



Rancang Bangun Robot Pemain Musik Bellyra 2 Oktaf

Elva Susianti¹, Putri Madona², Putut Son Maria³

¹Politeknik Caltex Riau, Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, email: elva@pcr.ac.id

²Politeknik Caltex Riau, Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika, email: dhona@pcr.ac.id

³UIN Suska Riau, Teknik Elektro, email: putut@uinsuska.ac.id

[1] Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memperbaiki kemampuan robot pemain musik Bellyra versi 1.0. Robot Bellyra versi 2.0 merupakan bellyra dua oktaf. Robot ini terdiri atas 25 buah bilah, 15 buah bilah merupakan nada dasar dan 10 buah bilah merupakan nada bantu, dimana masing-masing memiliki nada yang berbeda mulai dari A-B-C-D-E-F-G-A'-B'-C'-D'-E'-F'-G'-A" dan nada bantunya mulai dari A#-C#-D#-F#-G#-A#-C#-D#-F#-G#. Untuk menghasilkan bunyi dari bilah-bilah tersebut, di gunakan empat buah lengan, yang setiap lengan memiliki 2 dof (degree of freedom). Satu dof untuk menggerakkan pemukul bellyra kearah kiri dan kanan, sedangkan yang lainnya untuk menggerakkan pemukul arah atas dan bawah. Robot ini dikontrol menggunakan mikrokontroler Arduino Mega. Aktuator motor servo menggunakan Motor Servo Hitec HS-311. Pengembangan juga dilakukan terhadap beberapa hal antara lain perangkat antarmuka antara user dengan robot diganti menggunakan TFT touchscreen sehingga lebih praktis. Not pada library yang di unduh yang merupakan kode alfabetik yang kemudian disimpan dalam file di mikrokontroler dengan format file.txt. Selanjutnya robot menterjemahkan not tersebut menjadi gerakan pada lengan robot. Pada penelitian ini, hasil unduhan lagu dari library memiliki tingkat keberhasilan sebesar 100%. Kemampuan robot dalam hal memainkan melodi lagu juga diperbaiki dengan membuat kode alfabetik dan simbolik yang merepresentasikan tempo permainan melodi lagu. Setiap kode alfabetik di buatkan library untuk sudut setiap servo. Pada penelitian ini dilakukan pengujian lagu "Tanah Airku" dan di dapatkan error sudut servo sebesar 1.7%.

Kata kunci: Robot Bellyra 2 oktaf; Arduino Mega; Servo Hitec HS-311, TFT Touchscreen

[2] Abstract

This study aims to develop and improve the ability of the Bellyra music player robot version 1.0. Robot Bellyra version 2.0 is a two octave bellyra. This robot consists of 25 blades, 15 blades are basic notes and 10 blades are auxiliary notes, each of which has a different tone starting from A-B-C-D-E-F-G-A'-B'-C'-D'-E'-F'-G'-A" and the auxiliary tone starts from A#-C#-D#-F#-G#-A#-C#-D#-F#-G#. To produce the sound from the blades, four arms are used, each arm having 2 dof (degree of freedom). One dof to move the beater bellyra left and right, while the other to move the beater up and down. This robot is controlled using Arduino Mega microcontroller. The servo motor actuator uses the Hitec HS-311 Servo Motor. Development was also carried out on several things, including the interface between the user and the robot was replaced using a TFT touchscreen so that it was more practical and the process of updating the song library was carried out by utilizing the service features of the library so that it became more flexible. To access the

library, the ESP8266 module is used. Users can select songs and also download and delete songs. Notes in the downloaded library which is an alphabetic code which is then stored in a file on the microcontroller with the file.txt format. Then the robot translates these notes into movements on the robot arm. In this study, the results of downloading songs from the library had a success rate of 100%. The robot's ability to play song melodies is also improved by creating alphabetic and symbolic codes that represent the tempo of the song's melody playing. Each alphabetic code is created in a library for the corners of each servo. In this study, the test of the song "Tanah Airku" was carried out and the servo angle error was 1.7%.

Keywords: Bellyra Robot 2 octaf; Arduino Mega; Servo Hitec HS-311, TFT Touchscreen

1. Pendahuluan

Bellyra adalah alat musik jenis percusion in tone (*pit*) yang terdiri dari bilah logam persegi (*lyra*) yang memiliki dan membentuk urutan nada diatonik sehingga tampilan barisan tuts-nya berjajar sekilas menyerupai tuts piano. Karakter suaranya yang nyaring dan khas menjadikannya mudah menarik perhatian pendengaran manusia pada saat dimainkan.

Melihat manusia bermain alat musik Bellyra merupakan hal yang biasa dan wajar bagi banyak orang, namun melihat robot bermain musik menyerupai dan menirukan geakan seperti manusia menjadi keunikan tersendiri yang dapat menarik perhatian lebih bagi para audiens. Robot yang tersusun dari seperangkat alat mekanik dan elektronik pada dasarnya bersifat kaku dan cenderung membosankan. Oleh karena itu upaya untuk menjadikan robot sebagai subyek yang lebih atraktif atas hasil perpaduan teknologi dan seni adalah suatu hal yang menantang.

Selanjutnya, seni robotik adalah didirikan dan dikembangkan di bawah pengaruh kinetik dan seni siberetik di tahun 1960-an[1]. Jadi, apa yang disebut "robot" musisi," serta istilah "instrumen robot" [2] berasal dari konteks periode itu.

Robot Bellyra otomatis sudah pernah dikembangkan oleh Chang Geun Oh dan Jaeheung Park, Member, IEEE. Dengan judul "The Kinetic Xylophone: An Interactive Musical Instrument Embedding Motorized Mallets"[3]. Pada alat ini pemukul dan motor servo diletakkan pada tiap bilah yang berjumlah empat belas dan dipasang sensor infra-red.

Sedangkan pada penelitian [4], peneliti membuat bellyra satu oktaf dengan notasi not yang sudah di sediakan. Pemilihan lagu dilakukan menggunakan tombol push botton. Lagu yang bisa di mainkan hanya tiga jenis lagu.

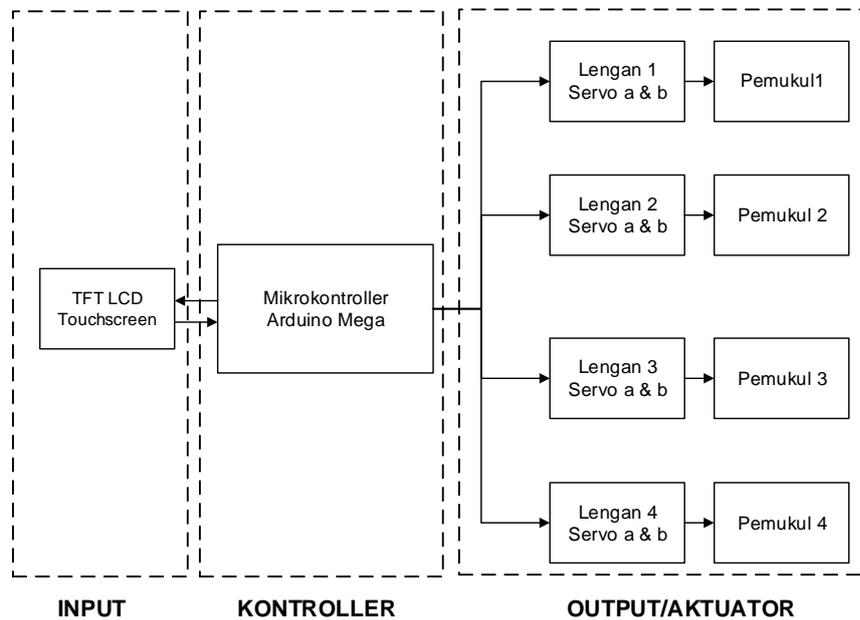
Penelitian ini merupakan pengembangan dan perbaikan dari robot pemain musik Bellyra versi 1.0 yang hanya memainkan Bellyra satu oktaf [4]. Pengembangan dilakukan pada beberapa hal yaitu penggunaan perangkat *user interface* untuk memudahkan siapapun mengoperasikan robot, fleksibilitas dalam hal pemutakhiran pustaka lagu dan penambahan jumlah tuts/bilah bellyra yang lebih banyak menjadi dua oktaf. Perbaikan juga dilakukan pada sistem pewaktuan untuk membaca not angka sehingga suara musik yang dihasilkan terdengar lebih natural dalam hal kesesuaian birama dan tempo not-nya seperti halnya suara dari pemain musik manusia.

2. Metode Penelitian

Bellyra yang di gunakan pada penelitian ini adalah bellyra yang memiliki bilah sebanyak 25 bilah. 15 bilah pada nada dasar, serta 10 bilah pada nada bantu. Robot memiliki 4 buah pemukul. Setiap pemukul mengontrol 7-8 buah bilah pada nada dasarnya dan 5 bilah pada nada bantu. Pada penelitian ini juga dapat memilih lagu menggunakan modul TFT LCD Nextion agar memudahkan untuk memilih lagu. Robot Bellyra ini di kontrol mengguankan mikrokontroller Arduino Mega.

A. Blok Diagram

Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem robot bellyra 2 oktaf yang dirancang.



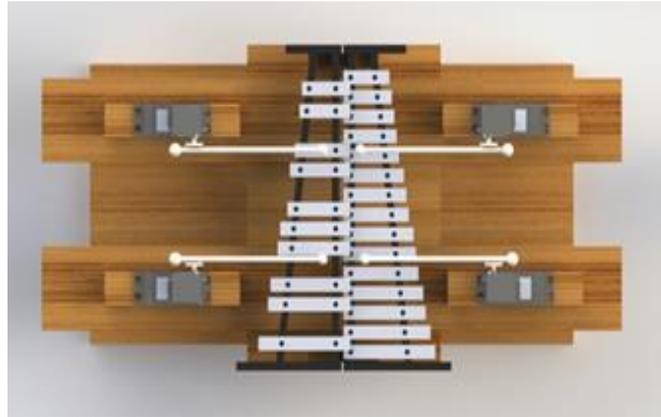
Gambar 1. Blok Diagram Bellyra 2 oktaf

Sistem elektronik pada robot ini terdiri dari tiga bagian, yaitu input, kontroller dan output.

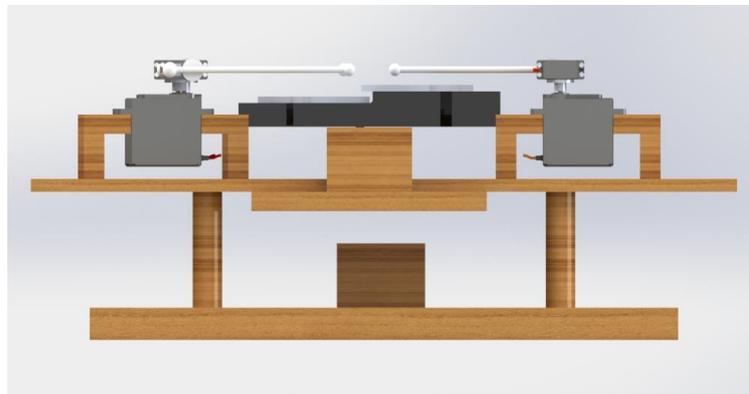
Pada bagian input, terdapat TFT LCD Touchscreen yang berfungsi untuk memilih lagu yang akan di mainkan. Pada TFT LCD touchscreen ini dilengkapi SD Card yang berfungsi untuk menyimpan lagu. Kemudian mikrokontroller Arduino mega akan memproses lagu yang di pilih untuk di lakukan pergerakan pada motor. Mikrokontroller juga menentukan lengan mana yang akan digunakan. Setiap lengan terdiri dari dua servo. Setiap servo mewakili satu *degree of freedom* (dof). Servo a berfungsi untuk menggerakkan lengan arah kiri dan kanan yang tujuannya untuk menentukan bilah mana yang akan di pukul. Sedangkan servo b menggerakkan lengan ke atas dan ke bawah yang bertugas memukul bilah pada bellyra.

B. Perancangan Mekanik Robot Bellyra 2 oktaf

Seperti dijelaskan sebelumnya, robot bellyra 2 oktaf ini terdiri dari 25 bilah. 15 bilah merupakan nada dasar, sedangkan 10 bilah adalah nada bantu. Sistem ini memiliki 4 pemukul setiap pemukul mewakili 7-8 bilah nada dasar dan 5 bilah nada bantu. Gambar 2. menampilkan rancangan dan implementasi robot bellyra.

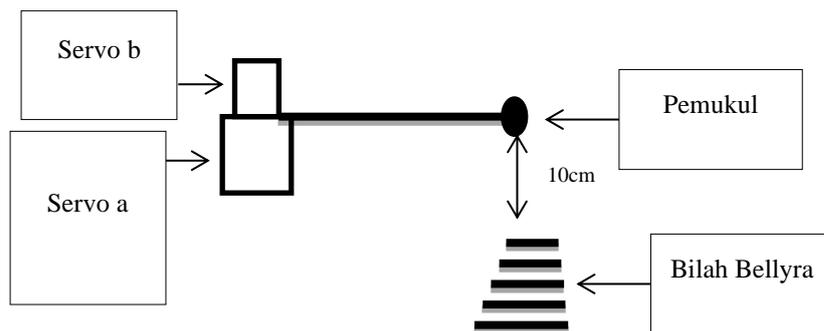


Gambar 2. Prototipe Robot Bellyra 2 Oktaf tampak atas



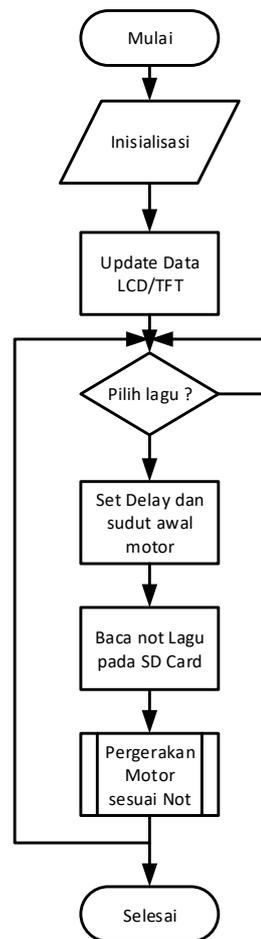
Gambar 3. Robot Bellyra Tampak samping

Bellyra di pasang pada dudukan kayu dengan dimensi panjang 78cm x lebar x 58 cm tinggi 50cm. Jarak pemukul ke bilah setinggi 10cm.



Gambar 4. Peletakan motor dan bilah pemukul

C. Diagram Alir



Gambar 5. Flowchart sistem

D. Konversi not angka menjadi kode alfabetik dan simbolik

Pada penelitian ini diasumsikan not do = chord C(1 = c). Perbedaan not pada oktaf rendah dan oktaf tinggi menggunakan huruf kecil dan huruf besar seperti ditunjukkan pada tabel 1. Simbol pasangan barline tetap ditulis dengan ”|” dan ”|”. Not yang memiliki bobot 1 ketukan tetap ditulis sesuai key-nya. Not yang memiliki bobot setengah ketukan disimbolkan dengan pasangan simbol ”(” dan ”)” dan berlaku juga untuk not yang berbobot seperempat ketukan. Salah satu melodi lagu yang dimainkan dalam penelitian ini berjudul ”Tanah Airku” ciptaan Ibu Saridjah Niung seperti ditunjukkan pada gambar 3[2]. Contoh konversi not angka menjadi kode alfabetik dan simbolik dari tiga bar pertama lagu berjudul ”Tanah Airku” ditunjukkan seperti pada gambar 4. Khusus untuk not angka ”0” tidak dilakukan konversi dan dituliskan sebagai blank.

Tabel 1. Konversi not angka – key

Not Angka	Key
1	c
2	d
3	e
4	f
5	g
6	a
7	b
• 1	C
• 2	D
• 3	E
• 4	F
• 5	G
• 6	A
• 7	B

Tabel 2. Konversi bobot ketukan – sintak

Bobot Ketukan	Sintak
$\frac{1}{4}$	(. <i>key</i>)
$\frac{1}{2}$	()
. atau 1 ketukan	. atau <i>key</i>

Tanah Airku

Ibu Sud

0 . . 5 3 4	5 . i 3 2 i 7 6	5 . 0 5 i 3
Ta naha	ir ku ti dakku lu pa	kan kan terke
2 . i 7 7 6 7	i . 0 i i 7	6 6 0 i 7 6
nang se la ma hi dup ku	Bi ar pun sa ya	per gi ja
5 . 0 3 4 5	7 6 . 2 3 4	3 . 0 5
uh ti dak kan	hi lang da ri kal	bu ta
i . 7 6 6	2 . 3 4 6	5 . i 7 2
nah ku yang ku	cin ta i eng	kau ku har ga
i . . 5 3 4	5 . i 3 2 i 7 6	5 . 0 5 i 3
i Wa lau pun	ba nyak ne gri ku ja la	ni Yang masyhur
2 . i 7 7 6 7	i . 0 i i 7	6 6 0 i 7 6
per mai di ka ta o	rang Te ta pi	kam pung dan ru mah
5 . 0 3 4 5	7 6 . 2 3 4	3 . 0 5
ku di sa na	lah ku ra sa se	nang ta
i . 7 6 6	2 . 3 4 6	5 . i 7 2
nah ku tak ku	lu pa kan eng	kau ku bang ga
i . . .		
kan		

Gambar 6. Not angka melodi lagu Tanah Airku



Gambar 7. Hasil konversi tiga bar pertama lagu Tanah Airku menjadi kode alfabetik dan simbolik

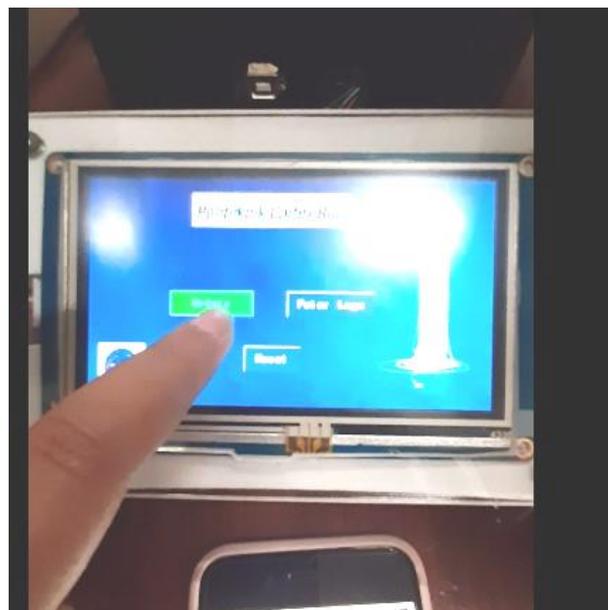
Penyimpanan kode alfabetik dan simbolik yang merepresentasikan not angka sengaja disimpan dalam format teks(.txt) agar mudah dilihat untuk memastikan bahwa kode tersebut telah sesuai dengan not angka.

3. Hasil dan Pembahasan

Model robot yang dibangun ditunjukkan seperti pada gambar 7. Tampilan antarmuka user dengan robot ditunjukkan seperti pada gambar 8. Panel TFT yang berfungsi sebagai layar display dan sekaligus panel interaktif dapat diakses oleh user dengan cara menyentuh (tap) pada grafik tombol menu yang tersedia. Jika user memilih menu “Putar Lagu” maka display akan beralih menampilkan sub menu seperti ditunjukkan pada gambar 9, demikian juga jika user memilih menu ”Update” maka display akan menampilkan sub menu seperti pada gambar 10.



Gambar 7. Model robot Bellyra versi 2.0



Gambar 8. Menu utama robot Bellyra versi 2.0



Gambar 9. Sub menu putar lagu



Gambar 10. Sub menu *update*

Hasil percobaan proses pembacaan dan ekstraksi melodi lagu dari Google Sheets dan pengubahannya menjadi berkas teks terbukti berhasil secara baik. Berkas dengan format spreadsheet(.xls) dapat diekstraksi dan disimpan menjadi teks(.txt). Contoh visual salah satu lagu yang sukses diunduh dan diekstraksi ditunjukkan seperti pada Gambar 11. Kode alfabetik dan simbolik yang dibaca oleh mikrokontroler Arduino MEGA tepat seperti yang tersimpan pada berkas di Goggle Sheets, dalam hal ini keberhasilan ekstraksi karakter dari berkas spreadsheet tercapai dengan baik.

```

LAGU4 - Notepad
File Edit Format View Help
Tanah Airku*
@
. . (.g) (ef)| g (.C) (E(DC)) (BA)| g . (.g) (CE) |
D (.C) (BB) (AB)| C . (.C) (CB)| A A (.C) (BA) |
g . (.e) (fg)| B A (.d) (ef)| e . . g |
C (.B) A A| D (.E) F A| g (.C) B D |
C . (.g) (ef)| g (.C) (E(DC)) (BA)| g . (.g) (CE) |
D (.C) (BB) (AB)| C . (.C) (CB)| A A (.C) (BA) |
g . (.e) (fg)| B A (.d) (ef)| e . . g |
C (.B) A A| D (.E) F A| g (.C) B D C |
    
```

Gambar 11. Berkas teks kode lagu Tanah Airku

Tabel 3. Daftar lagu yang dijadikan percobaan

No.	Judul Lagu	Birama dan tempo	Pengunduhan Lagu	Kesesuaian Memainkan lagu	Kesesuaian Tempo
1	Cicak di dinding	2/4, <i>andante</i>	✓	✓	✓
2	Indonesia Raya	4/4, <i>con bravura</i>	✓	✓	✓
3	Bagimu Negeri	1/4, <i>Moderato</i>	✓	✓	✓
4	Tanah Airku	4/4, <i>larghetto</i>	✓	✓	✓
5	Hari Merdeka	2/4, <i>con brio</i>	✓	✓	X

Keterangan : ✓ = sukses ; X = gagal

Penulis memilih satu lagu anak-anak dan empat lagu nasional sebagai percobaan seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Lagu-lagu yang dipilih memiliki birama dan tempo yang berbeda, hal ini bertujuan untuk menguji batas kemampuan kinerja robot dalam memainkan melodi lagu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kelima lagu yang tersimpan di Google Sheets dapat diunduh dan dimainkan secara tepat melodinya oleh robot Bellyra. Empat dari lima lagu dimainkan dengan tempo yang sesuai dan terdengar secara natural. Hal ini merupakan poin positif dimana sebelumnya pada robot Bellyra versi 1.0 kemampuan tersebut belum dapat tercapai dan satu dari lima lagu ternyata dimainkan dengan tempo yang tidak sesuai.

Tempo lagu yang berhasil dimainkan adalah pelan sampai sedang, sedangkan lagu bertempo cepat ternyata kurang dapat terdengar secara natural. Hal tersebut disebabkan oleh respon motor servo yang relatif lambat dan ditambah dengan beban pada spindle motor berupa stik pemukul. Satu rangkaian lengan stik pemukul dirancang untuk dapat menjangkau tujuh bilah lyra. Susunan bilah lyra membentuk pola lurus atau linier, sedangkan pergerakan stik pemukul adalah secara memutar atau spanning. Karena pola susunan bilah lyra dan vektor gerakan stik pemukul berbeda, akibatnya adalah pada saat terjadi perpindahan posisi stik pemukul dari satu bilah lyra ke bilah lyra yang lain, momen inersia yang ditimbulkan oleh massa dan ukuran panjang stik pemukul sangat mempengaruhi akurasi posisi berhentinya stik pemukul. Dari hasil percobaan menunjukkan bahwa jarak perpindahan spasial yang semakin jauh menimbulkan momen inersia semakin besar dan mengakibatkan spindle servo tidak dapat berhenti secara tepat waktu walaupun sinyal kontrol telah dihentikan. Efeknya adalah waktu berhentinya stik pemukul menjadi lebih lambat dan bunyi yang dihasilkan oleh stik pemukul pada bilah lyra yang di posisi tepi menjadi terdistorsi karena ujung stik pemukul tidak berada pada posisi tengah bilah lyra. Akumulasi dari waktu berhenti yang lambat mengakibatkan bunyi melodi lagu yang dihasilkan menjadi tidak natural.

4. KESIMPULAN

Tujuan pengembangan terhadap robot pemain musik Bellyra versi 1.0 telah berhasil dicapai pada penelitian ini. Robot Bellyra versi 2.0 memiliki fitur yang lebih mutakhir dan kemampuan yang lebih baik dalam memainkan melodi lagu. Pengoperasian robot Bellyra versi 2.0 telah menggunakan panel layar sentuh menggantikan tombol fisik saklar analog dan display berupa LCD alphanumeric yang sebelumnya dipakai pada robot Bellyra versi 1.0. Pemutakhiran pustaka lagu juga lebih mudah dan fleksibel dengan memanfaatkan fitur yang ada pada Google Sheets, berbeda dibandingkan dengan robot Bellyra versi 1.0 yang hanya menyediakan pilihan lagu secara permanen dan terbatas. Melodi lagu yang dimainkan oleh robot juga berhasil dimainkan secara baik dan tepat untuk jenis lagu bertempo pelan dan sedang. Untuk lagu bertempo cepat, robot belum dapat memainkan biramanya secara tepat. Hal ini disebabkan oleh respon penggerak mekanik yang lambat dan beban massa stik pemukul yang menambah berat beban pada motor servo, akibatnya adalah melodi lagu yang dimainkan robot sudah sesuai tetapi tempo dan biramanya tidak tepat.

Daftar Pustaka

- [1] R. Nikolaidis, G. Weinberg, "Playing with the Master: A Model for Improvisatory Musical Interaction between Robots and Humans," IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, Viareggio, Italy, Sept. 2010
- [2] E. Kac, "Foundation and Development of Robotic Art," Art Journal, College Art Association, vol. 57, no. 3, autumn 1997, pp.60-67.
- [3] Gyeongju. The Kinetic Xylophone. <http://ieeexplore.ieee.org>, 2013.
- [4] E. Susianti, P. Madona, T.P Yana, F.D Natharida, "Rancang Bangun Robot Bellyra Satu Oktaf", Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri(SNTIKI) 9, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru, 18-19 Mei 2017Gupta, B.R. and Thapar B, "Judul Paper", Nama Jurnal, 1652-1660, 1980. (jurnal).
- [5] User Manual For 2.8" TFT Touch Shield for Arduino with Resistive Touch Screen (TF028)
- [6] <https://fiancahya51.medium.com/cara-mudah-konfigurasi-esp8266-01-dan-arduino-mega-245d5b87e2d>
- [7] <https://www.datasheetarchive.com/hitec%20servo%20hs%20311-datasheet.html>
- [8] <https://www.robotikindonesia.com/2020/01/cara-menggunakan-esp32-di-arduino-ide.html>