

Analisa Frekuensi Musik Untuk Sinkronisasi Gerak Tarian Pada Robot KRSTI

Muhammad' Afif' Ala' uddin¹, Indrazno Sirajuddin², Totok Winarno³

[Submission: 07-09-2021, Accepted: 17-11-2021]

Abstract— The Indonesian Robot Contest is a prestigious contest for the robotics community of universities throughout Indonesia. Making robots has become a daily activity for every KRI participant. For making this robot is not easy, it requires high energy and mind so that the robot can work according to the desired job. In the KRSTI division or the Indonesian Traditional Dance Robot Contest in the form of a humanoid robot that can dance to the rhythm of the music. Making software and hardware to carry out these activities requires accuracy so that the dance robot's movements are in sync with the music being played. With this device, it is hoped that the robot can know the music being played and also to avoid the noise affect robot moving before the music is played. In this way, the robot can know which moves to make according to the music at that time. This tool provides an output in the form of song classification with an accuracy of up to 100% but with a time lag of five seconds.

Keywords — frequency, humanoid, audio analyzer, MSGEQ7

Intisari—Divisi KRSTI (Kontes Robot Seni Tari Indonesia 2021) yang berupa robot humanoid yang dapat menari sesuai irama lagu, pembuatan robot ini menggunakan metode KNN (K-Nearest Neighbor) yang bertujuan agar gerakan tarian robot sinkron dengan music yang dimainkan. KNN digunakan untuk menganalisa frekuensi untuk klasifikasi. Dengan metode ini, diharapkan robot dapat mengetahui music yang dimainkan dan juga untuk menghindari noise yang berakibat pada robot bergerak sebelum music dimainkan. Dengan demikian, robot dapat mengetahui gerakan mana yang harus dilakukan sesuai music pada saat itu. Alat ini memberikan keluaran berupa klasifikasi lagu dengan akurasi hingga 100% namun dengan jeda waktu pemrosesan selama 5 detik.

Kata Kunci— robot humanoid, knn, frekuensi, klasifikasi

I. PENDAHULUAN

KRSTI (Kontes Robot Seni Tari Indonesia) merupakan bagian dari KRI (Kontes Robot Indonesia) yang diselenggarakan oleh Kemendikbud. Robot KRSTI harus

dapat menari sesuai tema dan irama lagu yang diberikan oleh panitia melalui transmisi Bluetooth.

Frekuensi musik yang didapat dari Bluetooth audio diuraikan oleh IC MSGEQ7, hasil uraian ic dibaca oleh STM32 yang kemudian di publish untuk diolah. Pengolahan data menggunakan metode KNN. Hasil pengolahan data menggunakan KNN menghasilkan keluaran berupa hasil klasifikasi lagu. Klasifikasi lagu ini yang dipakai robot KRSTI sebagai acuan gerak tari.

Tio Haryanto Adi Putra (2019) menggunakan sensor suara analog sebagai blok masukannya. Sinyal suara yang didapatkan dari mikrofon sensor suara kemudian dilanjutkan ke IC MSGEQ7 untuk difilter dan kemudian diproses lebih lanjut oleh mikrokontroler yang dipakai oleh robot KRSTI. Sebagai contoh Arduino Uno yang kemudian akan memberikan keluaran berbentuk satuan tempo. Namun, pada penelitian Irmawan Anang Maulana (2019), sistem robot pertama, musik yang diterima akan diolah dalam Arduino Due menggunakan algoritme FFT yang digunakan juga oleh Bima Sena, dkk (2010) untuk mengetahui nilai frekuensi penyusun musik dengan perhitungan detak 260Hz untuk menentukan pemicu gerak robot. Setelah sistem pertama berhasil mengolah musik maka akan dikirimkan ke sistem robot kedua melalui komunikasi serial secara wireless menggunakan Bluetooth HC-05 yang diolah dalam Arduino nano untuk dijadikan pemicu gerak robot.

Selain metode diatas, Indra Dwisaputra (2018) menggunakan sistem pengenalan irama musik dengan mengkombinasikan metode Filter Bank, Power Sinyal, dan Thresholding Penggunaan kombinasi beberapa metode pengolahan sinyal sudah cukup baik untuk menghasilkan keputusan gerakan tari. Berdasarkan pengujian, pengolahan sinyal secara real time pada perangkat keras dan pengujian secara offline data real time di PC diperoleh hasil yang cukup baik dengan prosentase keberhasilan / akurasi 100%.

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195

¹Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jln. Soekarno Hatta no. 9 Malang, Jawa Timur, 65141, Indonesia; e-mail: afifm27@gmail.com

^{2,3}Program Studi D-IV Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang, Jln. Soekarno Hatta no. 9 Malang, Jawa Timur, 65141, Indonesia; e-mail: indrazno@polinema.ac.id, totok.winarno@polinema.ac.id



Sistem ini menggunakan sensor suara analog dengan transmisi bluetooth sebagai blok masukannya. Sinyal suara yang didapatkan dari Bluetooth audio kemudian dilanjutkan ke IC MSGEQ7 untuk difilter dan kemudian diproses oleh mikrokontroler yang dipakai oleh robot KRSTI, kemudian data dari mikrokontroler akan di publish ke miniPC untuk proses perhitungan dengan menggunakan algoritma KNN.

K-Nearest Neighbor adalah suatu metode yang menggunakan algoritma supervised learning dimana hasil dari instance yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori k-tetangga terdekat. Algoritma K-Nearest Neighbor menggunakan Neighborhood Classification sebagai nilai prediksi dari nilai instance yang baru. Prinsip kerja K-Nearest Neighbor (KNN) adalah mencari jarak terdekat antara data yang akan dievaluasi dengan k tetangga (neighbor) terdekatnya dalam data pelatihan (training). Dengan k merupakan banyaknya tetangga terdekat.

Masalah yang dialami tim KRSTI adalah robot yang menari tanpa adanya keselarasan antar gerak tari dan lagu pengiring. Didasari dari masalah tersebut, sistem dibuat agar robot KRSTI dapat mengerti irama lagu. Sistem ini mampu memberikan keluaran berbentuk data lagu sehingga robot dapat menggunakan data tersebut sebagai acuan gerak tari. Dengan demikian robot KRSTI dapat berpikir sendiri gerakan mana yang sesuai untuk robot dan harus bergerak sesuai dengan irama lagu yang sedang diputar.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Xiaomi Bluetooth 5.0 Audio Receiver



Gambar 1: Bluetooth Audio

Salah satu peraturan dalam perlombaan divisi KRSTI adalah music di transmisikan melalui perantara Bluetooth. Mi Bluetooth audio receiver ini digunakan untuk mengikuti peraturan tersebut. Kelebihan device ini adalah ukurannya yang minimalis sehingga tidak memakan tempat jika dipasang di robot humanoid.

2. INTEL NUC713BNH

Adalah suatu perangkat komputasi papan tunggal (mini pc) yang memiliki banyak fitur dibandingkan mini pc seperti raspberry pi. Intel NUC memiliki prosesor canggih, memiliki

memory yang besar serta jumlah penyimpanan yang besar dengan ukuran yang kecil. Mini pc ini mendukung sistem operasi Windows serta berbagai sistem operasi open source seperti Ubuntu. Dengan performa mini pc yang canggih, maka



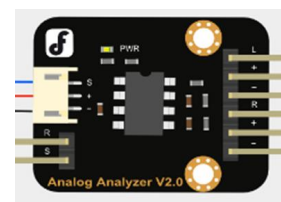
akan mendapatkan hasil komputasi yang cepat dan akurat.

Gambar 2: Intel NUC7 i3

3. IC MSGEQ7

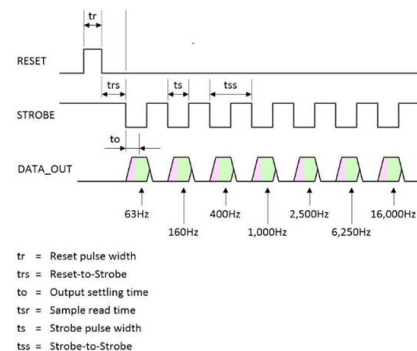
IC MSGEQ7 adalah grafis equalizer 7 band chip CMOS yang membagi spektrum audio menjadi tujuh pita, 63Hz, 160Hz, 400Hz, 1kHz, 2.5kHz, 6.25kHz dan 16kHz. Tujuh frekuensi terdeteksi puncak dan dimultipleks ke output untuk memberikan representasi DC dari amplitudo setiap band.

Cara kerja dari IC ini adalah menggunakan dua output digital dari mikrokontroler untuk mengaktifkan sinyal RESET dan STROBE, dan input analog pada mikrokontroler digunakan untuk membaca nilai dari sinyal DATA_OUT.



Gambar 3: IC MSGEQ7

Pulsa positif pada sinyal RESET digunakan untuk memberi tahu MSGEQ7 bahwa data siap untuk diakses, kemudian 7 pulsa negatif pada sinyal STROBE untuk membaca data yang terkait dengan tujuh frekuensi band. Data disajikan sebagai tegangan analog antara 0V dan 5V (atau 0V

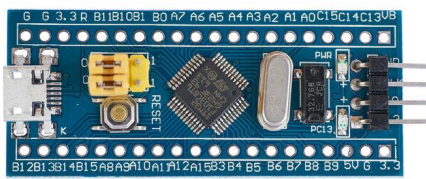


dan 3,3V dalam kasus mikrokontroler / sistem bertenaga 3.3V). Seperti yang terlihat pada timing pada gambar 4.

Gambar 4: Timing Diagram IC MSGEQ7

4. STM32F103 (BluePill)

Adalah kontroler yang dikembangkan untuk sistem ROS (Robot Operating System). Bluepill memiliki chipset STM32F103 yang memiliki kemampuan yang banyak dibandingkan dengan ATmega. Didalam papan Bluepill yang berbasis ARM Cortex-M3 memiliki kekuatan untuk memproses perintah yang cepat. Controller ini memiliki fungsi sebagai penerima sinyal audio yang selanjutnya diproses oleh mini pc melalui komunikasi serial.



Gambar 5: STM32F103 (BluePill)

5. Klasifikasi KNN

K-Nearest Neighbor adalah suatu metode yang menggunakan algoritma supervised learning dimana hasil dari instance yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori k-tetangga terdekat. Algoritma k-Nearest Neighbor menggunakan Neighborhood Classification sebagai nilai prediksi dari nilai instance yang baru.

Penentuan nilai k dipertimbangkan berdasarkan banyaknya data yang ada. Dalam kasus ini frekuensi yang ditentukan dari sinyal audio akan ditandai sebagai kelas k, apabila terjadi error pembacaan frekuensi audio maka algoritma ini akan mencari frekuensi terdekat dari frekuensi tersebut agar tidak terjadi logika yang mengambang atau tidak pasti yang mengakibatkan robot berhenti bergerak karena klasifikasi tidak sesuai dari yang ditentukan sebelumnya.

Untuk mencari dekat atau jauhnya jarak antar titik pada kelas k biasanya dihitung menggunakan jarak Euclidean. Jarak Euclidean adalah formula untuk mencari jarak antara 2 titik dalam ruang dua dimensi.

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (1)$$

Dimana d adalah distance, x₂, y₂ adalah data baru yang akan di uji, x₁, y₁ adalah data lama yang digunakan untuk referensi pengujian yang disebut dataset.

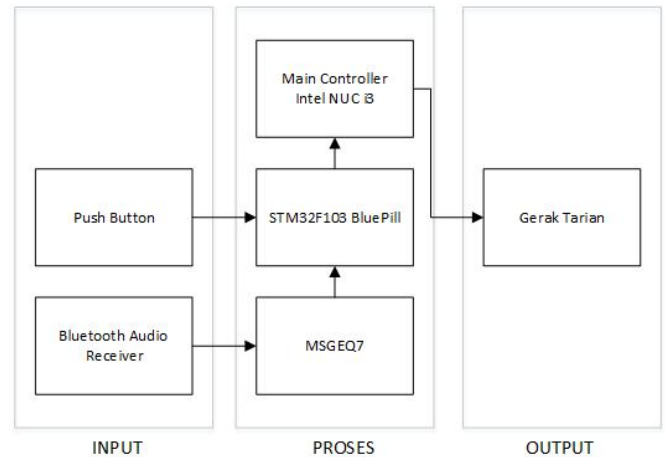
Muhammad Afif Ala'uddin : Analisa Frekuensi Musik untuk ...

Setelah diketahui jarak data baru dengan data lama maka akan didapatkan data klasifikasi. Hasil klasifikasi ini menjadi acuan robot untuk menari.

III. METODE PENELITIAN

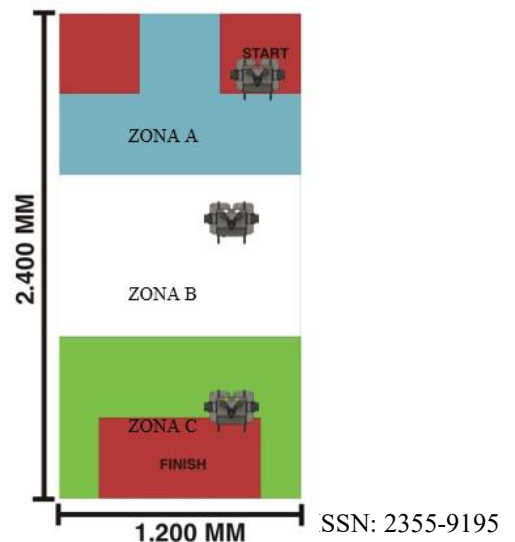
1. Diagram Blok Sistem

Perancangan robot meliputi perancangan hardware dan software. Gambaran umum system dapat dilihat pada Gambar



Gambar 6: Blok Diagram Sistem

Pada Gambar 6, blok input terdapat 2 input yaitu, push button yang berfungsi sebagai start robot dan Bluetooth audio receiver yang berfungsi sebagai transmisi audio. Dari perangkat input push button akan dibaca oleh mikrokontroler untuk trigger start pada robot. Sinyal suara dari Bluetooth akan diurai oleh MSGEQ7 sebagai parameter lagu yang diproses oleh mikrokontroler juga. Mikrokontroler akan mengirim data push button dan hasil uraian suara oleh MSGEQ7 ke miniPC untuk dilakukan pengolahan data dan perhitungan klasifikasi. Output dari system ini berupa gerakan



SSN: 2355-9195



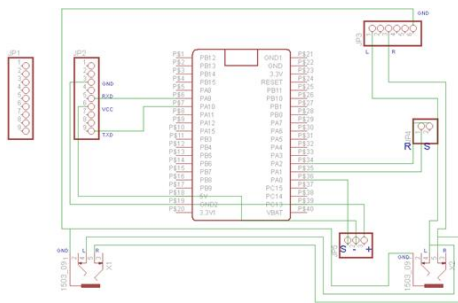
tarian berdasarkan hasil perhitungan klasifikasi dan tarian pada tiap zona seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.

Gambar 7: Arena lomba

Jika hasil perhitungan klasifikasi menunjukkan lagu untuk zona A maka robot harus menari sesuai gerakan pada zona A, jika hasil menunjukkan B maka robot harus menari sesuai gerakan pada zona B, begitupula dengan hasil jika menunjukkan C.

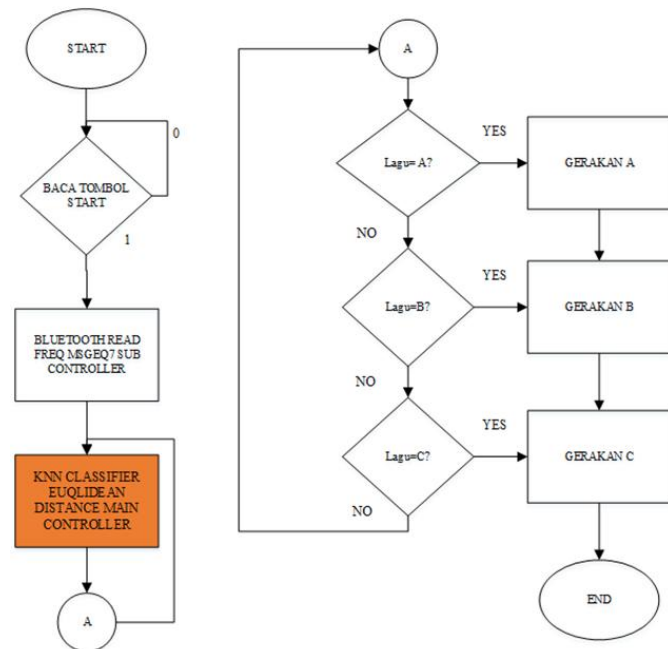
2. Perancangan Elektronik

Untuk membuat robot agar dapat mendengarkan music melalui transmisi bluetooth maka diperlukan rangkaian elektrik sebagai pendukung. Rangkaian tersebut terdiri dari STM32F103, USB FTDI, Mi Bluetooth audio receiver, dan IC MSGEQ7. Gambar 8 merupakan skematik dari perangkat sistem ini



Gambar 8: Skematik Rangkaian

3. Perancangan Software



Gambar 10: Flowchart Pemrograman

Pada Gambar 10 dapat dijelaskan secara keseluruhan ketika program dijalankan, robot akan menginisialisasi posisi dan menunggu kondisi button HIGH. Jika button berlogika HIGH maka robot telah siap mendengarkan music. Jika music telah diperdengarkan, robot akan membaca nilai frekuensi, pembacaan nilai frekuensi ini didapatkan dari komunikasi serial dengan sub controller. Setelah nilai frekuensi terbaca, robot akan mengkalkulasi, sehingga didapatkan klasifikasi music sesuai dataset yang telah dibuat dan robot akan menari sesuai klasifikasi tersebut.

Dataset merupakan sekumpulan data yang digunakan dalam proses klasifikasi. Dataset dibuat berdasarkan hasil akumulasi pada masing-masing frekuensi selama jangka waktu tertentu dan disimpan dalam bentuk format csv. Dataset ini digunakan ketika terdapat data baru yang belum pernah ada sebelumnya, kemudian dilakukan pencarian jarak terdekat menggunakan rumus Euclidean distance. Proses perhitungan ini memberikan output berupa isyarat gerak. Berikut adalah contoh dataset dalam bentuk csv seperti pada Gambar 11 dibawah ini.

low	mid	high	Name
35791	85962	4744	A
77074	136352	6704	A
74963	135014	7084	A
399804	92403	7266	B
543051	97814	4571	B
503026	93250	8085	B
846423	107946	3734	C
447763	77442	4003	C
411124	66497	2109	C

Gambar 11: Dataset csv

Dari sample dataset diatas menunjukkan nilai analog dari IC MSGEQ7 yang telah di kelompokkan menjadi 3 band yaitu mid, low, dan high. Pembuatan dataset berdasarkan output IC yang terakumulasi dengan waktu start music yang berbeda dan juga music yang berbeda sehingga menghasilkan beberapa kemungkinan untuk dijadikan referensi perhitungan. Jika dalam rumus euclidean distance, low = x1, mid = y1, high = z1 yang merupakan data sample yang harus diberi label untuk penamaan. Untuk kasus ini jarak euclidean yang dipakai adalah 3 dimensi, jika variabel tersebut dimasukkan dalam rumus adalah sebagai berikut:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} \quad (2)$$

Dimana nilai x2, y2 dan z2 adalah data baru yang belum dikenal (tidak ada label). Jika perhitungan selesai dilakukan maka outputnya adalah label dan nilai jarak terdekat antara data baru tersebut dan label dari data sample.



IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan data – data spesifik yang menunjukkan kesesuaian kinerja alat yang telah dibuat dengan perancangan awal. Data tersebut akan diamati kesesuaiannya dengan teori dan perancangan awal serta akan dibandingkan sesuai dengan perhitungan, sehingga akan didapatkan diketahui letak kesalahan alat dengan tepat dan cepat sehingga dapat dilakukan proses perbaikan.

1. Push Button

Pengujian pada tombol seperti pada Gambar 12 dilakukan untuk mengetahui apakah tombol dapat berfungsi ketika ditekan sesuai dengan program yang dilakukan pada STM32.



Gambar 12: Push Button

Gambar 13 adalah topics ketika masing- masing push

```
header:          leader:          header:
seq: 4           seq: 3           seq: 5
stamp:          stamp:          stamp:
secs: 1623954782 secs: 1623954726   secs: 1623954804
nsecs: 843704277 nsecs: 803774916   nsecs: 963959704
frame_id: ''    frame_id: ''        frame_id: ''
type: 1         type: 1           type: 1
module_name: "SENSOR" module_name: "SENSOR" module_name: "SENSOR"
status_msg: "Button : start" ;status_msg: "Button : mode" status_msg: "Button : user"
```

button ditekan

Gambar 13: Topics Push Button

2. IC MSGEQ7

Pengujian pada IC MSGEQ7 seperti pada Tabel 14 dibawah ini dilakukan untuk memastikan data dapat memberikan output yang sesuai ke dalam program agar dapat mengetahui informasi frekuensi pada masing-masing band oleh STM32F407.

Frekuensi (Hz)	MSGEQ7							
	63	160	400	1k	2.5k	6.25k	16k	
63	211	3	0	0	0	0	0	
160	4	316	3	0	0	0	0	
400	0	17	371	0	0	0	0	
1k	0	0	3	370	1	0	0	
2.5k	0	0	0	0	391	0	0	
6.25k	0	0	0	0	0	427	0	
16k	0	0	0	0	0	16	498	

Gambar 14: Hasil pengujian IC pada masing-masing band

3. Klasifikasi KNN

Klasifikasi bertujuan untuk mengelompokkan music sebagai referensi robot untuk menari. Pengolahan dari 7 (a0-a6) band MSGEQ7 akan dikelompokkan terlebih dahulu menjadi 3 bagian yaitu, low, mid, dan high. Low terdiri dari

a0 dan a1, mid terdiri dari a3 dan a4, dan high terdiri dari a6. Jika dalam rumus euclidean distance, low = x2, mid = y2, high = z2. Pengelompokan ini bertujuan agar lebih mudah untuk membaca data namun tidak mempengaruhi nilai aslinya. Pada pengujian tersebut data yang didapatkan sesuai dengan music yang ditentukan adalah seperti pada Gambar 15 dibawah ini:

low(a0+a1)	mid(a3+a4)	high(a6)	Klasifikasi	Distances
70390	122199	6749	A	5242.882
201761	30434	1299	B	794.059
186468	38711	1712	C	2955.115

Gambar 15: Hasil Klasifikasi data baru terhadap dataset

Dari Gambar 15 tersebut merupakan data baru yang telah diklasifikasi. Distance dihitung berdasarkan jarak antara dataset dan data baru menggunakan euclidean distance.

4. Respon Gerak tari Terhadap Klasifikasi Musik

Jika klasifikasi berhasil maka akan muncul tampilan informasi berupa hasil klasifikasi yang akan menjadi acuan gerak tarian robot dan gerakan yang telah dibuat.

Lagu	Keberhasilan	Akurasi data
A	Berhasil	100%
B	Berhasil	60%
C	Berhasil	100%

Tabel 2: Klasifikasi Audio

Hasil pengujian pada Tabel 2, music A dan C, seluruh data pada K=5 telah sesuai, berbeda dengan music B yang memang jika diperdengarkan langsung memiliki rentan frekuensi yang sama pada tiap band sehingga muncul klasifikasi C sebanyak 2 buah, namun dengan K sebagai perbandingan maka klasifikasi yang keluar adalah sebagai B karena N=B>C.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil output dari IC MSGEQ7 telah sesuai jika diberikan frekuensi yang sesuai dengan masing-masing dari ke-7 bandnya. Output dari ic ini bervariasi dari band 0-6, sehingga terlihat perbedaan data analognya pada masing-masing band walaupun diberikan music yang identik.

2. Proses kalkulasi data analog membutuhkan waktu 5 detik untuk mendapatkan hasil dari klasifikasi audio. Penentuan lamanya waktu pada proses ini mempengaruhi klasifikasi audio, semakin lama waktunya, maka akan semakin akurat data outputnya. Namun dalam system



perlombaan dapat mempengaruhi penilaian, sehingga waktu 5 detik sudah cukup untuk proses kalkulasi data.

3. Pembuatan dataset dilakukan sebagai referensi data atau sebagai pembanding data baru. Dataset berisi hasil proses kalkulasi data analog yang disimpan dalam bentuk csv. Didalam dataset terdapat label yang dibuat berdasarkan analisa lagu secara manual. Label berfungsi sebagai referensi output jika proses perhitungan Euclidean distance selesai dilakukan.

4. Output dari proses kalkulasi akan diklasifikasi menggunakan KNN Euclidean distance. Data baru ini akan dihitung berdasarkan dataset yang telah dibuat dalam bentuk csv. Setelah proses perhitungan ini maka K bertugas untuk membandingkan jumlah tetangga yang terbanyak dan terdekat.

5. Hasil klasifikasi music dipublish untuk memanggil gerakan mana yang akan digunakan.

REFERENSI

- [1] Indra Dwisaputra,, 2019. Teknik Pengenalan Suara Musik Pada Robot Seni Tari. *Jurnal Manutech*, Vol.10, No.2, Desember 2018
- [2] Yuda Irawan,, 2017. Sistem Pendeteksi Pola Irama Musik Pengiring Sebagai Panduan Gerakan Tari Pada Kontes Robot Seni Tari Indonesia (KRSTI) Berdasarkan Frekuensi Dengan Algoritma Beat This. *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro Univeristas Brawijaya*. Vol.5, No.6, 2017.
- [3] Anang Maulana Irmawan, 2019. Sistem Pengolah Musik Sebagai Kontrol Gerak Robot Humanoid. *Buletin Ilmiah Sarjana Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan*. Vol. 01, No. 02, Agustus 2019.
- [4] Tio Haryanto Putra, 2019. Sistem Pendeteksi Tempo Lagu Untuk Kontes Robot Seni Tari Indonesia (KRSTI) Berdasarkan Frekuensi Dengan Algoritma Beat This. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Univeristas Brawijaya* Vol. 3, No. 4, April 2019.
- [5] Amanda Rusdianto, 2017. Pengolahan Sinyal Suara Sebagai Pemicu Gerakan Robot Bioloid CM-530 Menggunakan Arduino. *Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma*.
- [6] Muchammad Ainur Fahd, 2018. Rancang Bangun Robot Penari Humanoid dengan 25 DoF untuk Melakukan Gerakan Tari Remo. *Jurnal Teknik ITS*. Vol.2, No.2, 2018.
- [7] Ulfa Wahyu Putri, 2019. Perancangan Pergerakan Kaki Robot Humanoid Menggunakan Servo Dynamixel Berbasis OpenCM 9.04. *Jurnal Vokasional Teknik Elektronika dan Informatika*. Vol.7, No.3, September 2019.
- [8] Surya Agung Kurnia, 2018. Sistem Pergerakan Robot KRSTI dengan menggunakan Rekan Gerakan dari Robot Cloning KRSTI. *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro Univeristas Brawijaya*. Vol.6, No.2, 2018.
- [9] Tri Hendrawan Budianto. Perancangan Rangkaian interface dua Robot Humanoid Berbasis Arduino UNO. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian pada Masyarakat*. ISBN: 978-602-61545-0-7.
- [10] M. Irwan Bustami, 2019. Pemanfaatan Sensor 3 Axis Gyroscope pada Robot Seni Tari Berbasis Raspberry Pi. *PROCESSOR VOL*. 14, No. 1, April 2019

