

Rancang Bangun Pita Lengan Metronome dengan Koneksi *Bluetooth* berbasis Mikrokontroler dan Android

Jezriel Lukas Lumbantobing¹, Dahnia Syauqy², Agung Setia Budi³

Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹jezrielukas@gmail.com, ²dahnial87@ub.ac.id, ³agungsetiabudi@ub.ac.id

Abstrak

Untuk menentukan tempo dalam sebuah lagu diperlukan alat bantu berupa metronome, karena metronome akan berbunyi pada setiap beat lagu. Akan tetapi metronome yang ada di pasaran kuranglah efektif dalam hal membantu tempo pada saat live show, dan juga dapat mengganggu pendengaran saat menggunakan earphone bila volume suara metronome harus ditingkatkan. Pita lengan metronome dapat menjadi salah satu solusi karena mengeluarkan getaran yang dapat dirasakan pada tangan. Pengguna juga dapat mengatur jumlah beats per minute (BPM) yang diinginkan melalui aplikasi smartphone yang terkoneksi via bluetooth. Terdapat 3 elemen yang akan digunakan yaitu Smartphone sebagai input, ESP32 sebagai pemroses dan vibration motor sebagai keluaran. Karena metronome harus memiliki akurasi yang tinggi dalam menjaga tempo, dibutuhkan RTOS untuk membantu menghindari adanya interupsi saat sedang bergetar ketika pengguna mengirim perintah lainnya. Ada 3 test yang dilakukan untuk mengetahui akurasi dari Pita Lengan Metronome. Tes yang pertama menentukan apakah 60 bpm pada metronome sudah benar menghasilkan output 60 getaran per menit. Tes yang kedua dan ketiga juga sama namun pada angka tempo yang berbeda yaitu 90 dan 120. Hasil output yang diharapkan dari metronome adalah benar-benar seperti angka yang di tunjukkan pada nilai bpm di Pita Lengan Metronome, dimana 60 menghasilkan akurasi getaran 60 bpm, 90 menghasilkan 90 bpm, dan 120 menghasilkan 120 bpm.

Kata kunci: Tempo, Metronome, Mikrokontroler ESP32, Vibration Motor, RTOS

Abstract

To determine the tempo in a song, Metronome is needed to help as a tool, because the metronome will produce sound on every beat of the song. However, the metronome used on the market is less effective in terms of helping the tempo during live shows and can also interfere with hearing when using earphones if the volume of the metronome should be increased. A metronome arm band can be a solution because it produces a vibration that can be felt in the hands. Users can also set the desired number of beats per minute (BPM) via a smartphone application that is connected via bluetooth. There are 3 elements to be used, which are; Smartphone as input, ESP32 as processor and Vibration Motor as an output. Because metronomes must have high accuracy in keeping the tempo, RTOS is needed to help avoid interruptions when the user sends other commands during vibration. There are 3 tests carried out to determine the accuracy of the Metronome Bracelet. The first test to see whether 60 bpm on the metronome produces an output of exactly 60 beats per minute. The second and third tests are also the same but at different tempo numbers, which are 90 and 120. The expected output of the metronome should be exactly like the number shown in the bpm value on the Metronome Bracelet, where 60 produces a vibration accuracy of 60 bpm, 90 produces 90 bpm, and 120 produces 120 bpm.

Keywords: Tempo, Metronome, Mikrokontroler ESP32, Vibration Motor, RTOS

1. PENDAHULUAN

Musik adalah bunyi yang diterima oleh individu dan berbeda-beda berdasarkan sejarah, lokasi, budaya dan selera individu (Halimah,

2016). Beat adalah unsur pokok yang menjadikan jatuhnya tempo ketukan terjadi. Sedangkan tempo merupakan waktu atau jarak panjang gelombang untuk dapat menentukan letak nada secara tepat. Menjaga tempo agar

tidak berubah semakin cepat atau lambat merupakan hal yang sulit bahkan untuk pemusik professional. Hal yang paling sering adalah tempo sebuah music menjadi lebih cepat karena efek dari demam panggung yang menyebabkan vokalis grup kelelahan dalam menyanyikan sebuah lagu.

Untuk menentukan tempo dalam sebuah lagu diperlukan alat bantu berupa metronome, karena metronome akan berbunyi pada setiap beat lagu. Jadi metronome bisa dikatakan sebagai penghasil bunyi dan jatuhnya setiap bunyi yang tepat pada tempo dalam bermain dan belajar music. Menurut Veron dalam buku Trik Instan Jago Main Biola Secara Otodidak (2014), metronome merupakan alat yang digunakan untuk menyamakan tempo lagu dalam sebuah musik. Sekilas, metronome mirip jam yang bisa berdetak sesuai kecepatan yang diinginkan. Mengutip dari buku Lancar Bermain Keyboard dari Nol hingga Mahir (2012) karya Taher, metronome juga bisa diartikan sebagai alat untuk mengindikasikan tempo musik. Alat ini bisa ditemui di beberapa alat musik, seperti keyboard. Seperti yang telah dijelaskan di atas, metronome merupakan alat untuk menyamakan tempo dalam sebuah musik. Bisa dikatakan, fungsi metronome untuk menyamakan serta menentukan tempo musik. Pada saat penampilan langsung, biasanya pemusik menggunakan metronome untuk menjaga ritme agar tidak berubah-ubah, sehingga dapat memainkan sebuah lagu tersebut dengan tempo yang sama sepanjang lagu dari awal sampai akhir. Metronome yang digunakan ini disebut dengan click track.

Click track adalah serangkaian isyarat audio yang digunakan untuk menyinkronkan rekaman suara. Biasanya pemusik akan menggunakan headphone untuk mendengar click track. Akan tetapi penggunaan click track kuranglah efektif dalam hal menjaga tempo pada saat live, khususnya untuk drummer sebagai pengatur tempo paling umum dalam sebuah band. Hal ini dikarenakan alat tersebut mengeluarkan suara "click" dan tampilan ketukan yang kecil, karena metronome tersebut biasanya menggunakan kedap-kedip LED (Light Emitting Diode) sebagai tampilan ketukannya. Permasalahannya adalah intensitas bunyi yang di terima oleh telinga terutama saat konser dimana volume suara metronome yang di dengar harus ditingkatkan agar volume metronome tidak tertutup oleh suara drum yang sangat kencang pada saat penampilan live. Mengutip keterangan

Dokter spesialis THT dari RSPI, Warganegara, SpTHT-KL di laman detikHealth mengatakan, jika telinga terpapar suara terlalu keras maka bisa berdampak buruk. Terutama pada orang yang sering terpapar suara terlalu keras dari sound system, misalnya teknisi sound system yang sehari-hari mendengar suara keras, bisa terjadi penurunan fungsi telinga lebih cepat dari seharusnya.

Perancangan dan realisasi metronome menggunakan ESP32 bertujuan untuk menghindari penurunan fungsi telinga ketika menggunakan click track terlalu sering dengan cara getaran sebagai penentu bpm. Metronome ini akan diikatkan pada lengan menggunakan holder. ESP32 memiliki beberapa keunggulan, antara lain ukurannya yang kecil tidak terlalu mengganggu pada saat di gunakan dan tersedianya bluetooth/wifi pada board. Metronome ini mengeluarkan getaran yang dapat dirasakan pada lengan setiap beat, dan user dapat mengatur jumlah beats per minute yang diinginkan menggunakan aplikasi smartphone melalui bluetooth.

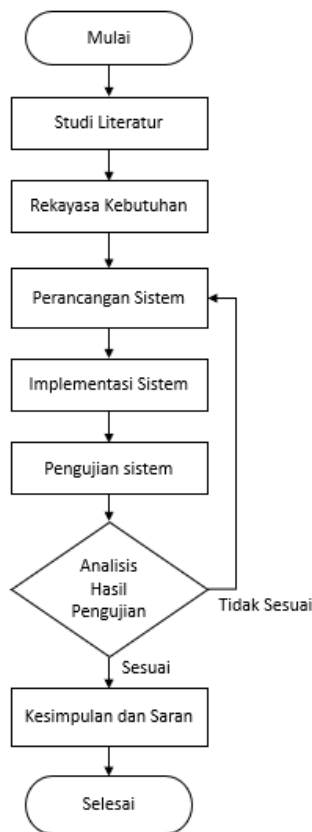
Metronome ini bersifat digital dan perintah yang tersedia ada lima sehingga untuk menjaga akurasi metronome saat sedang menjaga tempo tanpa adanya interupsi saat perintah lain dijalankan bersamaan dibutuhkan konsep multitasking. Real Time Operating System (RTOS), merupakan salah satu metode untuk penerapan multitasking pada sistem embedded. Untuk mengimplementasikan RTOS ke dalam mikrokontroler dibutuhkan library FreeRTOS. Mengutip dari "rtos.org/about-RTOS.html", RTOS dirancang untuk memberikan pola eksekusi yang dapat diprediksi. Ini sangat menarik bagi sistem embedded karena sering kali memiliki persyaratan real time.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini akan disesuaikan dengan kebutuhan. Tahap awal penelitian ini adalah memperdalam informasi dan teori dari berbagai referensi penelitian sebelumnya yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah yang disebabkan oleh click track / ear monitor. Setelah melakukan studi literatur, langkah selanjutnya adalah menerapkan teori dan informasi yang diperoleh dari berbagai sumber referensi ke kebutuhan rekayasa metronome. Langkah selanjutnya setelah rekayasa kebutuhan adalah perancangan,

implementasi, dan pengujian sistem berdasarkan rekayasa kebutuhan dan teori yang telah dikembangkan sebelumnya. Tahap selanjutnya setelah menyelesaikan ketiga proses di atas adalah menganalisis hasil pengujian metronome. Jika hasil dari pengujian metronome sudah sesuai untuk menjawab permasalahan yang diajukan, kesimpulan dan saran dapat ditarik untuk penelitian lebih lanjut.

Diagram alir pada gambar 1 di bawah menjadi acuan peneliti untuk melakukan proses penelitiannya. Jika ada ketidaksesuaian pada tahap analisis hasil pengujian sistem, maka peneliti akan mengulang lagi ke tahap perancangan untuk mencari dan memperbaiki kesalahan sistem hingga mendapatkan hasil yang memenuhi.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. REKAYASA KEBUTUHAN

Terdapat 2 analisa kebutuhan yang ditujukan kepada sistem sehingga dapat menjadi acuan pendukung fungsionalitas sistem, yakni kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional.

3.1 Analisis Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional mencakup kebutuhan

yang berisi proses-proses yang harus disediakan oleh sistem, yakni:

1. Aplikasi smartphone menambah, mengurangi, dan me-reset jumlah beats per minute. Metronome perlu memiliki fitur yang mengatur penambahan atau pengurangan bpm agar metronome dapat menyesuaikan kecepatan berdasarkan tempo yang diinginkan.
2. Aplikasi smartphone dapat start/stop metronome dari bergetar. Untuk menghindari penggunaan daya yang berlebihan, diperlukan perintah start/stop untuk menjalankan atau menghentikan getaran yang dihasilkan metronome.
3. Metronome dapat menerima koneksi Bluetooth dari device apapun. Metronome dikontrol melalui smartphone dan berkomunikasi via Bluetooth.
4. Sistem dapat bergetar sesuai instruksi tempo yang dipilih smartphone. Metronome dikontrol melalui smartphone dan berkomunikasi via Bluetooth.

3.2 Analisis Kebutuhan Non-Functional

Analisis Kebutuhan Perangkat Keras:

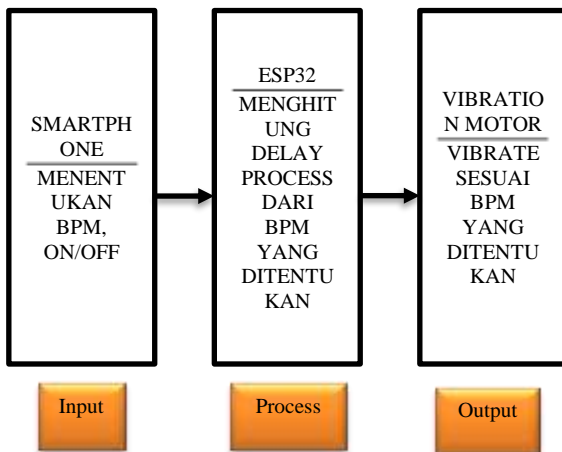
1. ESP32
ESP32 merupakan prosesor utamanya yang akan dihubungkan dengan vibration motor dan battery agar menjadi metronome. ESP32 dipilih karena memiliki function bluetooth untuk penggunaan IOT
2. Vibration Motor
Motor ini digunakan untuk mengirim sinyal getar yang konstan sehingga pengguna dapat merasakan getaran secara fisik pada tangan.
3. Baterai
Baterai yang digunakan adalah baterai 9V untuk ESP32 dan baterai lithium 3V untuk vibration motor.

Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak

1. Arduino IDE
Arduino IDE merupakan software untuk membuat kode program pada mikrokontroler ESP32. Arduino IDE mengirimkan programnya pada ESP32 untuk dijalankan.
2. Aplikasi Serial Bluetooth Monitor
Serial Bluetooth Monitor merupakan software yang tersedia pada playstore android. Aplikasi ini digunakan untuk mengirim perintah pada metronome menggunakan komunikasi bluetooth.

3.3 Blok Diagram

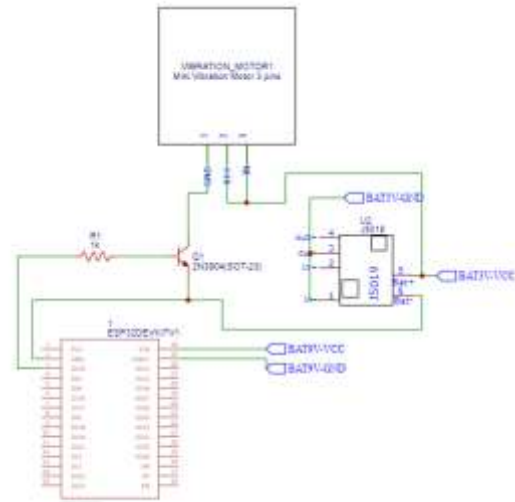
Sistem yang dibangun adalah metronome berbentuk pita lengan yang bergetar dengan tempo berdasarkan bpm yang akan ditentukan oleh user melalui smartphone. Hal ini memudahkan musisi dalam menjaga tempo saat bermain musik.



Gambar 2. Blok Diagram Metronome

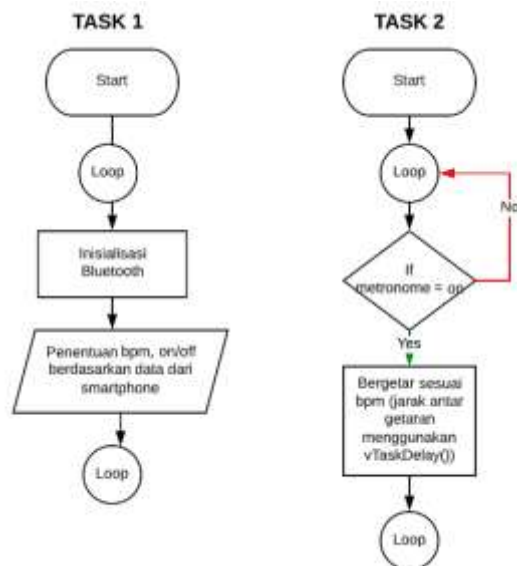
Pada Gambar 2 menunjukkan proses penggunaan metronome agar dapat digunakan. Terdapat tiga blok utama pada diagram metronome yaitu input, process dan output. Pada blok input, smartphone digunakan untuk mengambil data yang berupa perintah on/off, dan jumlah bpm yang akan digunakan. Pada blok process, data yang diperoleh akan digunakan untuk menghitung delay yang akan digunakan untuk tiap beat berdasarkan input user. Hasil dari process akan membuat vibrator bergetar sesuai tempo yang sudah ditentukan. RTOS akan digunakan untuk mengisolasi proses output dari proses lainnya sehingga akurasi dari bpm yang dihasilkan semakin baik.

Skematik writing pada proses perancangan perangkat keras terdapat pada Gambar 3.



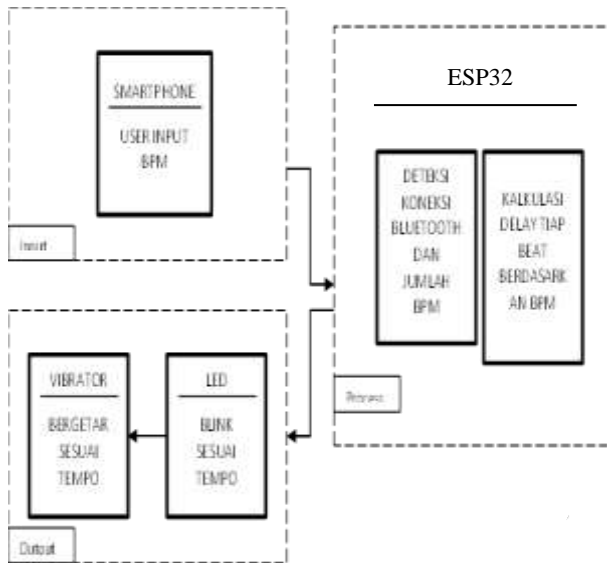
Gambar 3. Skematik Perangkat Keras

Gambar 4 merupakan implementasi dari RTOS dimana proses ESP32 dibagi menjadi dua task. Task pertama merupakan pengkondisian untuk menentukan jumlah bpm dan status metronome on/off. Task kedua merupakan proses getaran metronome. Hal ini dilakukan agar output metronome tidak terganggu interupsi dari perintah lain yang mengubah tempo sehingga tingkat akurasi menurun.



Gambar 4. Flowchart Program ESP32 menggunakan RTOS

3.4 Metode Pengujian



Gambar 5. Blok Diagram Pengujian

Pada blok diagram Gambar 5, pengujian dilakukan mulai dari input, process dan output. Pada blok input, smartphone akan mengirim data ke ESP32 via bluetooth berisi input yang dikirim oleh user. Blok process melakukan deteksi user input dan akan menjalankan program berdasarkan data yang diterima. Data yang dikirim oleh user berupa perintah untuk melakukan on/off, increase bpm, atau decrease bpm. Apabila yang dikirim merupakan increase/decrease tempo, maka ESP32 akan mengkalkulasi delay yang akan digunakan sebagai pemisah setiap beat. Pada blok output akan dilakukan pengujian akurasi dari bpm (beats per minute) dan kenyamanan pada saat digunakan secara langsung oleh musisi. Perintah reset akan mengembalikan nilai bpm menjadi semula yaitu 80.

4. HASIL DAN ANALISIS

Pengujian ini dilakukan dengan laptop telah terhubung dengan Arduino menggunakan kabel USB dan smartphone. Pengujian dilakukan untuk menganalisa apakah data yang dikirim oleh aplikasi smartphone via bluetooth diterima oleh ESP32 tanpa kesalahan value data sedikitpun.



Gambar 6. Hasil Pengujian Bluetooth

Value input yang diterima oleh ESP32 merupakan data char dengan nilai 1, 0, p, dan n. Nilai 1 dan 0 merupakan perintah on/off dimana 1 adalah on dan 0 adalah off. Kemudian p dan n merupakan perintah untuk increase/decrease bpm. Dimana p untuk menambah dan n untuk mengurangi. Terakhir adalah r untuk untuk reset dimana metronome akan mengembalikan nilai bpm menjadi semula yaitu 80. Smartphone mengirim nilai-nilai ini dengan bantuan aplikasi dan koneksi bluetooth.

Prosedur pengujian lanjut dilakukan dengan RTOS dan tanpa RTOS sebagai berikut:

1. Pairing bluetooth device smartphone dengan metronome
2. Buka aplikasi pada smartphone dan klik button yang tersedia pada UI aplikasi smartphone
3. Mengamati dan menghitung berapa getaran yang terjadi pada masing-masing bpm selama 60 detik
- 4.

Berikut merupakan tabel jumlah getaran yang terjadi dengan RTOS dalam waktu 60 detik.

Tabel 1. 60 bpm dengan RTOS

BPM	Hasil (detik)
60	60
60	60
60	60

Tabel 2. 90 bpm dengan RTOS

BPM	Hasil (detik)
90	90
90	90
90	90

Tabel 3. 120 bpm dengan RTOS

BPM	Hasil (detik)
120	120
120	120
120	120

Berikut merupakan tabel jumlah getaran yang terjadi tanpa RTOS dalam waktu 60 detik.

Tabel 4. 60 bpm tanpa RTOS

BPM	Hasil (detik)
60	58
60	59
60	58

Tabel 5. 90 bpm tanpa RTOS

BPM	Hasil (detik)
90	87
90	87
90	86

Tabel 6. 120 bpm tanpa RTOS

BPM	Hasil (detik)
120	116
120	114
120	116

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang ditarik dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Komunikasi ESP32 dan smartphone melalui Bluetooth 100% berhasil, namun tetap ada beberapa value data yang tidak diinginkan seperti data kosong atau simbol tanda tanya yang diterima oleh serial monitor saat menerima data dari smartphone.
2. Pengaruh dari RTOS sangat besar Ketika menggunakan metronome. Setelah melakukan dua tes, dengan RTOS dan tanpa RTOS, metronome tanpa menggunakan RTOS kurang akurat dalam menghasilkan output yang diinginkan sehingga penggunaan RTOS dibutuhkan untuk menghindari adanya delay Ketika ada interupsi.
3. Akurasi adalah ukuran kedekatan hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya atau nilai target. Pada pengujian sebelumnya, nilai target adalah bpm yang digunakan untuk menguji metronome selama durasi yang ditentukan yaitu 60 detik dengan masing-masing bpm sebanyak 3

kali uji. Rata-rata hasil dari pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa dari ketiga uji bpm metronome masing-masing memiliki hasil yang sama dengan bpm yang ditentukan sebelumnya, sehingga bisa disimpulkan bahwa ketukan pada metronome sangat akurat.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan untuk diperhatikan lebih lanjut pada penelitian yang berhubungan selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan RTOS pada metronome sangat dibutuhkan namun konsep penggunaannya pada penelitian ini sangat menguras baterai sehingga menggunakan switch. Untuk menghindari ini bisa menerapkan deep sleep ESP32 untuk menghemat baterai saat sedang tidak digunakan.
2. Untuk tampilan luar yang lebih menarik, dapat menggunakan mikrokontroler TinyPICO. Secara ukuran lebih kecil dari ESP32, tapi juga memiliki fitur bluetooth didalamnya. Sehingga akan lebih baik secara tampilan di tangan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Lely Halimah, 2016. MUSIK DALAM PEMBELAJARAN (UPI Kampus Cibiru). [Online] Available at <https://ejournal.upi.edu/index.php/eduhumaniora/article/view/2763> [Diakses 1 Juli 2022].
- Ervan Erzha, 2014. Trik Instan Jago Main Biola Secara Otodidak. Jakarta: Sealovamedia
- Dr Hably Warganegara, 2019. Dampak telinga yang kalau dengar suara yang kencang (Dokter spesialis THT dari RSPI) [Online] Available at: <https://health.detik.com/berita-detikhealth/d-4446690/ini-tandanya-dentuman-sound-system-saat-hajatan-mulai-merusak-pendengaran> [Diakses 5 Juli 2022].
- Freertos.org. about-RTOS. [Online] Available at: <https://www.freertos.org/about-RTOS.html> [Diakses, 12 Juli 2022].
- Mardiki Supriadi, 2018. Rancang Bangun Metronome Berbasis Mikrokontroler. Bali. Universitas Mahendradatta.
- Idang Wahyuddin Septiawan, Sabriansyah Rizqika Akbar, Dahnia Syauqy, 2018.

- Rancang Bangun Sistem Multi-Sensor Untuk Pengukuran Jarak Secara Simultan. [Online] Available at: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/download/3293/1288/> [Diakses 10 Desember 2022].
- Muhammad Rizal, Muhammad Sabirin Hadis, Randy Angriawan, Arham Arifin, 2020. Evaluasi Kinerja Bluetooth Pada Modul ESP32 di Lingkungan Line of Sight. Makassar. STMIK.
- Saddam, 2016. Arduino Based Digital Clock with Alarm [Online] Available at: <https://www.scribd.com/document/466563364/Arduino-Based-Digital-Clock-with-Alarm#> [Diakses 2 Agustus 2022]
- Alexander Evan Bonus, 2010. THE METRONOMIC PERFORMANCE PRACTICE: A HISTORY OF RHYTHM, METRONOMES, AND THE MECHANIZATION OF MUSICALITY [Online] Available at: https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws_etd/send_file/send?accession=case1270221548&disposition=attachment [Diakses 1 Agustus 2022]
- ESPRESSIF, 2016. ESP32 Series Datasheet [Online] Available at: https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf [Diakses 12 Februari 2022]
- Young Jun Joo, Woo Seok Yang, 2004. Coin type vibrating motor [Online] Available at: <https://patents.google.com/patent/US7157824> [Diakses 15 Juli 2022]
- Ming-Yuan Zhu, 2011. Understanding FreeRTOS: A Requirement Analysis [Online] Available at: https://www.researchgate.net/publication/308692183_Understanding_FreeRTOS_A_Requirement_Analysis [Diakses 17 Juli 2022]
- Mike Moore, 2013. RTOS HW 4. [Online] Available at: https://os.mbed.com/users/gatedClock/code/RTOS_HW_04//file/e764ed79553a/main.cpp/ [Diakses 2 Januari 2022].
- Phillip Stevens, 2016. Using FreeRTOS multi-tasking in Arduino. [Online] Available at: <https://create.arduino.cc/projecthub/feilipu/using-freertos-multi-tasking-in-arduino-ebc3cc> [Diakses 2 Januari 2022].
- Ryaeb0069, 2019. Metronome with LEDs & Tone. [Online] Available at: <https://create.arduino.cc/projecthub/Ryaebi/metronome-with-leds-tone-ace8ec> [Diakses 2 Januari 2022].
- Wisnu Jatmiko, Petrus Mursanto, dkk., 2015. Real Time Operating System (RTOS) Teori dan Aplikasi. [Online] Available at: https://www.researchgate.net/publication/305768846_RTOS_Real_Time_Operating_System_Teori_dan_Aplikasi [Diakses 5 Januari 2022].
- Diane Kolin, 2021. Early Metronome Markings and the “A Tempo Project” – Journal of the American Liszt Society – Volume 70-71 2019-2020. [Online] Available at: https://www.researchgate.net/publication/350954569_Early_Metronome_Markings_and_the_A_Tempo_Project_-_Journal_of_the_American_Liszt_Society_-_Volume_70-71_2019-2020 [Diakses 17 Februari 2022].