



Vol. 1 • No. 2 • Juni 2021

Page (Hal.) : 91 – 102

ISSN (online) : 2746 - 4482

ISSN (print) : 2746 - 2250

© LPPM Universitas Pamulang

JL. Surya Kencana No.1 Pamulang, Tangerang Selatan – Banten

Telp. (021) 7412566, Fax (021) 7412491

Email : [humanisproceedings@gmail.com](mailto:humanisproceedings@gmail.com)

Special Issue :

**Humanis2021**

Humanities, Management and Science  
Proceeding 2021

Website. :

<http://www.openjournal.unpam.ac.id/index.php/SNH>

## Analisis *Voice Recognition* Pada Sistem Autopilot

Amar Ali<sup>1)</sup>, Masbach Siregar<sup>2)</sup> dan Taswanda Taryo<sup>3)</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Pasca Sarjana Prodi Teknik Elektro ISTN

<sup>2</sup>Pasca Sarjana Institut Sains dan Teknologi Nasional,  
Srengseng, Jakarta Selatan, Indonesia

<sup>3</sup>Pasca Sarjana Universitas Pamulang, Jalan Surya Kencana,  
Tangerang Selatan, Propinsi Banten, INDONESIA

E-mail: [amar\\_aliy@yahoo.com](mailto:amar_aliy@yahoo.com).; [otantaryo@gmail.com](mailto:otantaryo@gmail.com)

**Abstrak:** Makalah ini menyajikan konsep sistem kontrol pesawat udara untuk membantu pilot yang berbeda dari pendekatan / approach klasik pada umumnya. Ini adalah konsep sistem kontrol dengan perintah suara. Makalah ini menganalisis kelayakan realisasi sistem kendali pesawat udara dengan modul pengenalan suara untuk pesawat terbang umum. Penulis mencoba mendefinisikan aturan utama yang harus diperhatikan untuk merancang dan mengoperasikan sistem tersebut. Tingkatan fungsionalitas utama dari sistem kontrol yang disajikan pada makalah kemudian didefinisikan dan dibahas. Penggunaan perintah suara untuk pengendalian langsung penerbangan pesawat juga disajikan dan dianalisis secara rinci. Makalah ini membahas beberapa jenis perintah suara yang dapat digunakan pilot untuk mengendalikan pesawat. Persyaratan utama perintah suara harus memenuhi syarat yang didefinisikan dan dibahas secara spesifik. Bagian terakhir dari makalah ini berisi deskripsi pendek sistem kontrol Autopilot yang dapat menjadi dasar untuk mengembangkan lebih lanjut pada penerbangan pesawat umum komersil yang dikendalikan suara..

**Kata kunci:** Sistem kontrol pesawat, Pesawat yang dikendalikan suara, Penerbangan otomatis

**Abstract:** This paper presents the concept of an aircraft control system to assist pilots who are different from the classic approach / approach in general. This is a control system concept with voice commands. This paper analyzes the feasibility of realizing an aircraft control system with a voice recognition module for general aircraft. The author tries to define the main rules that must be observed to design and operate the system. The main functional levels of the control system presented in the paper are then defined and discussed. The use of voice commands for direct control of aircraft flight is also presented and analyzed in detail. This paper discusses several types of voice commands that pilots can use to control aircraft. The main requirements for voice commands must meet the requirements that are defined and discussed specifically. The last part of this paper contains a short description of the Autopilot control system which can be the basis for further developments in voice-controlled commercial general aircraft flight.

**Keywords:** Aircraft control system, Voice controlled aircraft, Automatic flight

## PENDAHULUAN

Secara berkelanjutan dan terus-menerus peningkatkan lalu lintas udara dengan penerbangan umum pesawat kecil menciptakan masalah baru yakni banyak kelompok pilot menggunakannya sebagai kendaraan udara. Mereka menggunakannya sebagai sarana transportasi lokal untuk jarak menengah. Di sisi lain mereka biasanya bukan pilot profesional dan seringkali tidak memiliki banyak pengalaman penerbangan. Mereka mewakili pendekatan yang berbeda untuk proses kontrol pesawat dari yang biasa dilakukan pilot profesional. Mereka juga mengharapkan fitur pesawat sedikit berbeda dari yang dilakukan para profesional. Oleh karena itu, tampaknya ada tujuan untuk merancang sebuah pesawat yang dilengkapi dengan sistem avionik yang didedikasikan untuk kelompok pengguna tersebut. Sistem yang disebutkan di atas telah menjadi subjek penelitian intensif di banyak pusat ilmiah dan teknis di seluruh dunia. Semuanya fokus pada penyederhanaan proses pengendalian pesawat. Mereka berisi berbagai solusi teknis yang sangat luas untuk menyederhanakan tidak hanya proses kontrol pesawat tetapi juga navigasi, layanan sistem on-board, interpretasi data sistem, identifikasi dan interpretasi parameter penerbangan. Ada perangkat navigasi, sistem manajemen penerbangan, sistem keamanan, sistem pengawasan instalasi on-board otomatis, tampilan dan sistem visualisasi di antaranya.

Mayoritas solusi yang diusulkan adalah dengan menyederhanakan piloting pesawat tetap fokus pada jenis tongkat atau kontrol tertentu sebagai perangkat kontrol. Solusi ini dapat disebut sistem "berorientasi tongkat" dan semuanya melibatkan tangan pilot untuk mengendalikan pesawat. Dalam makalah Ada proposisi dan modifikasi dengan pendekatan operasi sistem pesawat. Penulis menyarankan untuk melepaskan konsep sistem pesawat yang dikendalikan oleh tangan. Saat ini secara teknis dimungkinkan untuk mempersiapkan sistem avionik yang dapat dikendalikan oleh suara oleh pilot. Pilot dapat memberikan perintah suara untuk mengontrol sistem dan parameter penerbangan pesawat. Mungkin, situasi yang paling diinginkan adalah jika kita bisa berbicara dengan pesawat seperti halnya dengan manusia. Saat ini kita bisa melihatnya hanya menonton film fiksi ilmiah.

Makalah ini mencoba membahas profil generik sistem avionik menggunakan antarmuka suara. Aturan umum yang mendefinisikan bentuk perintah juga disajikan. Beberapa solusi yang memungkinkan untuk menggabungkan modul pengenalan suara ke dalam sistem yang ada, autopilot juga disertakan dalam makalah ini. Masalah dengan realisasi praktis dari modul pengenalan suara juga menjadi perhatian. Penulis ingin memperhatikan kelayakan realisasi sistem kendali dengan pengenalan perintah suara pilot.

### Fungsionalitas sistem

Beberapa pertanyaan mendasar muncul di awal pembahasan tentang pesawat yang dikendalikan suara atau Voice Control Aircraft (VCA). Ada contoh pertanyaan berikut di antaranya:

1. Apa fungsi sistem on-board yang dapat dikontrol oleh perintah suara?
2. Dapatkah pilot "berbicara dengan pesawat" untuk mengontrol penerbangannya?
3. Pada level berapa pilot dapat mengendalikan pesawat dengan suara?

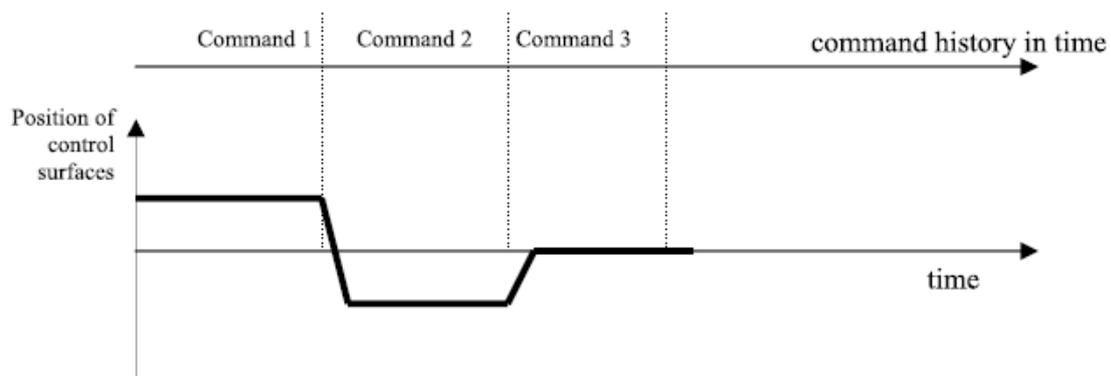
Tulisan ini mencoba menjawab keduanya dan juga banyak pertanyaan lainnya. Pilot mengontrol banyak fungsi sistem on-board selama penerbangan biasa. Fungsi-fungsi ini memiliki tingkat prioritas yang berbeda dan pengaruh yang berbeda terhadap keselamatan pesawat. Dengan mempertimbangkan fakta-fakta di atas, tiga tingkat kerja VCA dapat



ditentukan. Mereka berbeda satu sama lain dalam fungsi yang dilayani dan prosedur pengenalan suara.

*Tingkat I*, Hanya fungsi tambahan yang tidak secara langsung mempengaruhi penerbangan yang tersedia, misalnya: deicing on/off, taxi light on/off, pilot heater on/off, dll. Prosedur pengenalan suara dapat berupa aplikasi pendeteksi kata dan beberapa kesalahan yang dilakukan oleh aplikasi diperbolehkan. *Tingkat II*, Fungsi tambahan yang mempengaruhi status penerbangan tersedia: gear down/up, flaps down/approach/up. Autopilot dapat diaktifkan dan dinonaktifkan dan pada dasarnya tidak ada fungsi navigasi penting yang dapat diaktifkan. Artinya, fungsi stabilisasi heading, ketinggian, dan kecepatan udara dapat tersedia jika mekanisme keselamatan khusus diterapkan. Sistem harus dilengkapi dengan fungsi yang melindungi terhadap nilai abnormal dari parameter penerbangan yang stabil dan manuver yang terlalu dinamis. Prosedur pengenalan suara juga dapat berupa aplikasi word spotting tetapi persyaratan untuk akurasi pengenalan suara lebih tinggi dari pada tingkat I. Namun beberapa kesalahan sistem masih diperbolehkan. *Tingkat III*, Fungsi stabilisasi ketinggian ruang pesawat tersedia, misalnya fungsi stabilisasi pitch dan roll. Setiap fungsi darurat yang memulihkan pesawat dari kondisi penerbangan yang berbahaya dan tidak normal harus diterapkan juga. Tingkat ini membutuhkan akurasi pengenalan suara hampir 100% dan penundaan prosedur yang sangat kecil. Prosedur pengenalan ucapan harus berupa sistem pengenalan kata-kata yang terhubung dengan kosakata kecil.

Untuk memastikan keselamatan penerbangan, semua fungsi yang diinisialisasi oleh modul pengenalan suara harus digandakan oleh perangkat kontrol standar. Semua perintah yang dikenali oleh modul pengenalan suara dapat dikenali dengan suara. Pilot harus dilatih bagaimana memanfaatkan fungsi pengenalan suara dan bagaimana menangani kemungkinan kesalahan modul pengenalan suara terutama di tingkat II dan III. Klasifikasi VCA yang diusulkan sebelumnya dalam makalah ini mengasumsikan, bahwa tingkat yang lebih tinggi mencakup fungsi yang lebih rendah. Tingkat II dan III mencakup fungsi-fungsi yang berkaitan erat dengan kontrol penerbangan pesawat. Ini menyiratkan bahwa mereka memiliki pengaruh langsung pada keselamatan penerbangan. Ini adalah alasan mengapa lebih banyak perhatian diberikan kepada mereka nanti dalam makalah ini.



Gambar 1. Control Surfaces dapat bergeser ke posisi baru dengan momen waktu diskrit

## Kontrol penerbangan

Sebelum diskusi tentang sistem kontrol penerbangan perintah suara dimulai, perlu dilakukan upaya untuk menentukan cara pesawat dapat dikendalikan. Mengikuti fitur kontrol tangan memutuskan bahwa agak sulit untuk membayangkan situasi ketika pilot akan mengarahkan secara langsung permukaan kontrol menggunakan perintah suara.



- 1) Pilot menggerakkan permukaan kontrol secara terus menerus, dengan tangan. Akan agak sulit untuk mewujudkan pemrosesan perintah semacam itu jika pilot memberikan perintah suara. Kontrol hanya bisa satu diskrit, bahkan jika pilot memberikan perintah dalam satu aliran kata.

Selain itu, tidak mungkin untuk memperbaiki kesalahan pilot dengan segera. Beberapa periode waktu yang hilang menyebabkan pesawat akan dikemudikan secara tidak benar sampai perintah baru diucapkan dan diaktifkan (Gambar 1).

- 2) Bagaimana seharusnya perintah dirumuskan – secara bertahap, sebagai posisi absolut dari permukaan kontrol atau solusi campuran apa pun?
- 3) Agak sulit membayangkan situasinya ketika sesaat setelah turbulensi angin pilot dapat mengatakan “aileron satu derajat ke kanan lebih” misalnya. Situasi seperti itu berarti pilot bisa menghitung posisi baru aileron dalam pikirannya. Tidak mungkin terutama bahwa sistem ini ditujukan bukan untuk para profesional.
- 4) Tidak hanya posisi perangkat kontrol yang penting bagi pilot tetapi juga pola perpindahannya. Penting apakah gerakan tongkat itu dinamis atau lamban. Selain itu, kontrol memiliki karakter impuls atau yang lain kadang-kadang.
- 5) Pilot sering membelokkan lebih dari satu set permukaan kontrol secara bersamaan – aileron dan rudder misalnya. Pilot yang mengendalikan pesawat dengan suara tidak akan dapat menghasilkan gerakan lebih dari satu set kontrol aktuator pada saat yang sama kecuali jika perintah khusus diterapkan (Gambar. 2).

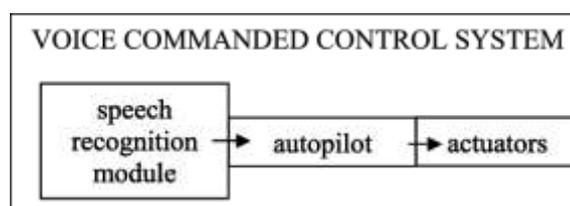
Fakta-fakta yang dikemukakan pada poin-poin di atas mungkin memutuskan bahwa adalah mungkin untuk mengendalikan pesawat secara tidak langsung saja. Kontrol tidak langsung berarti kontrol dengan penggunaan sistem apa pun yang secara mandiri menstabilkan parameter penerbangan yang dipilih. Jadi, memproyeksikan sistem seperti itu perlu untuk mengintegrasikan modul pengenalan suara atau Speech Recognition Module (SRM) dengan segala jenis autopilot. Hal ini akan mewujudkan fungsi dasar kontrol parameter penerbangan pesawat yang diaktifkan oleh SRM. Ada fungsi sampel seperti pengendalian sikap ruang, ketinggian, heading dan stabilisasi kecepatan di antara mereka.

## Kemungkinan realisasi

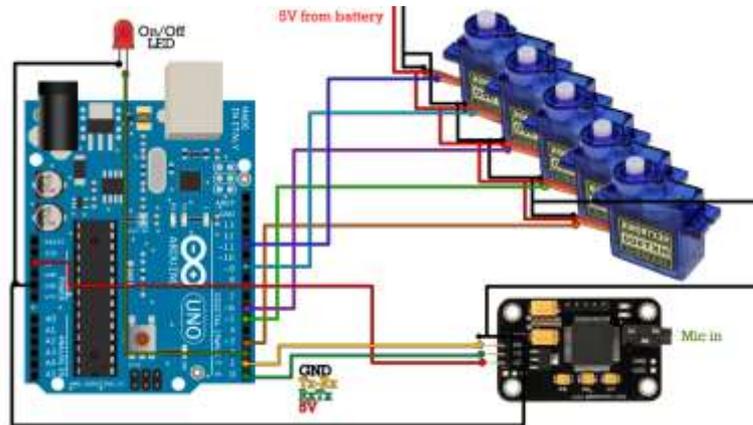
Perintah suara dapat digunakan untuk mengendalikan pesawat jika prosedur pemrosesan suara memungkinkan pengenalan perintah yang cepat dan andal saja. Sistem harus mengenali perintah dengan benar dalam periode waktu yang lebih pendek dari yang dapat ditunjukkan oleh pilot. Mempertimbangkan kemungkinan persepsi manusia dapat dikatakan bahwa waktu reaksi sistem  $T_{SR}$  dapat ditentukan dengan rumus berikut

$$T_{SR} = 1/2 T_{HR} \tag{1}$$

di mana  $T_{SR}$  adalah waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengenali perintah dan mengambil tindakan yang tepat,  $T_{HR}$  adalah waktu yang dibutuhkan pilot manusia untuk menunjukkan dan mengenali peristiwa apa pun.



Gambar 2. Blok Diagram Simple Voice Commanded Control System



Gambar 3. Prototype Simple Voice Commanded Control System

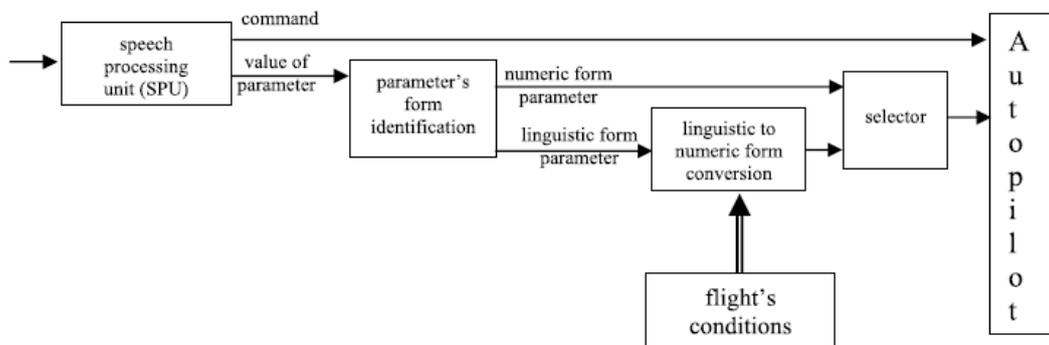
Diasumsikan bahwa waktu reaksi manusia pada umumnya adalah sekitar 0,15–0,2 detik. Oleh karena itu, sistem harus melakukan tindakan dalam waktu kurang dari 0,1 detik. Algoritma pengenalan suara dan platform perangkat keras untuk tugas ini telah dikembangkan secara terpisah selama bertahun-tahun. Mereka telah mencapai tingkat yang memungkinkan penggunaan prosedur pengenalan suara di berbagai area saat ini. Ponsel menawarkan panggilan suara. Pusat layanan pelanggan telepon jarak jauh menggunakan perintah suara untuk menavigasi pelanggan di menu suara. Ada juga instrumen pengenalan suara yang digunakan dalam kedokteran. Sayangnya semua sistem tersebut memerlukan perintah yang didefinisikan secara ketat, yang dapat digunakan. Mereka tidak dapat mengenali perintah dari ucapan terus menerus secara umum.

Sistem yang umum digunakan tidak mengenali semua perintah dengan benar. Pengenalan yang benar tergantung pada beberapa kondisi seperti intonasi suara, aksentuasi, kecepatan berbicara, volume suara, ketepatan berbicara misalnya. Tingkat pengenalan mencapai sekitar sembilan puluh persen dari perintah yang ditentukan saat ini. Jika sistem meleset atau salah memahami perintah, itu tidak dapat digunakan untuk mengontrol fungsi kritis sistem pesawat apa pun, terutama fungsi yang mengendalikan penerbangan. Fungsi navigasi tambahan atau dasar yang tidak mempengaruhi keselamatan pesawat secara langsung hanya dapat dilayani. Dengan mempertimbangkan keterbatasan kapasitas sistem pengenalan suara, dapat dikatakan bahwa sistem avionik dengan perintah suara belum dapat dibuat sepenuhnya. Namun demikian, beberapa upaya untuk mendekati solusi sempurna dapat dilakukan. Beberapa pertimbangan mengenai modul pengenalan suara diberikan di bawah ini.

Pertama-tama harus dicatat bahwa pengenalan suara di kokpit pesawat dilakukan di lingkungan yang bising dengan kemungkinan gangguan dari suara orang yang menyertainya. Pengenalan ucapan akurasi berkorelasi positif dengan rasio signal-to-noise (SNR) dari sinyal ucapan, oleh karena itu setiap kebisingan dan sumber suara yang berbeda dari yang dikenali menyebabkan penurunan yang kuat pada akurasi pengenalan suara. Masalah-masalah ini sebagian diminimalkan di kokpit modern dengan mikrofon khusus berbicara jarak dekat yang mengurangi tingkat kebisingan dan tidak peka terhadap suara dari jarak jauh. Namun sarana teknis ini mungkin tidak cukup ketika prosedur pengenalan suara harus diterapkan. Oleh karena itu prosedur pengurangan kebisingan tambahan, misalnya. Filter Wiener atau berarti menghilangkan suara yang mengganggu, misalnya.

susunan mikrofon yang mungkin terbukti bermanfaat. Selain metode ini, melembutkan kabin pilot dengan bahan penyerap suara juga dapat memberikan hasil yang lebih baik.

Analisis kedua yang harus dipertimbangkan saat merancang kontrol suara untuk pesawat adalah ukuran kosakata dan kata-kata yang dapat membingungkan dalam hal program kosakata. Sedangkan untuk ukuran kosa kata, semakin banyak kosa kata, semakin lambat dan kurang akurat pengenalan suara. Oleh karena itu rangkaian kata dan ucapan yang dikenali harus sekecil mungkin. Masalah ini sebagian dapat diatasi dengan menonaktifkan pengenalan perintah yang tidak digunakan pada saat tertentu. Selain itu, jika kita berasumsi bahwa modul pengenalan suara tidak ramah pilot, yaitu pilot dilatih untuk menggunakan sistem, ukuran kosakata dapat dikurangi secara signifikan. Dalam hal ini juga ada kemungkinan untuk membangun kosa kata tertentu dengan meminimalkan jumlah kata yang membingungkan. Tentu saja jika kita ingin memiliki modul pengenalan suara yang benar-benar pilot friendly, kita harus mempertimbangkan untuk menggunakan komputer yang sangat cepat dan menerapkan metode analisis diskriminan atau analisis komponen utama dalam prosedur pengenalan.



Gambar 4. Blok Diagram Proses interpretasi perintah

## Perintah-perintah atau Commands

Maksud dari penerapan sistem pengenalan perintah suara ke dalam sistem avionik untuk SGAA adalah untuk meningkatkan kenyamanan pilot dan mengurangi beban kerja pilot. Situasinya, ketika pilot harus mencari kata-kata yang tepat untuk membatasi dan mengucapkan perintah dengan benar, tidak mungkin ada. Ini menyiratkan bahwa perintah, yang digunakan pilot untuk mengontrol sistem on-board dan penerbangan pesawat harus memiliki bentuk yang ramah pilot atau pilot-friendly. Jadi, ada persyaratan utama sekali yang harus dipenuhi oleh perintah suara untuk diidentifikasi sebagai pilot-friendly, yang didefinisikan pada poin-poin berikut:

1. Harus memiliki bentuk frasa standar yang digunakan dalam penerbangan. Setiap perintah terdiri dari kata-kata khas yang digunakan pilot untuk mengekspresikan harapan mereka mengenai parameter penerbangan.
2. Harus sesingkat mungkin. Frase pendek lebih mudah diingat dan membutuhkan lebih sedikit waktu untuk mengucapkannya.
3. Baik nilai numerik dan linguistik diterima. Lebih nyaman untuk mengatakan "Menuju sedikit ke kanan" ketika akurasi tinggi tidak diperlukan daripada merumuskan perintah yang secara tepat menginstruksikan sistem tentang koreksi parameter penerbangan yang diperlukan: "Menuju tiga derajat ke kanan" misalnya. Bentuk kedua diperlukan ketika akurasi kontrol yang tinggi lebih diperlukan lagi tentunya.



4. Nilai linguistik dapat berubah artinya tergantung pada kondisi penerbangan.
5. Frase yang berbeda secara fonetis dapat memiliki arti yang sama jika perlu. Pilot tidak dapat diwajibkan untuk secara ketat mengingat variabel linguistik. Oleh karena itu kata-kata seperti "sedikit", "sedikit" harus membawa hasil yang sama misalnya.
6. Harus unik. Perintah harus cukup berbeda satu sama lain untuk melindungi dari situasi ketika sistem menjadi bingung atas perintah-perintah yang ada.

Sistem pengenalan suara harus memungkinkan pengoperasian dengan sistem on-board dan kontrol penerbangan, dalam hal ini hasilnya berupa perintah-perintah yang tersedia yang digunakan untuk mengontrol penerbangan pesawat dan untuk mengontrol sistem on-board dapat dimasukkan ke dalam empat rangkaian instruksi dasar sebagai berikut.

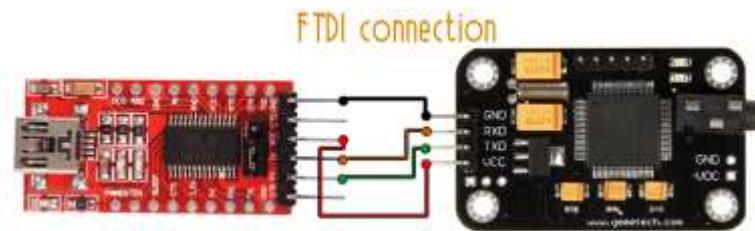
- a. Menghidupkan/mematikan jenis – perintah “gear down” atau “gear up”.
- b. Menentukan nilai parameter yang dikontrol secara langsung – “putar sepuluh ke kanan”.
- c. Menentukan nilai parameter yang dikontrol secara bertahap – “putar sepuluh lagi ke kanan”.
- d. Perintah darurat khusus – perintah “Pulihkan” misalnya, membawa pesawat ke kondisi penerbangan horizontal yang aman.

Ada klasifikasi perintah yang tersedia, dengan mempertimbangkan serangkaian fungsi yang mereka sadari disajikan pada poin-poin awal. Klasifikasi lain mempertimbangkan cara parameter perintah didefinisikan. Jadi parameter dapat didefinisikan dalam dua cara yaitu dengan nilai numerik parameter yang ditentukan secara ketat *sepuluh derajat, seratus lima puluh knot* misalnya, selanjutnya dengan variabel linguistik yang menjelaskan nilai parameter - *lebih, kurang, sedikit, lebih besar* misalnya. Proses interpretasi perintah berjalan dalam beberapa langkah berikut: (Gambar. 4). Unit pemrosesan ucapan atau Speech Processing unit (SPU) mengenali perintah dan nilai parameter. Nilainya diidentifikasi sebagai nilai numerik atau linguistik. Nilai linguistik diubah menjadi nilai numerik tergantung pada kondisi penerbangan. Jika proses itu selesai, perintah dan parameternya ditransformasikan ke bentuk yang diterima sistem kontrol dan ditransmisikan ke sana. Algoritma interpretasi perintah yang disajikan pada Gambar.4 menyatakan, nilai variabel linguistik yang ditransfer tergantung pada kondisi penerbangan. Apa artinya? Mari kita bayangkan situasi ketika sudut roll penerbangan tidak nol. Pilot ingin meningkatkan roll dengan mengatakan perintah yang tepat “more roll” misalnya. Kemudian sistem harus memecahkan kode nilai linguistik “lebih”. Ditransformasikan ke nilai numerik yang tepat, misalnya, sudut putaran dimodifikasi dalam hubungannya dengan sudut putaran yang ada. Kemudian nilai "lebih" dapat berarti peningkatan kecil untuk sudut putaran kecil dan peningkatan besar untuk yang lebih besar.

Ada beberapa metode berbeda yang digunakan untuk memecahkan kode nilai-nilai linguistik. Ada metode sampel berikut di antaranya dengan nilai numerik dapat dihitung dari rumus matematika klasik dengan mempertimbangkan serangkaian parameter utama yang mempengaruhi nilai yang dihitung dengan rumus:

$$v = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2)$$

di mana  $v$  adalah parameter yang dihitung,  $x_1, x_2, \dots, x_n$  adalah parameter memutuskan tentang nilai numerik. Aturan logika fuzzy dapat digunakan untuk mendefinisikan nilai numerik yang benar.



Gambar 5. Pemrograman perintah pada Voice Recognition Modul

## Voice Recognition Unit

Seperti yang telah dinyatakan sebelumnya, modul pengenalan suara dapat berada pada prosedur pendeteksian kata tingkat bawah. Pada tingkat tertinggi, itu harus berupa sistem pengenalan kata terhubung yang berorientasi pada tugas kosakata kecil. Umum untuk kedua prosedur tersebut adalah tahap preprocessing sinyal dan ekstraksi fitur.

### 1. Pra-pemrosesan sinyal

Untuk meningkatkan kualitas proses pengenalan suara dan untuk menghemat sumber daya sistem, metode prapemrosesan sinyal adalah sering diterapkan dalam sistem pengenalan suara. Perangkat pertama di jalur sinyal suara adalah mikrofon. Biasanya ada mikrofon berbicara dekat yang dipasang di pesawat kokpit. Perangkat mampu menekan suara yang dipaksakan pada ucapan sinyal untuk meningkatkan kualitas sinyal suara yang diinginkan. Sebuah alternatif solusinya adalah susunan mikrofon yang dikombinasikan dengan teknik pembentuk balok-balok kata. Hal ini dapat memperkuat sinyal suara (misalnya suara pilot) yang datang dari sembarang arah. Teknik pembentukan balok kata dapat memblokir atau melemahkan suara yang datang dari arah lain. Mikropon array dengan teknik pembentukan balok yang diterapkan dapat menjadi stand sendiri perangkat mikroprosesor tidak menggunakan sumber daya sistem kontrol. Sinyal ucapan yang ditingkatkan dari susunan mikrofon diproses oleh modul deteksi suara. Modul ini mengekstrak segmen sinyal yang berpotensi menjadi sinyal suara murni. Operasi ini secara signifikan mengurangi jumlah perhitungan yang diperlukan untuk mengenali perintah suara karena segmen keheningan di antara ucapan ditolak oleh modul deteksi ucapan dan tidak dilanjutkan dianalisis. Algoritma yang paling sering digunakan dalam pendeteksian suara adalah berbasis pada ambang energi. Beberapa teknik yang lebih baru menggunakan entropi yang berbeda pengukuran.

Selain operasi deteksi suara, penyaringan sinyal suara menjadi signal dengan kisaran antara 100 Hz–10 kHz, tipikal untuk ucapan juga dapat membantu. Dalam prakteknya kejelasan ucapan juga dapat dicapai pada rentang frekuensi 300 Hz–4 kHz sehingga rentang filtrasi yang optimal harus dipilih secara eksperimental. Filtrasi dapat memblokir frekuensi yang lebih tinggi atau lebih rendah sehingga dapat memisahkan komponen yang bukan sinyal suara yang berpotensi mengganggu proses pengenalan. Untuk lebih meningkatkan sinyal ucapan, beberapa pengurangan kebisingan algoritma juga dapat diterapkan. Namun pengurangan kebisingan yang terlalu ketat menimbulkan gangguan tambahan pada sinyal bicara, misalnya kebisingan musik. Beberapa teknik penyaringan yang digunakan untuk meningkatkan kualitas sinyal adalah filter Wiener, pengurangan spektral, dll.



## 2. Ekstraksi fitur

Fitur yang diperlukan untuk prosedur pengenalan suara diekstraksi dari sinyal yang telah diproses sebelumnya dan secara opsional dihilangkan. Saat ini metode ekstraksi fitur yang paling sering diterapkan di metode pengenalan suara adalah Mel-frequency cepstral coefficients (MFCC). Perhitungan parameter MFCC terdiri dari tahapan-tahapan:

- 1) memblokir sinyal ke dalam bingkai, jendela dengan jendela Hamming;
- 2) melakukan Fast Fourier Transform (FFT) pada bingkai berjendela;
- 3) penambahan daya FFT pada beberapa pita frekuensi;
- 4) perhitungan log akumulasi koefisien spektral;
- 5) melakukan DCT pada mereka ( $n(n = 0, 1, 2, \dots, q - 1)$ )

$$x(n) = c(n) + \sum_{k=0}^{K-1} \ln(S_k) \cos\left(\frac{\pi(2k+1)n}{2K}\right)$$

$$c(0) = \sqrt{\frac{1}{K}}, \quad c(n) = \sqrt{\frac{2}{K}} \quad (3)$$

menghitung turunan pertama dan kedua dari kosinus diskrit koefisien transformasi (DCT) terhadap waktu, yang disebut koefisien delta. Perpanjangan parameter MFCC adalah koefisien cepstral faktor manusia atau human factor cepstral coefficients (HFCC) yang terbukti lebih kuat terhadap noise di bawah beberapa keadaan. Perbedaan antara fitur MFCC dan HFCC adalah metode perhitungan bandwidth filter. Bandwidth filter adalah parameter desain, diukur dalam persegi panjang yang setara bandwidth (ERB) – rumus sebagai perkiraan kritis band :

$$ERB = 6,23f_c^2 + 93,39f_c + 28,52 \text{ Hz} \quad (4)$$

## 3. Prosedur spotting atau bercak kata

Hasil cirri ekstraksi adalah serangkaian vektor yang merepresentasikan ciri ucapan yang diucapkan. Prosedur bercak kata mengenali perintah dari sebuah kosakata dengan mencari grup dengan fitur group vektor yang memiliki representasi terbaik dari perintah ini. Sering metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah bercak kata adalah waktu dinamis atau dynamic algoritma warping. Ide utamanya adalah menemukan yang optimal jalur dengan biaya minimal dari sudut kiri bawah ke kanan atas sudut yang disebut array jarak lokal. Satu elemen dimana dari array sama dengan jarak antara vektor fitur ke-m (misalnya MFCC atau HFCC) dari ucapan yang dikenali dan fitur ke-n dari pola referensi. Biasanya jarak Euclidean digunakan sebagai jarak mengukur antara vektor fitur. Akumulasi jarak pada masing-masing titik dari jalur pencarian dihitung menurut prosedur rekursif. Prosedur rekursif patokan dapat diberikan oleh persamaan

$$g(i, j) = \begin{bmatrix} g(i-1, j) + d(i, j) \\ g(i-1, j-1) + d(i, j) \\ g(i, j-1) + d(i, j) \end{bmatrix} \quad (5)$$

Untuk menormalkan hasil yang diperoleh, akumulasi biaya biasanya dibagi dengan faktor D



$$D = \sqrt{N_p^2 + N_w^2} \quad (6)$$

di mana  $N_p$  adalah jumlah vektor fitur dari pola referensi,  $N_w$  adalah jumlah vektor fitur dari kata yang dikenali. Tidak perlu menghitung jarak akumulasi menggunakan semua jarak lokal, sehingga jalur pencarian dibatasi oleh dua garis parallel digeser oleh koefisien

$$Q = \text{round}(w \cdot \max(N_p, N_w)) \quad (7)$$

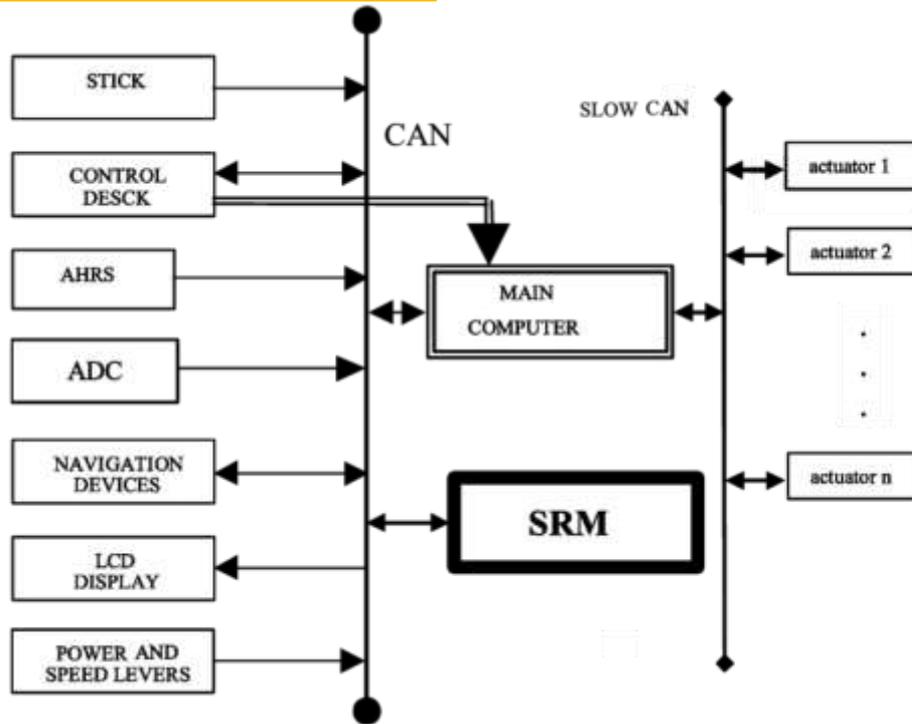
dimana  $w$  adalah koefisien lebar jalur. Deskripsi yang tepat dari Algoritma DTW dapat ditemukan. Ketika biaya akumulasi akhir antara kata yang dikenali dan semua pola dihitung maka biaya akumulasi minimal menunjukkan kelas perintah yang dikenali. Prosedur DTW yang dijelaskan di atas bekerja dengan baik jika SNR sinyal suara tinggi dan kata yang dikenali dideteksi oleh prosedur deteksi suara. Kondisi ini agak mustahil untuk dicapai dalam praktek. Oleh karena itu solusi yang lebih efektif adalah dengan menggunakan metode DTW dalam prosedur bercak kata. Diasumsikan dalam prosedur bercak kata bahwa panjang (dalam milidetik) dari kata yang dikenali paling sedikit  $\frac{1}{n}$  dari panjang pola, dan paling banyak  $n$  kali lebih besar dari panjang pola. Biasanya  $n = 2$ .

#### 4. Connected word recognition

Pengenalan kata yang terhubung biasanya dilakukan oleh model Markov tersembunyi atau Hidden Markov Model (HMM) berdasarkan model genggam. Model Markov tersembunyi atau Hidden Markov Model (HMM) yang paling populer dari genggam adalah model campuran Gaussian kepadatan berkelanjutan. Ini juga model threestate kiri-kanan sering disebut model triphone. Prosedur pelatihan HMM genggam biasanya disematkan pelatihan yang dimodifikasi algoritma Baum-Welch. Prosedur pengakuan dilakukan oleh algoritma token-passing yang dimodifikasi algoritma Viterbi. Masalah yang sangat penting dalam proses pengakuan adalah merancang jaring kata yang tepat di mana recognizer menemukan hipotesis ucapan yang paling mungkin. Pengucapan yang berbeda dari ujaran / ucapan dan varian sintaks yang berbeda dari ucapan dengan arti yang sama harus diperhitungkan saat memproyeksikan jaringan kata. Jaringan kata yang menjadi patokan untuk sistem penerbangan yang dikendalikan suara disajikan dalam Gambar 6. Jaringan ini tidak menyertakan pengucapan kata-kata yang berbeda tetapi mencakup varian sintaks yang berbeda.

## KESIMPULAN

Sistem avionik yang mendukung pilot otomatis di berbagai bidang semakin populer. Sistem yang menawarkan autopilot dengan kontrol suara dari perangkat dan parameter penerbangan apapun kemungkinan pasti akan digunakan oleh sekelompok besar pilot. Secara teknis mulai dimungkinkan untuk membuat sistem avionik yang dikendalikan oleh perintah suara. Solusi prototipe pertama telah muncul adalah voice control aircraft (VCA) pertama pada tingkat I. Dalam waktu tidak lama lagi pesawat penerbangan umum kecil dengan sistem tingkat II dan tingkat III mungkin akan muncul. Saat ini tampaknya sistem tingkat I yang hanya menawarkan fungsi tambahan, tidak memerlukan algoritma khusus untuk bekerja sama dengan avionik lainnya. Tetapi sistem algoritma yang menawarkan fungsi yang secara langsung memengaruhi operasional penerbangan pesawat, harus dikembangkan dan diuji secara komprehensif.



Gambar 6. Struktur umum dari sistem kendali untuk pesawat angkut ringan

Pada saat ini pembaca dapat merumuskan pertanyaan “Manfaat apa yang akan diberikan oleh sistem yang dijelaskan diatas?” Menurut pendapat penulis ada beberapa manfaat yang diberikan dari sistem yang disajikan. Yang paling penting di antaranya adalah sebagai berikut: Penerbangan lebih nyaman. Manusia lebih merupakan pengendali yang memenuhi peran sebagai supervisor yang memberi perintah kepada sistem melalui seorang pilot. Pilot tidak perlu melihat sakelar dan tombol apa pun untuk mengontrol sistem onboard apapun sehingga dia bisa mengamati ruang di sekitar pesawat dan mengontrol sistem pesawat secara keseluruhan. Hal itu membuat penerbangan lebih aman. Di masa depan pilot dapat melakukan tugas lain yang tidak secara langsung berhubungan dengan sistem penerbangan dan kontrol pesawat secara bersamaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- A concept of voice guided general aviation aircraft ,Tomasz Rogalski<sup>a</sup>, Robert Wielgat<sup>b</sup> a *Rzeszow University of Technology, W. Pola 2, 35-959 Rzeszow, Poland* b *Higher Vocational School in Tarnow, Ul. Mickiewicza 8, 33-100 Tarnów, Poland*
- A. Ouzounov, Robust features for speech detection – a comparative study, in: International Conference on Computer Systems and Technologies – CompSys- Tech’ 2005.
- A. Tomczyk, Experimental fly-by-wire control system for general aviation aircraft, in: AIAA GNC Conference, Austin, TX, AIAA Paper No. 2003-5776.
- Advancing Artificial Intelligence and Machine Learning in Aviation, Avionics Digital International Magazines, Published April/May 2021
- Anggranei, F. N. (2020). REALITAS KOMPETENSI GURU PASCA SERTIFIKASI.



*SCIENTIFIC JOURNAL OF REFLECTION: Economic, Accounting, Management and Business*, 3(4), 331-340.

- Harras, H., Sugiarti, E., & Wahyudi, W. (2020). Kajian Manajemen Sumber Daya Manusia Untuk Mahasiswa.
- Husain, T., & Sunardi, N. (2020). Firm's Value Prediction Based on Profitability Ratios and Dividend Policy. *Finance & Economics Review*, 2(2), 13-26.
- Improving Speech Recognition Accuracy Using HMM and DTW Methods Robert Wielgat, Higher State Vocational School in Tarnów, Department of Technology,
- J.R. Mohammed, A new robust adaptive beamformer for enhancing speech corrupted with colored noise, in: IEEE/ACS International Conference on Computer Systems and Applications, AICCSA 2008, March 31–April 4, 2008, pp. 508–515.
- Kadim, A., Sunardi, N & Husain, T. (2020). The modeling firm's value based on financial ratios, intellectual capital and dividend policy. *Accounting*, 6(5), 859-870.
- Mukrodi, M., & Wahyudi, M. (2018). PENGARUH KEPEMIMPINAN DAN BUDAYA ORGANISASI TERHADAP MOTIVASI KERJA SERTA IMPLIKASINYA PADA KOMITMEN PEGAWAI DI KANTOR-KANTOR KEMENTERIAN AGAMA SE PROPINSI BANTEN. *Jurnal Ekonomi Efektif*, 1(1).
- Nardi Sunardi Et Al (2020). Determinants of Debt Policy and Company's Performance, *International Journal of Economics and Business Administration* Volume VIII Issue 4, 204-213
- R. Wielgat, T.P. Zielin´ski, T. Woz´niak, S. Grabias, D. Krol, Automatic recognition of pathological phoneme production, *Folia Phoniatria et Logopedica* 60 (6) (2008) 323–331.
- Sunardi, N., & Lesmana, R. (2020). Konsep Icepower (Wiramadu) sebagai Solusi Wirausaha menuju Desa Sejahtera Mandiri (DMS) pada Masa Pandemi Covid-19. *JIMF (Jurnal Ilmiah Manajemen Forkamma)*, 4(1).
- Wahyudi, W. (2020). KINERJA DOSEN: KONTRIBUSINYA TERHADAP AKREDITASI PERGURUAN TINGGI. *SCIENTIFIC JOURNAL OF REFLECTION: Economic, Accounting, Management and Business*, 3(4), 401-410.