur dialog dan skenario antara user dengan agent. Sehingga skenario yang dijalankan oleh galatea bergantung pada dialog yang ada dalam dialog manager. Dalam sistem galatea, dialog manager menerima input dari user, kemudian input tersebut direcognize oleh modul SRM kemudian dialog manager menentukan tindakan yang dilakukan dengan mengambil database dari SSM untuk dioutputkan melalui modul SSM.

Dalam paper ini akan dibahas cara membangun dialog antara user dengan agent untuk pemesanan tiket di museum bank Indonesia. Untuk pembuatan dialog digunakan bahasa pemrograman Voice XML. Voice XML digunakan untuk mengenali dan mengoutputkan *speech* dengan menggunakan tag-tag xml. Dalam paper ini juga dibahas cara menambahkan tampilan wajah (mask) pada menu dialog manager.

Penambahan wajah dilakukan dengan menambah file gambar dengan format bmp dan dimensi 2ⁿ dan mengubah konfigurasi pada AM.conf, gdm.conf, FSM config serta penambahan script pada modul MON.

2.4 Agent Manager

Setiap modul yang digunakan mempunyai *interface* yang berbeda. Oleh karena itu untuk membuat komunikasi antar tiap modul diperlukan bantuan dari *agent manager*. Fungsi dari *agent manager* adalah sebagai penghubung antar tiap modul, selain itu juga digunakan sebagai pembuat sinkronisasi sehingga antara gerakan bibir dan suara yang dikeluarkan cocok. *Agent manager* menerima pesan dari tiap modul dan mengirimkan ke modul yang dituju.

Pada penelitian ini telah dibuat tampilan, dan integrasi dengan *agent manager*. Pembuatan *agent manager* menggunakan bahasa pemrograman Perl. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuka koneksi dengan tiap modul sehingga *agent*

manager dapat mengirim dan menerima pesan dari tiap modul. Koneksi dengan setiap modul dilakukan dengan menggunakan fungsi "open2", selain digunakan untuk membuka koneksi fungsi ini juga digunakan untuk mengirim pesan ke tiap modul. Penerimaan pesan yang dikirim tiap modul dilakukan dengan menggunakan fungsi select dan library IO::Select. Pembuatan tampilan digunakan Perl-tk yang menggunakan bahasa pemrograman Perl, sehingga memudahkan proses pengintegrasian.

3. Hasil Percobaan

Percobaan dilakukan dengan cara berdialog langsung dengan agen kemudian diamati respon dari agen, seperti ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Pengujian Sistem

3.1 SRM

Pada saat pengujian menggunakan mode close recognition didapatkan hasil bahwa setiap kata yang diinputkan dapat dikenali dengan sangat baik oleh sistem hal ini dikarenakan parameter yang di dapatkan oleh sistem pada saat proses mempunyai kemiripan yang sangat tinggi dengan model yang di dapat pada saat training. Hal ini karena sumber yang digunakan untuk training dan sumber yang dikenali adalah sumber yang sama. Sehingga tingkat keakuratan dari proses adalah sangat tinggi.

Table 1. Data Hasil Pengenalan

No	Nama File	Kata	Close	Open
1	Satu1.mfcc	Satu	y	t
2	Satu2.mfcc	Satu	y	t
3	Satu3.mfcc	Satu	y	t
4	Satu4.mfcc	Satu	y	t
5	Satu5.mfcc	Satu	y	y
6	Dua1.mfcc	Dua	y	t
7	Dua2.mfcc	Dua	y	t
8	Dua3.mfcc	Dua	y	t
9	Dua4.mfcc	Dua	y	t
10	Dua5.mfcc	Dua	y	t
11	Tiga1.mfcc	Tiga	y	y
12	Tiga2.mfcc	Tiga	y	t
13	Tiga 3.mfcc	Tiga	y	y
14	Tiga 4.mfcc	Tiga	y	y
15	Tiga 5.mfcc	Tiga	y	y
16	Empat1.mfcc	Empat	y	t
17	Empat2.mfcc	Empat	y	t
18	Empat3.mfcc	Empat	y	t
19	Empat4.mfcc	Empat	y	t
20	Empat5.mfcc	Empat	y	y
21	Lima1.mfcc	Lima	y	t
22	Lima2.mfcc	Lima	y	t
23	Lima3.mfcc	Lima	y	t
24	Lima4.mfcc	Lima	y	t
25	Lima5.mfcc	Lima	y	y
26	Enam1.mfcc	Enam	y	t
27	Enam2.mfcc	Enam	y	t
28	Enam3.mfcc	Enam	y	t
29	Enam4.mfcc	Enam	y	t
30	Enam5.mfcc	Enam	y	y
31	Tujuh1.mfcc	Tujuh	y	t
32	Tujuh2.mfcc	Tujuh	y	t
33	Tujuh3.mfcc	Tujuh	y	t
34	Tujuh4.mfcc	Tujuh	y	t
35	Tujuh5.mfcc	Tujuh	y	y
36	Delapan1.mfcc	Delapan	y	y
37	Delapan2.mfcc	Delapan	y	t
38	Delapan3.mfcc	Delapan	y	y
39	Delapan4.mfcc	Delapan	y	t
40	Delapan5.mfcc	Delapan	y	y
41	Sembilan1.mfcc	Sembilan	y	t
42	Sembilan2.mfcc	Sembilan	y	t
43	Sembilan3.mfcc	Sembilan	y	t
44	Sembilan4.mfcc	Sembilan	y	t
45	Sembilan5.mfcc	Sembilan	y	y

Kemudian pada saat pengujian dengan mode open recognition di dapat bahwa hasil tidak semua file yang di inputkan dapat dikenali dengan baik hal ini terlihat bahwa dari 45 file input yang di ujikan hanya sekitar 20 file yang dapat dikenali dengan baik. Hal ini karena file yang digunakan untuk proses training adalah suara dari orang yang berbeda daripada saat proses pengenalan.

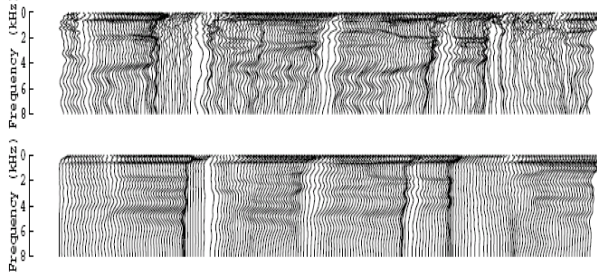
sehingga kemiripan model dengan parameter yang didapat adalah sangat rendah. Hasil pengenalan dengan metode ini dapat dilihat pada tabel 1.

Pada masing-masing pengujian kemudian dihitung performancenya didapati pada saat close recognition didapatkan hasil 45 dikenali dari 45 file yang diinputkan, namun pada saat proses pengenalan dengan mode *open recognition* performance sistem hanya mencapai 13 dari 45 file yang diinputkan

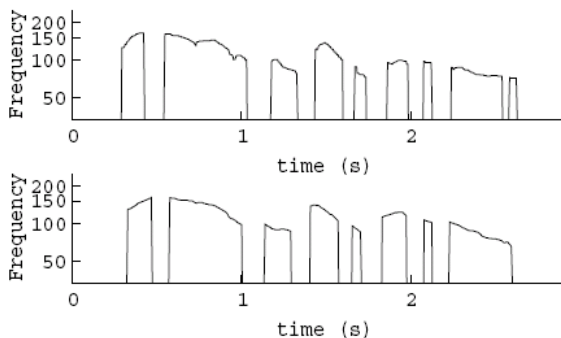
3.2 SSM

3.2.1 Analisa Pattern Spectrum dan Pitch

Dalam pembuatan suara sintesa ini dilakukan analisa terhadap sepektrum sebelum proses training dan sesudah dilakukan proses training. Berikut adalah hasil gambar pattern dari sinyal suara sebelum dilakukan proses training.



Gambar 3. Spektrum Suara Sebelum dan Sesudah Proses Training



Gambar 4. Sinyal Pitch Sebelum dan Sesudah Proses Training

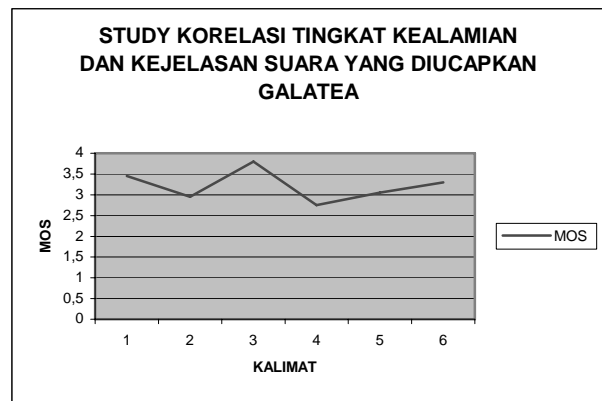
Hasil dari proses training yang dilakukan oleh HTS-demo dapat membuat kualitas spectrum dan pitch menjadi lebih bagus. Hal ini disebabkan dalam HTS-demo menggunakan MLSA filter yang dapat menghilangkan pengaruh *noise shipping* dan *postfiltering* sehingga dapat menghasilkan kualitas suara yang tinggi.

3.2.2 Nilai Mean Opinion Score (MOS)

Dengan memperdengarkan suara yang dikeluarkan oleh Galatea dan melakukan survey, maka didapat nilai MOS sebagai berikut:

Table 2. Table Nilai Mean Opinion Score(MOS)

No	KALIMAT	MOS
1	Selamat Datang di Museum Bank Indonesia	3,45
2	Silahkan Memesan Karcis, Jumlah Karcis?	2,95
3	Satu	3,8
4	Harga Karcis Lima Ribu, Tiket Keluar	2,75
5	Menambah Karcis Lagi?	3,05
6	Tidak, Silahkan Masuk Ke Museum	3,3



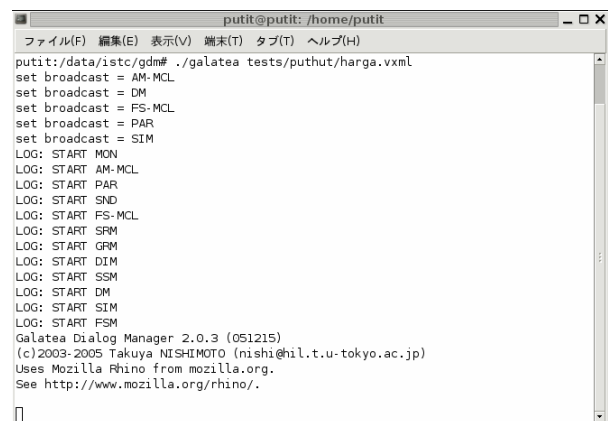
Gambar 5. Gambar Nilai Mean Opinion Score(MOS)

Hasil survey yang dilakukan terhadap 20 responden untuk mengetahui hubungan tingkat kejelasan dari suara yang dikeluarkan oleh GALATEA. Pada hasil survey menunjukkan nilai suara yang dikeluarkan oleh GALATEA menunjukkan rata-rata berada pada nilai 3,216667 atau dalam nilai MOS berarti Fair atau menunjukkan suara dari GALATEA dapat dimengerti oleh responden.

3.3 DM

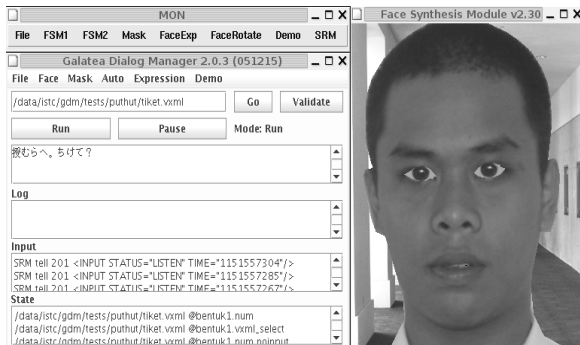
Pengujian Dialog Pada Galatea

```
# cd /data/istc/gdm
./galatea test/puthut/harga.vxml
```



Gambar 6. Proses eksekusi galatea

Pada terminal tampak bahwa dalam menjalankan galatea secara keseluruhan maka akan menjalankan semua modul yang ada dalam galatea seperti modul AM-MCL, modul DM, modul FSM dan lainnya dengan command-command tertentu. Program voice XML yang telah dibuat bisa menjalankan sistem secara keseluruhan dan tidak ada error kesalahan dalam menjalankan galatea sehingga dialog sudah bisa berjalan dengan baik.



Gambar 7. Hasil Eksekusi Galatea

Dalam dialog manager proses jalannya dialog adalah sebagai berikut, agent pertama kali akan mengatakan "Selamat datang di museum bank Indonesia" kemudian user akan memesan tiket dengan jumlah tertentu.

Agent mendeteksi apakah jumlah tiket sesuai dengan database, bila sesuai maka agent akan mencocokkan apakah tiket tersebut berjumlah sepuluh tiket. Bila pemesanan lebih dari sepuluh maka keluar output "Batas pemesanan tiket sepuluh, silahkan memesan ulang".

Kemudian Agent akan menanyakan apakah menambah tiket atau tidak, bila ada penambahan tiket maka agent akan melakukan dialog mulai awal untuk menambah tiket dan bila tidak ada penambahan maka agent akan mempersilahkan user untuk masuk.

Setelah dieksekusi maka diketahui bahwa dialog yang telah dibuat dalam voice XML sudah bisa menjalankan galatea secara keseluruhan.

3.4 Agent manager

3.4.1 Pengujian agent manager

Pada tampilan yang telah dibuat terdapat beberapa tombol yang mengeksekusi sebuah perintah ketika tombol tersebut ditekan.



Gambar 8. Tampilan agent manager

Fungsi dari tombol-tombol diatas adalah sebagai berikut:

- 1 Text – to – speech
Berhubungan dengan modul SSM. Pada menu ini kita bisa mengubah wajah, suara, dan background dari operator. Selain itu juga bisa mengatur *peach* dan *rate* modul SSM.
- 2 Mode Pemesanan
Pada tombol ini terdapat beberapa sub menu untuk mode pemesanan yaitu angka, speech, dan text. Ketika menekan tombol angka akan muncul tombol angka. Pada mode pemesanan speech kita bisa menginputkan angka dari suara, selain itu juga dengan menggunakan speech kita bisa mengubah wajah operator tiket.
- 3 About
Digunakan untuk informasi tentang tampilan *agent manager*.
- 4 Keluar
Digunakan untuk menghentikan program.

3.4.2 Penggunaan memori

Pada saat menjalankan program *agent manager*, banyak program lain yang juga dijalankan. Oleh karena itu ketika menjalankan *agent manager* memori dan kinerja komputer banyak yang terpakai. Pengujian penggunaan memori ini dilakukan pada dua komputer yang mempunyai spesifikasi sebagai berikut

Tabel 3. Spesifikasi komputer

No	Deskripsi	Spesifikasi Komputer 1	Spesifikasi komputer 2
1	CPU	P IV 1500 MHz 40 Gb Hardisk	P IV 3200 MHz 80 Gb Hardisk
2	RAM	256 MB	1 GB
3	Graphic Card	Nvidia RIVA TNT2 Model 64/Model 64 Pro	Nvidia GeForce FX 5200 128 MB
4	Perl	Versi 5.8.4	Versi 5.8.4
5	Sistem Operasi	Linux/GNU Debian	Linux/GNU Debian
6	Kernel	2.6.8-2-686	2.6.8-2-686-smp

Dari hasil percobaan dengan menjalankan *agent manager* pada kedua komputer didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 4. Tabel hasil pengamatan penggunaan kinerja CPU komputer pertama

Tombol	Fsm	gtalk	chasen	Java	Perl
Mulai	55,9	9,3	0,7	13,3	4,7
Pengaturan	17,3	0,0	0,0	0,0	5,3
Pemesanan	11,8	18,6	0,0	1,0	6,3
Pemasukan angka	11,8	6,6	0,0	0,7	5,0
Benar	13,8	8,9	0,0	0,3	5,3
Salah	11,8	11,3	0,0	0,7	6,0

Tabel 5. Tabel hasil pengamatan penggunaan memori komputer kedua

Tombol	Fsm	gtalk	chasen	Java	Perl
Mulai	24,9	2,6	0,9	5,5	2,0
Pengaturan	27,1	2,7	1,0	6,0	2,4
Pemesanan	27,1	3,0	1,0	6,1	0,9
Pemasukan angka	27,3	2,8	1,0	6,2	0,9
Benar	27,3	2,8	1,0	6,2	0,9
Salah	27,3	2,8	1,1	6,2	0,9

Hasil yang didapatkan merupakan presentase penggunaan CPU dan memori. Tabel di bawah adalah tabel hasil pengamatan penggunaan CPU dan memori pada komputer yang kedua.

Tabel 6. Tabel hasil pengamatan penggunaan kinerja CPU komputer kedua

Tombol	Fsm	gtalk	chasen	Java	perl
Mulai	78,8	8,6	0,7	4,0	13,0
Pengaturan	7,0	0,0	0,0	1,0	0,0
Pemesanan	5,9	20,2	0,0	5,6	1,3
Pemasukan angka	3,9	7,6	0,0	3,7	0,3
Benar	3,9	10,0	0,0	4,0	0,3
Salah	3,3	12,3	0,0	4,0	0,3

Tabel 7. Tabel hasil pengamatan penggunaan memori komputer kedua

Tombol	fsm	gtalk	chasen	java	perl
Mulai	6,2	0,5	0,2	0,5	1,3
Pengaturan	6,7	0,7	0,2	0,6	1,5
Pemesanan	6,8	0,7	0,3	0,2	1,5
Pemasukan angka	6,8	0,7	0,3	0,2	1,5
Benar	6,8	0,7	0,3	0,2	1,5
Salah	6,8	0,7	0,3	0,2	1,5

4. Kesimpulan

1. Pada project ini sudah mengenali inputan suara berupa angka
2. Hasil kata yang didengar pada aplikasi sudah cukup didengar dengan bukti MOS
3. Performance komputer yang dipakai cukup tinggi.
4. Sintesa suara sudah mendekati natural

5. Daftar Pustaka

- [1] Shigeki Sagayama, Takuya Nishimoto, *Anthropomorphic Agent as an Integrating Platform of Audio-Visual Information*, Sagayama2003COE09.pdf, The University of Tokyo, 2003
- [2] Shin-Ichi Kawamoto Et al, *Open-Source Software for Developing Anthropomorphic Dialog Spoken Agent*, PRICAI2002-Agent-FINAL.pdf, The University of Tokyo, 2002.
- [3] Kyoto University, IPA-japan, Nara University, *Multipurpose Large Vocabulary Continuous Speech recognition Engine Julius rev. 3.2 (2001/12/03)*. Julius-3.2.pdf
- [4] Microsoft Corporation, Cambridge University Engineering Department, *HTK Book (2001-2005)*. htkbook.pdf
- [5] Helmut Prendinger and Mitsuru Ishizuka, *Introducing the Cast for Social Computing: Life-like Characters*, Hellmut-LLC-book-Intro.pdf, Department of Information and Communication Engineering Graduate School of Information Science and Technology University of Tokyo, 2002
- [6] Shin-Ichi Kawamoto Et al, *Open-Source Software for Developing Anthropomorphic Dialog Spoken Agent*, PRICAI2002-Agent-FINAL.pdf, The University of Tokyo, 2002.
- [7] Keiichi Tokuda, Takayoshi Yoshimura, Takashi Masuko, Takao Kobayashi, Tadashi Kitamura, "Speech parameter generation algorithms for HMM-based speech synthesis," Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Istanbul, Turkey, vol.3, pp.1315-1318, June 2000, tokuda_icassp2000.pdf
- [8] Keiichi Tokuda, Heiga Zen, Alan W. Black, "An HMM-based speech synthesis system applied to English," 2002 IEEE Speech Synthesis Workshop, Santa Monica, California, Sep. 11-13, 2002. tokuda_TTSworkshop2002.pdf
- [9] Keiichi Tokuda, Takashi Masuko, Noboru Miyazaki, Takao Kobayashi, "Multi-space probability distribution HMM," IEICE Trans. Information and Systems, vol.E85-D, no.3, pp.455-464, Mar. 200
- [10] Sari Rachmawati, Sritrusta Sukaridoto, Titon Dutono, "Pemanfaatan Galatea untuk pembuatan karakter hidup (Agent Manager)", Tugas Akhir EEPIS-ITS, 2006.
- [11] Wahyudin Aziz, Sritrusta Sukaridhoto, Titon Dutono, "Pemanfaatan Galatea untuk Pembuatan karakter hidup (Speech recognition Module)", Tugas Akhir EEPIS-ITS, 2006
- [12] Taufik Wicaksono, Sritrusta Sukaridhoto, Titon Dutono, "Pemanfaatan Galatea untuk Pembuatan karakter hidup (Speech Synthesis Module)", Tugas Akhir EEPIS-ITS, 2006
- [13] Bitaria Citra Dewi, Sritrusta Sukaridhoto, Dadet Pramadihanto, "Pengendalian Model 3 dimensi wajah melalui pendeteksian dan tracking titik fitur

wajah (Facial Fitur Tracking Based Template Matching On Imge Sequence)”, Tugas Akhir EEPIS-ITS, 2006

- [14]Zulfan Hakim, Sritrusta Sukaridhoto, Dadet Pramadihanto, “Pemodelan 3 Dimensi Wajah dan texture Mapping Gambar 2 Dimensi ke Model 3 Dimensi”, Tugas Akhir EEPIS-ITS, 2006
- [15]Rosyidina Safitri, Sritrusta Sukaridhoto, Dadet Pramadihanto, “Face Detection and Facial Features Points Detection,”, Tugas Akhir EEPIS-ITS, 2006