

## PERANCANGAN SISTEM KENDALI MOBILE ROBOT WIRELESS MENGUNAKAN SPEECH RECOGNITION

Erik Agustian Yulanda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pamulang  
<sup>1</sup> Jl. Raya Puspipetek No. 46, Buaran, Serpong, Kota Tangerang Selatan  
Provinsi Banten, 15310, Indonesia.

<sup>1</sup>[dosen02636@unpam.ac.id](mailto:dosen02636@unpam.ac.id)

---

### INFORMASI ARTIKEL

diajukan : 04-04-2021  
revisi : 20-04-2021  
diterima : 22-06-2021  
dipublish : 30-06-2021

---

### ABSTRAK

*Mobile robot* telah memiliki peran dalam kehidupan manusia, diantaranya adalah membantu dalam otomasi transportasi, keamanan, penyelamatan, produksi hingga pengukuran cuaca. Pada umumnya *mobile robot* dikendalikan melalui *input Personal Computer (PC)* atau *remote control analog*. Namun seiring perkembangan fungsi dari *mobile robot* menyebabkan sistem kendali pada *mobile robot* memiliki banyak tombol dan perangkat *input* lainnya, untuk itu dibutuhkan satu *input* pada sistem kendali yang dapat mengontrol banyak fungsi dari *mobile robot*. Maka pada penelitian ini bertujuan membangun sistem kendali *mobile robot* dengan *input* suara manusia. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan mengambil sampel suara menggunakan *voice recognition module V3.1* dan *arduino uno*, sampel suara dilakukan dengan merekam suara sebanyak 5 kali pada setiap perintah, kemudian hasil sampel-sampel suara dijadikan *database* dalam proses pengenalan suara. Proses pengenalan suara dilakukan dengan mengekstraksi ciri dan perbandingan pola. Pengujian dilakukan dengan eksperimen terhadap 10 orang dengan 10 kali percobaan pada setiap perintah. Hasil percobaan menunjukkan sistem kendali *mobile robot* dapat bekerja dengan baik dalam jarak jangkauan 40 meter diluar ruangan dan tingkat keberhasilan pengenalan perintah suara rata-rata setiap orang adalah 82%.

*Kata kunci* : sistem kendali nirkabel; sistem pengenalan ucapan

## ABSTRACT

**Designing A Mobile Robot Wireless Control System Using Speech Recognition.** *Mobile robot have an important in human life, to assist in transportation automation, rescue, production and weather measurement. in general, mobile robot are controlled by input Personal Computer (PC) or analog remote control. However, the development of the function of the mobile robot causes the control system in the mobile robot to have many buttons and other input devices, for that needed one input in the control system that can control many functions of the mobile robot. So in this study aims to build a mobile robot control system with human voice input. The method used was an experiment by taking voice samples using the voice recognition module V3.1 and Arduino Uno, the voice samples were carried out by recording the voice 5 times on each command, then the results voice samples are use as a database in the speech recognition process, the voice recognition process is carried out by extracting features and comparing patterns. Experiments were carried out on 10 people with 10 experiments on each command. The experimental results show that the mobile robot control system can work within a range of 40 meters outdoors and the success rate of voice command recognition is 82%.*

*Keywords : wireless control system; speech recognition system*

## PENDAHULUAN

*Mobile robot* adalah *robot* yang memiliki ciri khas pada kontruksi yang memiliki aktuator untuk menggerakkan seluruh badan *robot*, sehingga memungkinkan *robot* berpindah posisi, salah satu jenis *mobile robot* adalah *robot* beroda atau *wheeled mobile robot*, yaitu *mobile robot* yang menggunakan roda sebagai *actuator* (Sulistyo, 2019).

Peran *mobile robot* dalam kehidupan manusia di antaranya adalah membantu dalam otomasi transportasi, keamanan, penyelamatan, produksi hingga pengukuran cuaca. Pada umumnya *mobile robot* dikendalikan dengan *input keyboard* dari *Personal Computer (PC)* atau *remote control analog* (Ronando & Irawan, 2012).

Perkembangan fungsi dari *mobile robot* menyebabkan sistem kendali pada

*mobile robot* memiliki banyak tombol dan perangkat *input* lainnya, untuk itu dibutuhkan satu *input* pada sistem kendali yang dapat mengontrol banyak fungsi dari *mobile robot*. Maka pada penelitian ini bertujuan membangun sistem kendali *mobile robot* dengan *input* suara manusia.

Untuk dapat menjadikan suara sebagai *input* pada sistem, maka *input* berupa suara harus melewati proses digitalisasi, karena sinyal suara yang diterima berupa sinyal analog, untuk dapat mengenal suara manusia suatu sistem harus melakukan beberapa tahap, mulai dari membangun *database*, kemudian mengekstraksi ciri sampai pengenalan pola suara (Sunardi & Hari Nugroho, 2018).

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan penulis akan merancang *mobile robot* dengan sistem kendali *wireless*

menggunakan *speech recognition*, perangkat keras utama yang digunakan adalah *Arduino Uno*, *Voice Recognition V3.1*, *NRF24L01*, tujuan penelitian untuk mendapatkan nilai persentasi keberhasilan sistem kendali mengenali perintah suara.

## TEORI

### Mobile Robot

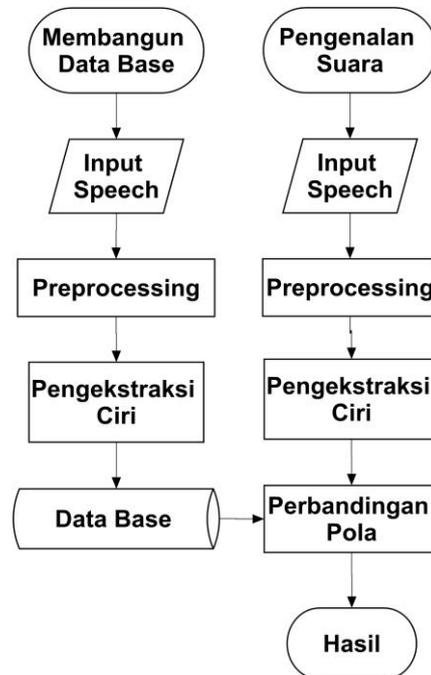
*Mobile robot* adalah *robot* yang dapat berpindah posisi, *mobile robot* memiliki empat struktur yaitu sistem mekanik meliputi bentuk dasar, *steering sensor* dan sistem penggerak. Sistem pengendali adalah gabungan antara prinsip algoritma dan komponen penggerak. Sistem sensor diterapkan bertujuan untuk mengenali lingkungan dan menjadi *input* pada sistem kendali. Sistem pengetahuan meliputi algoritma pengambil keputusan pada *mobile robot* (Chayati et al., 2018),

### Speech Recognition

*Speech recognition* adalah suatu sistem yang mampu mengenal ucapan atau pelafalan dari suara manusia. Suara yang diterima oleh sistem dalam bentuk sinyal analog, kemudian sinyal analog diolah kedalam sinyal digital untuk dapat diproses oleh sistem, proses perubahan gelombang analog menjadi digital dinamakan *Analog to Digital Conversion* (ADC) (Andriana et al., 2016).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam identifikasi suara, yaitu *template based approaches*, *knowledge based approaches*, *stochastic approaches* dan *connected approaches*. Metode yang digunakan penulis adalah perhitungan tingkat kesamaan atau dikenal dengan metode *template based approaches*. Metode *template based approaches* sangat

bergantung kepada *sample* (Ronando & Irawan, 2012).



Gambar 1. Alur Pembentukan *database* dan pengenalan suara (Sunardi & Hari Nugroho, 2018).

### Sampling

*Sampling* adalah proses pengambilan nilai-nilai sinyal (cuplik) dari sinyal analog pada periode-periode tertentu, sehingga akan didapatkan sinyal diskrit atau digital, jumlah nilai yang diambil setiap detik dinamakan *sampling rate*, pada saat proses *sampling* harus memperhatikan kriteria *Nyquist* yaitu frekuensi *sampling* minimal lebih besar sama dengan 2 kali nilai frekuensi sinyal analog yang akan di cuplik (Kadek et al., 2020).

$$F_s \geq 2F_m \quad (1)$$

### Preprocessing

Pada *preprocessing* ada beberapa tahapan yang dilakukan yaitu, normalisasi, pemotongan sinyal, *frame blocking* dan *windowing*.

## Normalisasi

Normalisasi adalah proses perubahan skala gelombang *input*, bertujuan agar setiap gelombang dari satu ucapan yang terdeteksi memiliki nilai amplitudo yang sama, dengan kata lain gelombang dari satu ucapan yang terdeteksi skalanya selalu sama. Proses normalisasi dilakukan dengan cara membagi tiap data yang masuk dengan nilai maksimum *absolute* dari himpunan data tersebut (Prayoga, 2019).

$$X_{norm} = \left( \frac{X_{in}}{\max(\text{abs}(X_{in}))} \right) \quad (2)$$

## Pemotongan Sinyal

Pemotongan sinyal dilakukan untuk menghilangkan *noise* atau data yang tidak termasuk data ucapan, terdapat pada bagian awal dan akhir gelombang, biasa disebut juga bagian *silence*, *noise* dapat berasal dari derau ruangan dan pernapasan (Riyani, 2019).

## Frame Blocking

*Frame blocking* adalah proses pengambilan data sebagai sampel, banyaknya pengambilan data bergantung frekuensi *sampling*, proses *frame blocking* bertujuan untuk mengambil data tiap *frame* yang akan diproses dalam sistem pengenalan suara, jumlah tiap *frame* memiliki  $2^n$  data sampel (Sagala & Harjoko, 2014).

## Windowing

Proses *windowing* diperlukan untuk menghilangkan efek diskontinuitas yang terjadi pada tahap *frame blocking*, sampel yang terbagi beberapa *frame* harus dijadikan data kontinu, dengan cara mengalikan data hasil *frame blocking* dengan persamaan *hamming windowing*.

$$0 \leq n \leq N - 1$$

Dengan  $N$  adalah banyak data dari sinyal dan  $n$  adalah waktu diskrit ke- $[0, 1, 2, \dots, N-1]$  (Suswanto, 2004).

## Ekstraksi Ciri

Proses ekstraksi ciri dilakukan untuk mendapatkan sederetan besaran pada bagian sinyal masukan untuk menetapkan pola uji, pada proses pengenalan suara pencuplikan *sample* dilakukan lebih dari sekali untuk mendapatkan beberapa pola uji, yang bertujuan untuk menambah tingkat keberhasilan pengenalan suara.

Perhitungan ekstraksi ciri dapat dilakukan dengan cara *Fast Fourier Transform (FFT)*, perhitungan FFT dilakukan untuk mendapatkan nilai absolut yang dapat dianalisis dalam proses pengenalan suara. (Riyani, 2019).

## Voice Recognition Module V3.1

Modul yang digunakan untuk proses pengenalan suara adalah modul *voice recognition V3.1*, Modul *voice recognition V3.1* dapat melakukan pengenalan suara dengan cara membuat *sample* yang disimpan pada *data base*, modul *voice recognition V3.1* banyak dimanfaatkan pada aplikasi yang membutuhkan pengenalan suara. (Rahayu & Hendri, 2020).



Gambar 2. Modul Voice Recognition V3.1 (Pradipta et al., 2019)

Modul *Voice Recognition V3.1* (VR V3.1) dapat menampung 80 perintah suara, dengan tiap perintah 1500 ms (satu atau dua kata), maksimal 7 suara efektif dalam waktu yang sama, untuk pemrograman VR V3.1 telah tersedia *library* pada *Arduino Ide*, VR V3.1 memiliki kontrol mudah dengan UART/GPIO (Pradipta et al., 2019).

### Pengujian Tingkat Keberhasilan

Pengujian tingkat keberhasilan dilakukan untuk mengetahui performa sistem dalam mengenali suara, perhitungan tingkat keberhasilan pengenalan suara menggunakan persamaan berikut:

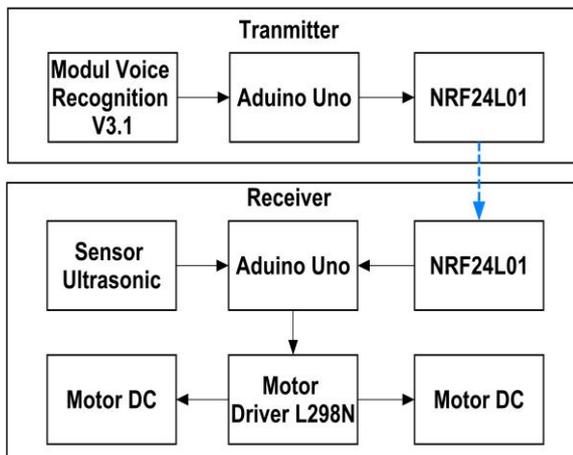
$$\text{Tingkat Pengenalan} = \frac{\sum V}{\text{Banyaknya Percobaan}} \times 100\% \quad (3)$$

Dengan  $\sum V$  adalah jumlah suara yang berhasil dikenali (Prayoga, 2019).

## METODOLOGI

### Blok Diagram Sistem

Dalam perancangan sistem kendali *mobile robot* diperlukan blok diagram keseluruhan dari sistem yang akan dibuat, untuk memperlihatkan hubungan antar *hardware*, serta peran *hardware* pada sistem yang dibangun.

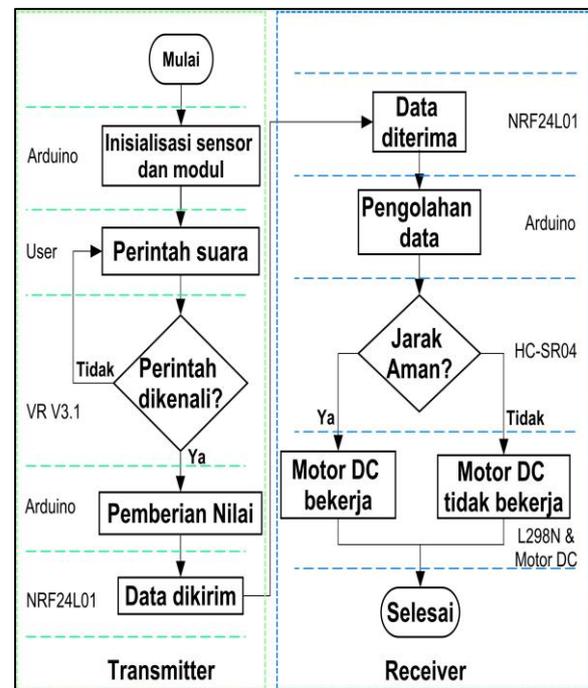


Gambar 3. Blok Diagram Sistem Keseluruhan.

Blok diagram terdiri dari *transmitter* dan *receiver*, proses pengenalan suara terdapat pada blok *transmitter* menggunakan modul *voice recognition*, data kemudian dikirim menggunakan modul NRF24L01, data yang diterima akan diolah *arduino* untuk menggerakkan motor DC.

### Flowchart Sistem

Alur kerja secara keseluruhan dapat dijelaskan dengan *flowchart* berikut.



Gambar 4. Flowchart Sistem Keseluruhan.

Tahap pertama pada *flowchart* sistem, adalah *arduino* menginisialisasi sensor dan modul dengan memberikan nilai awal, kemudian pengguna mengucapkan kata perintah, suara ucapan akan diproses oleh modul *voice recognition*, jika suara dikenali *arduino* akan mencetak data sesuai perintah pada Tabel.1, kemudian data perintah dikirim oleh NRF24L01 *transmitter*, setelah data diterima oleh NRF24L01 *receiver*, data perintah diolah oleh *arduino*, sebelum menjalankan perintah sensor *ultrasonic* HCSR04 bekerja untuk mendeteksi

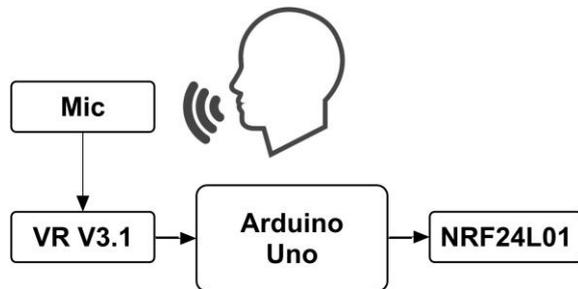
halangan, jika jarak aman maka motor DC akan bekerja sesuai perintah.

Tabel 1. Data Perintah.

Perintah	Data Perintah
Maju	0
Mundur	1
Kanan	2
Kiri	3

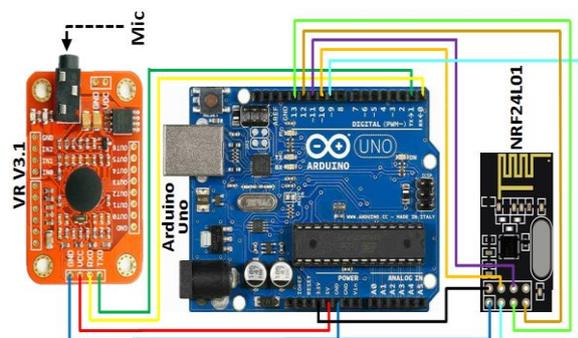
### Perancangan Sistem Kendali

Perancangan sistem terbagi menjadi dua, yaitu perancangan sistem kendali dan perancangan *mobile robot*.



Gambar 5. Blok Diagram Sistem Kendali.

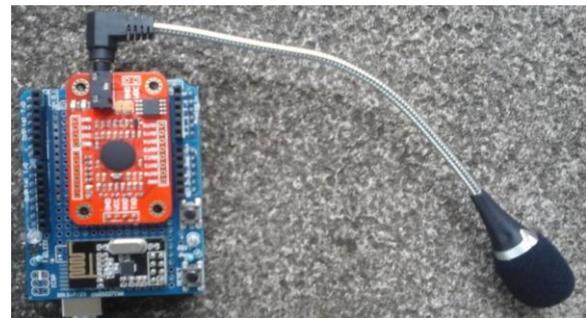
Gambar 5. Menjelaskan mengenai alur kerja dari sistem kendali, dimana suara ucapan akan ditangkap oleh *mic* kemudian suara akan dikenali oleh modul VR V3.1 sebagai perintah, perintah yang dikenali akan diteruskan oleh *arduino uno* dan dikirim melalui modul NRF24L01.



Gambar 6. Pengkabelan Sistem Kendali.

Modul VR V3.1 membutuhkan 5 VDC dan NRF24L01 membutuhkan 3.3 VDC untuk dapat beroperasi. Untuk dapat

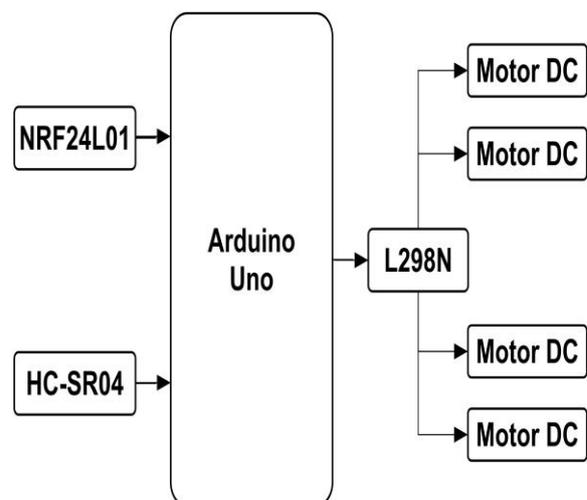
berkomunikasi dengan modul VR V3.1 dan NRF24L01, maka pada *arduino uno* mengaktifkan komunikasi serial, pada VR V3.1 memanfaatkan pin TX dan RX yang merupakan *pin default* untuk komunikasi serial, pada NRF24L01 memanfaatkan *pin 9* dan *10* yang dideklarasikan untuk *chip enable* dan *selector*.



Gambar 7. Sistem Kendali.

Sistem kendali terdiri dari empat komponen utama, yaitu modul *voice recognition*, *microphone*, *arduino uno* dan NRF24L01. Sistem kendali dapat di-supply menggunakan *port USB* pada *Personal Computer* (PC).

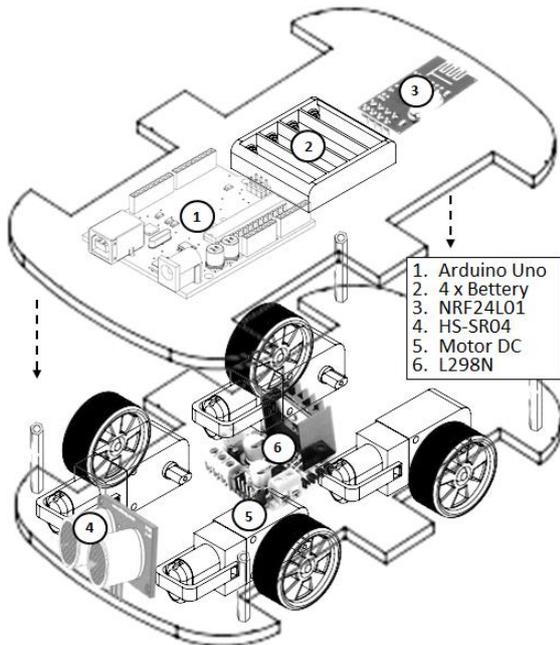
### Perancangan Mobile Robot



Gambar 8. Blok Diagram Mobile Robot.

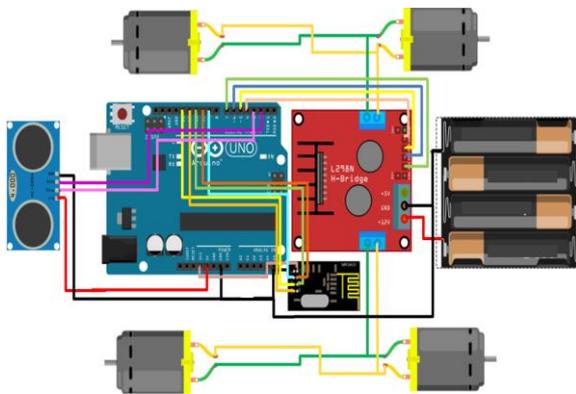
Perancangan *mobile robot* memiliki dua komponen *input* yaitu NRF24L01 sebagai penerima perintah dan sensor HC-

SR04 sebagai pendeteksi halangan yang berada didepan *mobile robot*. Bagian proses terdapat mikrokontroller *arduino uno* dan pada bagian *output* terdapat modul L298N yang mengatur gerak dari empat buah motor DC.



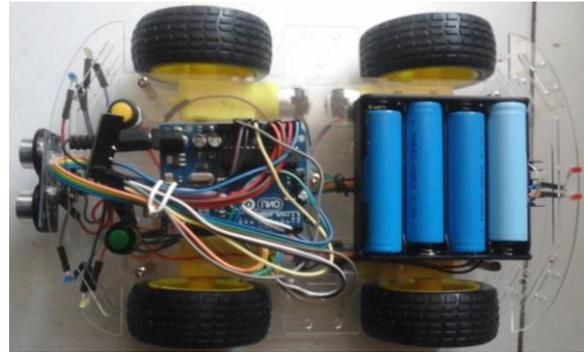
Gambar 9. Perancangan *Mobile Robot*.

Perancangan menggunakan *chassis* dua *layer* yaitu; *layer* bawah dan atas, *layer* bawah digunakan untuk menempatkan modul motor *driver* L298N dan motor DC, *layer* atas terdapat komponen sensor HC-SR04, *arduino uno*, 3.7 V 4x 18650 *battery holder* dan NRF24L01. Dimensi *mobile robot* panjang 25.5 cm lebar 14.8 cm tinggi 7 cm.



Gambar 10. Pengkabelan *Mobile Robot*.

Motor DC dirangkai paralel untuk sisi kanan dan kiri, sehingga akan bekerja bersamaan tiap sisi nya, di-supply dengan empat buah *battery* DC 3.7V.



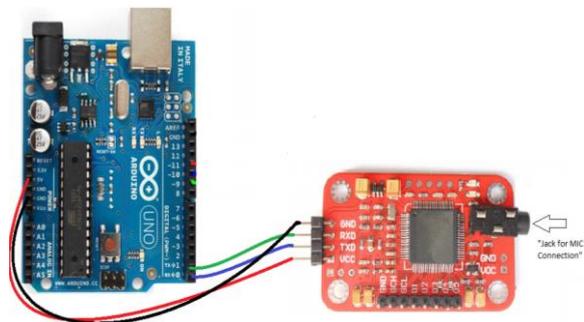
Gambar 11. *Mobile Robot*.

*Mobile robot* memanfaatkan sensor *ultrasonic* HC-SR04 yang diprogram sebagai pengaman, jika ada halangan terdeteksi dengan jarak kurang dari 15 cm, maka akan dianggap jarak tidak aman dan motor DC akan berhenti.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Membuat *sample*

Sebelum melakukan pengujian maka *sample* perintah suara harus dibuat untuk membangun *data base* agar sistem dapat mengenali perintah suara manusia, tahapan pertama untuk membuat *sample* adalah menghubungkan *arduino* dengan modul *voice recognition*.



Gambar 12. *Wiring* pengujian.

Tahap berikutnya adalah memprogram *arduino* dengan program

pemberian *sample*, kemudian mulai memberikan *sample*.

```

COM7 (Arduino/Genuino Uno)
sigtrain 3 kiri|
-----
sigtrain 0 maju
-----
Record: 0 Speak now
Record: 0 Cann't matched
Record: 0 Speak now
Record: 0 Speak again
Record: 0 Success
Success: 1
Record 0 Trained
SIG: maju
-----
Sigtrain 1 mundur
-----
Record: 1 Speak now
Record: 1 Speak again
Record: 1 Success
Success: 1
Record 1 Trained
SIG: mundur
-----
sigtrain 2 kanan
-----
Record: 2 Speak now
Record: 2 Speak again
Record: 2 Success
Success: 1
Record 2 Trained
SIG: kanan
-----
sigtrain 3 kiri
-----
Record: 3 Speak now
Record: 3 Speak again
Record: 3 Success
Success: 1
Record 3 Trained
SIG: kiri
-----
load 0 1 2 3
-----
Load success: 4
Record 0 Loaded
Record 1 Loaded
Record 2 Loaded
Record 3 Loaded
    
```

Gambar 13. Hasil *Sampling* Perintah.

Terlihat pada gambar 13. *sampling* dilakukan sebanyak 4 perintah, yaitu: maju dengan data perintah 0, mundur dengan data perintah 1, kanan dengan data perintah 2 dan kiri dengan data perintah 3, data perintah adalah data yang akan dikirim jika perintah suara berhasil dikenali.

VR Index	Group	RecordNum	Signature
0	NONE	0	maju
1	NONE	1	mundur
2	NONE	2	kanan
3	NONE	3	kiri
0	NONE	0	maju
0	NONE	0	maju

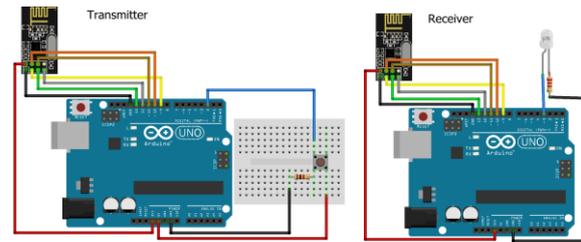
Gambar 14. Pengujian *Sample*.

Pengujian *sample* dilakukan untuk memastikan, penyimpanan *sample* pada *data base* berhasil dibuat.

### Pengujian Komunikasi *Wireless*

Pengujian komunikasi *wireless* bertujuan untuk mengetahui jarak jangkauan

sistem kendali, pengujian dilakukan dengan cara mengirimkan data dari *transmitter* ke *receiver* melalui NRF24L01, tahap pertama pengujian adalah menghubungkan *arduino* dengan modul NRF24L01.



Gambar 15. Wiring Arduino NRF24L01.

Jika data berhasil diterima maka indikator LED akan menyala, pengujian dilakukan dengan jarak yang berbeda, seperti yang ditampilkan pada tabel 2.

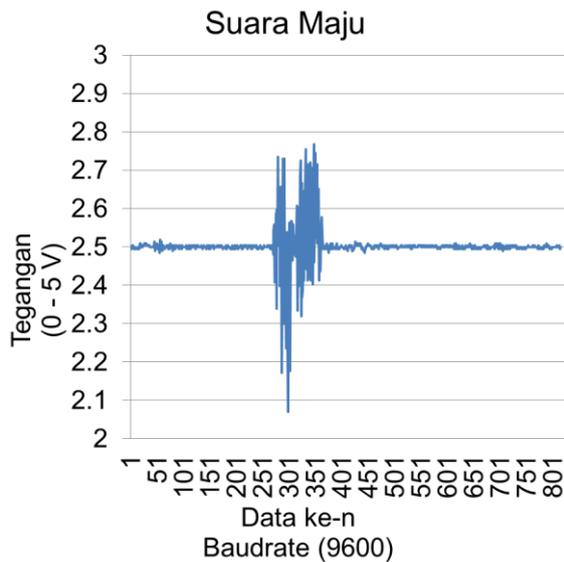
Tabel 2. Pengujian NRF24L01.

Dalam Ruangan			Luar Ruangan		
Jarak (m)	Status	Indikator	Jarak (m)	Status	Indikator
1	✓	Hidup	10	✓	Hidup
2	✓	Hidup	20	✓	Hidup
3	✓	Hidup	30	✓	Hidup
4	✓	Hidup	40	✓	Hidup
5	✓	Hidup	50	✗	Mati
6	✓	Hidup	60	✗	Mati
7	✗	Mati	70	✗	Mati
8	✗	Mati	80	✗	Mati
9	✗	Mati	90	✗	Mati
10	✗	Mati	100	✗	Mati

Pengujian menunjukkan jarak jangkauan diluar ruang lebih jauh dibandingkan di dalam ruangan, yaitu sampai dengan 40 meter.

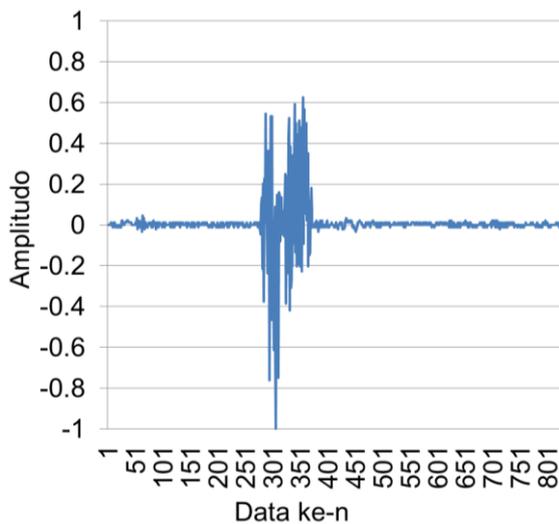
### Pengujian Pengenalan Suara

Proses pengenalan suara bermula dari suara ucapan yang ditangkap oleh *mic*, kemudian melewati proses digitalisasi, pencuplikan, normalisasi, dan pemotongan, *frame blockig*, *windowing* dan ekstraksi ciri.



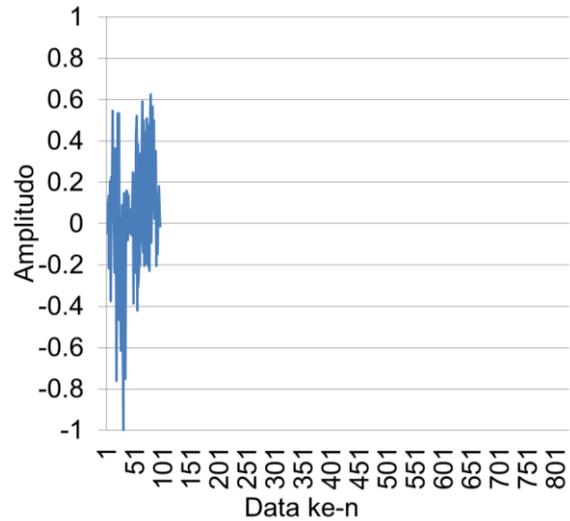
Gambar 16. Data Tercuplik.

Gambar 16. adalah hasil pencuplikan ucapan dengan perintah maju. *Arduino* mampu menerima sinyal *input* dalam rentang 0-5V, yang kemudian dikonversi dalam pada rentang 0-1023.



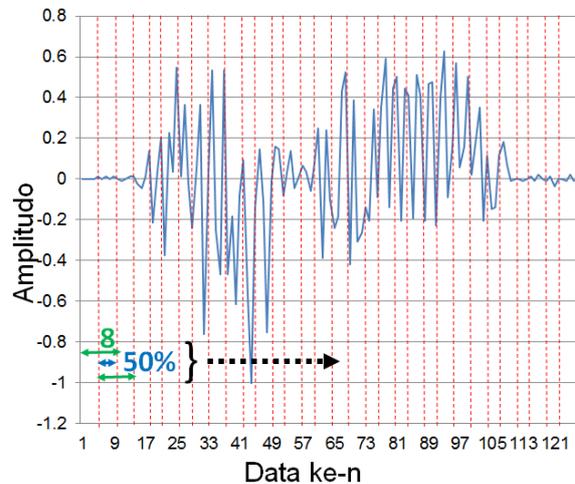
Gambar 17. Hasil Normalisasi.

Pada proses normalisasi, skala tegangan *input* hasil pencuplikan dibagi dengan data maksimum *absolute* sehingga setiap amplitudo suara yang masuk akan selalu pada rentang -1 sampai dengan 1.



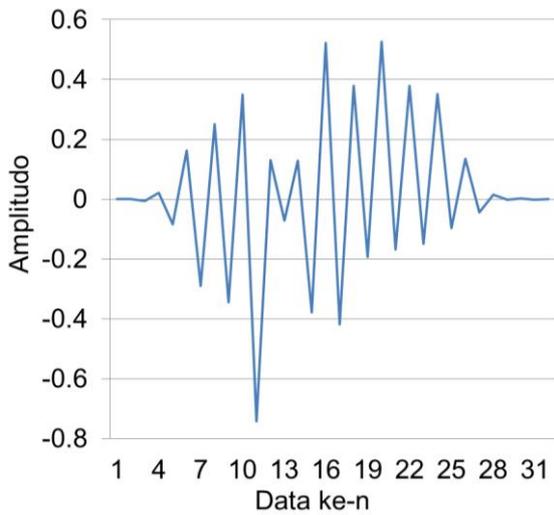
Gambar 18. Pemotongan sinyal.

Gambar 18. adalah pemotongan sinyal pada bagian awal dan akhir yang dianggap *noise*, hasil pemotongan menyisakan data ke 365 sampai dengan ke 388, sehingga tersisa 124 data.



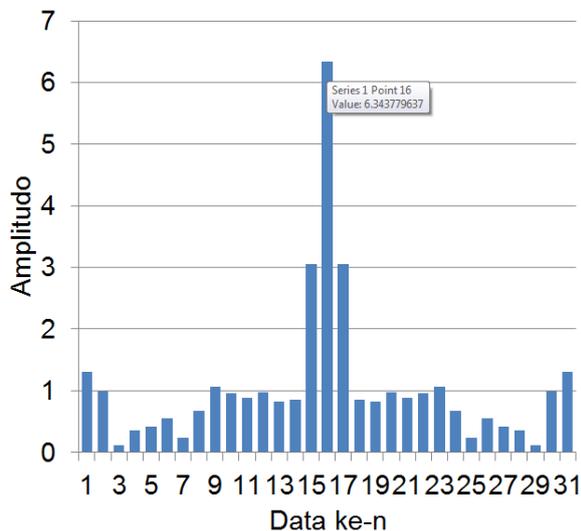
Gambar 19. Frame Blocking.

Proses *frame blocking* adalah proses yang digunakan untuk membagi sinyal kedalam beberapa *frame*, panjang *frame* yang digunakan adalah 8 dengan *overlap* 50%.



Gambar 20. Hasil Windowing.

Proses *frame blocking* menyebabkan sinyal menjadi diskontinu, maka diperlukan proses *windowing* agar sinyal kembali menjadi sinyal kontinu, jenis *windowing* yang digunakan adalah *hamming windowing*, *hamming windowing* memiliki *side lobe* paling kecil dan *main lobe* yang paling besar.



Gambar 20. Ekstraksi Ciri FFT

Proses ekstraksi ciri FFT dilakukan untuk mendapatkan pola uji yang ditentukan dengan mengambil nilai *absolute* yang kemudian dianalisis untuk pengenalan suara, terlihat pada Gambar 20. nilai

amplitudo maksimum untuk suara perintah maju adalah 6.34.

### Hasil Pengujian Pengenalan Suara

Pengujian dilakukan oleh 10 orang berbeda dengan masing-masing melakukan 10 kali percobaan pada setiap perintah.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pengenalan Suara.

Orang ke-	Jumlah Perintah Berhasil Diterima				Berhasil	Gagal
	Mundur	Kanan	Kiri	Maju		
1	9	10	10	7	90,0%	10%
2	9	9	10	5	82,5%	17,5%
3	8	10	10	5	82,5%	17,5%
4	8	10	9	8	87,5%	12,5%
5	9	9	9	5	80,0%	20%
6	8	9	7	6	75,0%	25%
7	9	9	10	7	87,5%	12,5%
8	7	9	9	9	85,5%	14,5%
9	7	10	9	3	72,5%	28,5%
10	6	8	8	9	77,5%	22,5%
Rata-rata					82%	18%

Hasil pengujian menunjukkan presentase keberhasilan rata-rata setiap orang adalah 82% dan kegagalan 18%.

### KESIMPULAN

Penelitian telah berhasil merancang sistem kendali *mobile robot* dengan perintah suara manusia, berdasarkan hasil pengujian perancangan sistem kendali *mobile robot wireless* menggunakan *speech recognition*, dapat disimpulkan bahwa sistem kendali *mobile robot* dapat bekerja dengan baik dalam jarak jangkauan diluar ruang yaitu sampai dengan 40 meter, sistem kendali juga berhasil mengenali suara yang diucapkan manusia dengan tingkat keberhasilan pengenalan suara yaitu 82%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andriana, Olly V, Riyanto S, & Zulkarnain. (2016). Speech Recognition Sebagai Fungsi Mouse Untuk Membantu Pengguna Komputer dengan Keterbatasan Khusus. In *Prosiding Semnastek* (Vol. 0, Issue 0). <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/778>
- Chayati, N., Haryoko, A., & Wijayanti, A. (2018). Perancangan Mobil Robot Dengan Pengendali Suara Berbasis Android Dan Mikrokontroler Arduino. *Prosiding SNasPPM*, 3(1), 381–386. <http://prosiding.unirow.ac.id/index.php/SNasPPM/article/view/173>
- Kadek, I., Sugianta, A., Gede, I., Gunadi, A., & Indrawan, G. (2020). Analisis Pola Bunyi Sunari Berdasarkan Metode Fast Fourier Transform. *Jurnal Ilmu Komputer Indonesia (JIK)*, 5(2), 14–21. <https://ejournal-pasca.undiksha.ac.id/index.php/jik/article/view/3453>
- Pradipta, N. R., Tasripan, T., & Kusuma, H. (2019). Perancangan Perangkat Antarmuka Berbasis Pengenalan Suara pada Purwarupa Mesin Cetak Huruf Braille ITS. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2), A401–A407. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i2.30923>
- Prayoga, N. F. I. (2019). Analisis Speaker Recognition Menggunakan Metode Dynamic Time Warping (DTW) Berbasis Matlab. *AVITEC*, 1(1), 77. <https://doi.org/10.28989/avitec.v1i1.492>
- Rahayu, A., & Hendri. (2020). Sistem Kendali Rumah Pintar Menggunakan Voice Recognition Module V3 Berbasis Mikrokontroler dan IOT. *JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional)*, 6(2), 19. <https://doi.org/10.24036/jtev.v6i2.108347>
- Riyani, A. (2019). A Identifying Human Voice Signals Using the Fast Fourier Transform (Fft) Method Based on Matlab. *Journal of Informatics, Information System, Software Engineering and Applications (INISTA)*, 1(2), 42–50. <https://doi.org/10.20895/inista.v1i2.52>
- Ronando, E., & Irawan, M. I. (2012). Pengenalan Ucapan Kata Sebagai Pengendali Gerakan Robot Lengan Secara Real-Time dengan Metode Linear Predictive Coding – Neuro Fuzzy. In *Jurnal Sains dan Seni ITS* (Vol. 1, Issue 1). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v1i1.1011>
- Sagala, L. O. H. S., & Harjoko, A. (2014). Perbandingan Ekstraksi Ciri Full, Blocks, dan Row Mean Spectrogram Image dalam Mengidentifikasi Pembicara. *Berkala MIPA*, 24(3), 238–248. <https://jurnal.ugm.ac.id/bimipa/article/view/25966/16366>
- Sulistyo, E. (2019). Mobile Robot Dengan Pengontrolan Perintah Suara Berbasis Android. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 9(02), 9–14. <https://doi.org/10.33504/manutech.v9i02.40>
- Sunardi, A., & Hari Nugroho, D. (2018). Perancangan Sistem Akses Personel Menggunakan Speech Recognition. *Journal Of Electrical Power, Instrumentation and Control*, 1(1), 60–64. <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/jit/article/view/1028>
- Suswanto, H. (2004). Sistem Identifikasi Suara dengan Metode Statistik. In *Hary Suswanto* (Vol. 1, Issue 1). <http://journal.um.ac.id/index.php/tekno/article/view/3237>