

Rancang Bangun *Gangsa* Elektronik menggunakan Sensor *Piezo-electric* berbasis *Microcontroller*

I Gede Eka Wiantara Putra
Program Studi Teknik Elektronika
Politeknik Nasional Denpasar
videline@yahoo.com

Made Adi Surya Antara, S.T., M.T
Program Studi Teknik Elektronika
Politeknik Nasional Denpasar
adisuryaantara.huawei@gmail.com

Abstract - *Gangsa* is a traditional jam musical instrument from Bali that has ten tone blades. This tool is played by hitting the blade and touching it for muted. This tool is quite expensive because of the materials and elements of art in it. In this study, designed and built a prototype of a modern and cheaper musical instrument for the needs of learning media. The prototype is designed to have a piezo-electric sensor connected to an Arduino Pro-mini as an input signal. This signal then passes the play threshold value as a determinant of whether the tone on a bar is played or not. The tone on each bar is stored on an SD-card with a PCM wav format of 12,000 kHz, 8 bits, mono. The next step after playing the bar tone is damping using a touch sensor. The sensor is designed using a darlington circuit and is connected to an Arduino as a tone-damping signal. The method is able to produce sound with good quality, but only for one bar. After playing the 5th bar, the quality of the resulting sound decreases even more. For that, a series of mixers is added for better and louder sound quality.

Keywords - Electronic, Gamelan, Bronze, Microcontroller.



[Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

I. PENDAHULUAN

Provinsi Bali memiliki beragam keunikan seni, budaya dan tradisi, yang salah satunya adalah perangkat musik tradisional atau yang disebut gamelan. Jenis gamelan pun sangat beragam sesuai dengan kebutuhan baik untuk kegiatan ritual keagamaan hingga kegiatan hiburan wisatawan. Upaya pelestarian seni dan budaya ini dilakukan oleh seluruh lapisan masyarakat lokal hingga mancanegara. Namun demikian, dikhususkan pada institusi pendidikan atau kelompok masyarakat yang belum memiliki perangkat gamelan ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kemampuan biaya pengadaan, luas tempat penyimpanan, hingga faktor kebisingan. Berdasarkan beberapa faktor tersebut, maka dirancang dan dibangunlah sebuah purwarupa

gamelan elektronik yang ditujukan sebagai media pembelajaran.

Perancangan purwarupa gamelan ini mengikuti bentuk umum dari gamelan yang sebenarnya dengan batasan pada gamelan jenis *Gangsa* 10 bilah berlaras pelog [1]. Berdasarkan beberapa faktor permasalahan di atas, purwarupa ini dirancang menggunakan komponen-komponen elektronika dengan harga terjangkau, dapat dimainkan dimana saja, dan tidak bising karena dapat didengar melalui *headphone*. Selain itu, metode yang digunakan dapat dikembangkan secara lebih luas untuk jenis alat musik pukul lainnya.

Penelitian-penelitian terkait perancangan dan implementasi alat musik pukul ini telah dilakukan, namun sebagian besar menggunakan modul *MIDI-controller* yang membutuhkan biaya lebih tinggi dan proses pemeliharaan yang lebih kompleks. Namun demikian, penggunaan sensor *piezo-electric* dan sensor sentuhan tetap dijadikan dasar pengimplementasian gamelan elektronik sebagaimana Gamelan Elektrika [2] dan E-Suling [3].

Dewasa ini, aplikasi Android pada smartphone semakin digemari masyarakat karena kemudahan penggunaannya. Penelitian terkait upaya digitalisasi gamelan elektronik dapat diimplementasikan pada perangkat mobile [4][5]. Hal ini merupakan inovasi yang baik sebagai media pembelajaran awal, namun memiliki kekurangan secara ergonomik. Interaksi antara manusia dengan suatu aplikasi membutuhkan antarmuka yang mampu memberikan nuansa realistik untuk proses pembelajaran yang lebih baik.

II. METODELOGI

Penelitian ini diawali dengan studi literatur terkait ketersediaan dan spesifikasi komponen-komponen elektronika, serta studi lapangan terkait bentuk perangkat gamelan yang sebenarnya. Hal ini menjadi dasar perancangan *Gangsa* elektronik agar mampu memberikan nuansa realistik ketika dimainkan. Selain bentuk fisik, studi terkait teknik memainkan gamelan menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari proses perancangan. Terkait dengan

Rancang Bangun Gangsa Elektronik menggunakan Sensor Piezo-electric berbasis Microcontroller

bentuk dan cara memainkan, perancangan *Gangsa* elektronik menyesuaikan antara cara kerja rangkaian dengan ketersediaan bahan pendukung. Sebagaimana rancangan bilah gamelan, maka dipilih bahan yang mampu menghantarkan arus listrik namun mudah dibentuk dan berbiaya murah seperti penggunaan plat seng. Bagian ini dibutuhkan sebagai media hantar untuk sensor sentuhan, dan memiliki ketahanan yang cukup dalam menerima pukulan.

Pemilihan jenis mikrokontroler untuk rancangan yang kompak meliputi efektifitas kebutuhan jumlah pin input dan output untuk modul pendukung seperti *SD-card shield* dan sensor. Jenis *microcontroller* yang digunakan adalah Arduino Pro-mini yang memenuhi kebutuhan-kebutuhan baik pin *output* maupun *input* [6]. Selain itu, Arduino jenis ini berdimensi kecil dan murah sehingga sesuai untuk perancangan purwarupa yang kompak.

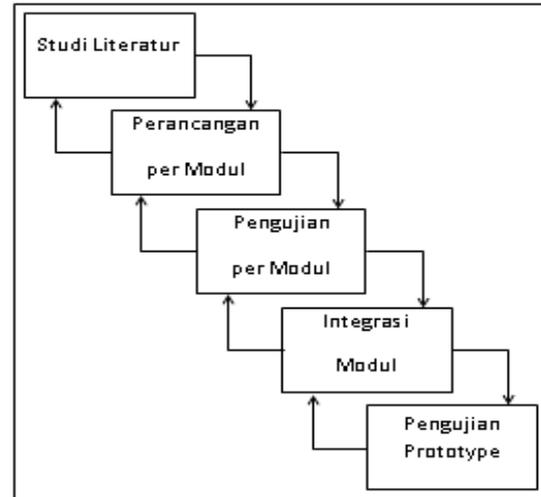
Rangkaian penelitian yang dimulai dari tahap studi literatur, sebagaimana *flowchart* pada Gambar 1, dilanjutkan ke tahap perancangan per modul dan memungkinkan untuk kembali ke tahap sebelumnya untuk penyempurnaan rancangan. Demikian tahap selanjutnya yang memungkinkan kembali ke tahap sebelumnya untuk memperbaiki hasil baik berupa rancangan, pengujian, hingga proses integrasinya.

Proses pada tahap studi literatur dan perancangan ini dilakukan secara eksperimental yang memiliki bagian pengujian per modul pada tingkat laboratorium. Adapun proses-proses tersebut adalah sebagai berikut:

A. SENSOR PIEZO-ELECTRIC

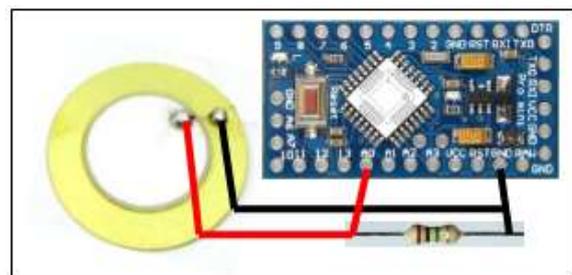
Piezo-electric merupakan jenis sensor yang peka terhadap getaran. Sensor ini menjadi pilihan yang tepat untuk berbagai aplikasi pemanfaatan getaran sebagai sinyal *input*. Setiap getaran yang diterima oleh sensor ini akan diubah ke besaran listrik yang mana semakin kuat getaran yang diterima, semakin kuat tegangan yang dihasilkan [7]. Melalui Arduino IDE, pengujian terhadap sensor ini dapat dipantau melalui serial plotter. Dalam pengujian, grafik yang dihasilkan mengalami drift amplitude yang signifikan, sehingga dengan menghubungkan sensor secara langsung ke pin analog menyebabkan kendala penentuan *threshold* secara manual.

Penambahan sebuah resistor 1 M Ω yang dirangkai secara paralel dengan sensor sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2, mampu memberikan nilai amplitude yang stabil, sehingga penentuan *threshold* menjadi lebih mudah. *Output* dari rangkaian *piezo-electric* tersebut dihubungkan dengan pin analog A0 pada Arduino Pro-mini. Grafik pada Gambar 4 menunjukkan perbedaan amplitude yang terjadi ketika sensor menerima getaran. Semakin kuat getaran yang diterima, maka semakin tinggi amplitude yang dihasilkan.



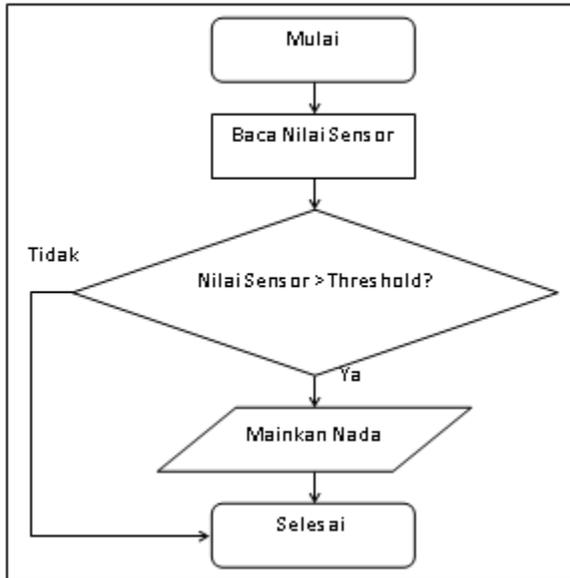
Gambar 1. Metodologi Penelitian

Proses penentuan apakah suara nada dimainkan atau tidak mengikuti *flowchart* seperti pada Gambar 3. Diawali dengan pembacaan nilai sensor, selanjutnya dibandingkan dengan nilai *threshold* yang telah ditentukan secara manual. Bila nilai pembacaan sensor melebihi nilai *threshold*, maka suara nada dimainkan. Keputusan sebaliknya, apabila nilai sensor di bawah nilai *threshold* dapat diabaikan. Hal ini dikarenakan implementasi nilai *threshold* hanya untuk membatasi sensitifitas pukulan bilah. Penggunaan nilai *threshold* yang lebih rendah akan meningkatkan sensitifitas, namun mengurangi efektifitas proses memainkan instrumen keseluruhan. Dalam hal ini, apabila bilah pertama memiliki sensitifitas yang tinggi, maka memunculkan kemungkinan untuk memainkan suara nada bilah pertama saat pemukulan bilah ke dua. Dengan demikian, untuk memperoleh nilai *threshold* yang tepat, maka dilakukan pengambilan nilai sampel dengan menggetarkan sensor secara dinamis. Mengacu pada Gambar 4, maka ditentukan nilai *threshold* sebesar 450.



Gambar 2. Rangkaian Sensor *Piezo-electric*

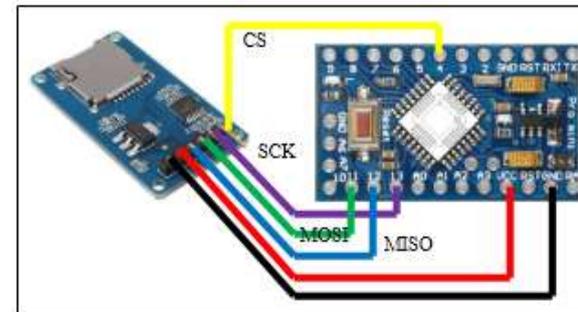
Rancang Bangun Gangsa Elektronik menggunakan Sensor Piezo-electric berbasis Microcontroller



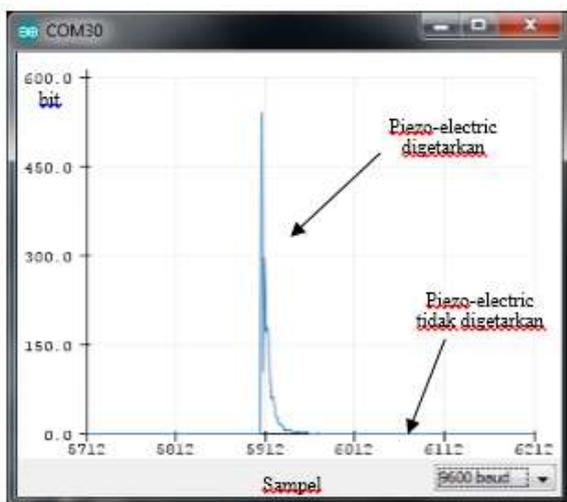
Gambar 3. Flowchart memainkan nada

B. MODUL SD-CARD DAN FILE NADA

Nada pada satu bilah gamelan dimainkan melalui Arduino, sehingga membutuhkan modul pendukung sebagai media penyimpanan data nada tersebut. Penggunaan *SD-card* Shield untuk Arduino dikonfigurasi seperti pada Gambar 5, di mana, pin CS dihubungkan ke pin 4, SCK ke pin 13, MOSI ke pin 11, dan MISO ke pin 12 pada Pro-mini. Suplai daya sebesar 5 V diambil dari Vcc pada Pro-mini karena dalam implementasi purwarupa *Gangsa* elektronik ini tidak membutuhkan daya yang besar seperti implementasi lainnya untuk mengoperasikan sebuah motor listrik. Jenis kartu memori yang digunakan adalah *micro-SD* dengan format FAT32.



Gambar 5. Konfigurasi modul *SD-card* menggunakan Arduino

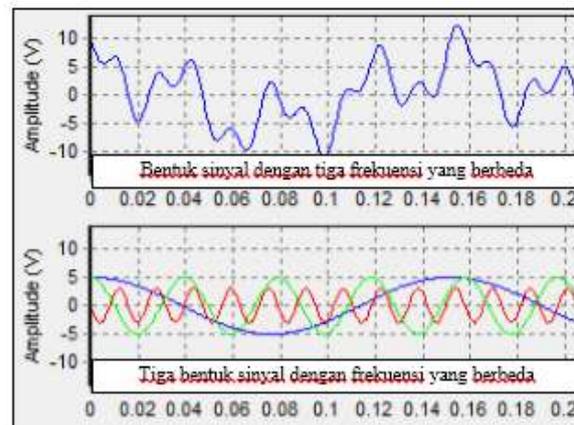


Gambar 4. Grafik pengujian sensor *piezo-electric*

Pengujian Arduino dalam memainkan file nada gamelan membutuhkan library TMRpcm. Hasil pengujian awal telah menunjukkan bahwa Arduino mampu mengeluarkan sinyal suara melalui pin *output*, dalam hal ini digunakan pin 9 pada Arduino sebagai *output*. Suara yang dihasilkan oleh Arduino

dapat didengarkan melalui perangkat earphone yang tidak membutuhkan daya besar dalam pengoperasiannya. Meskipun demikian, kualitas suara yang dihasilkan membutuhkan pengujian lanjutan yang mengarah kepada metode pengkonversian file *input* yang digunakan.

Pengkonversian format file nada *input* membutuhkan penanganan khusus, sebab melalui library tersebut, Arduino tidak mampu memainkan file nada selain berformat .wav. Hal ini menjadi kendala dalam upaya meningkatkan kualitas sinyal *input* untuk kualitas sinyal *output* yang terbaik. Pada penelitian ini, aplikasi pengkonversi file nada bilah yang digunakan adalah Winamp v5.621 (x86). Hasil pengujian selanjutnya menunjukkan bahwa konversi file nada dengan kualitas nada *output* yang terbaik adalah berformat .wav PCM 12.000 kHz, 8 bit, mono. Selain format dengan frekuensi dan bit tersebut, kualitas nada *output* yang dihasilkan memiliki *noise* yang cukup untuk meredam sinyal suara nada yang diinginkan.



Gambar 6. Ilustrasi penguatan sinyal dan *noise*

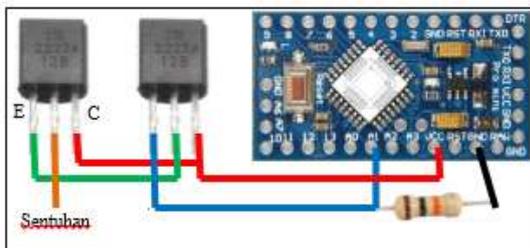
Selain format file nada, kualitas suara yang dihasilkan dipengaruhi oleh tingkat volume yang digunakan. Dalam teknik amplifikasi sinyal, peningkatan volume yang digunakan akan meningkatkan sinyal *noise* yang menyertai sinyal yang diinginkan. Hal ini menyebabkan sinyal suara *output* yang diinginkan semakin teredam oleh sinyal *noise* tersebut. Sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 6, ditunjukkan bahwa satu bentuk sinyal

yang memiliki tiga komponen frekuensi yang berbeda. Dengan demikian, untuk meredam sinyal *noise* yang tidak diinginkan, maka diperlukan metode filter apakah secara digital ataupun analog. Teknik termudah dalam peredaman sinyal *noise* adalah dengan melemahkan penguatan sinyal melalui pengaturan tingkat volume. Meskipun pengurangan nilai volume mampu memperbaiki kualitas suara *output*, hal ini menyebabkan suara nada *output* yang dihasilkan menjadi lebih lemah. Pengujian pada tahap ini menghasilkan nilai volume terbaik yang dapat digunakan adalah 5.

Berkaitan dengan teknik memainkan gamelan, berdasarkan studi lapangan diperoleh bahwa terdapat kemungkinan dinamika pukulan bilah yang lebih keras atau lebih lemah. Sehingga dibutuhkan upaya pengaturan nilai volume berdasarkan amplitud sinyal *input* oleh *piezo-electric*. Semakin kuat pukulan terhadap bilah, semakin tinggi amplitud yang dihasilkan, dan semakin tinggi volume nada bilah yang dikeluarkan. Hal ini berlaku untuk sebaliknya sehingga terjadi sinkronisasi antara kekuatan pukulan dengan volume nada yang dikeluarkan. Pengujian pada tahap ini menghasilkan kemampuan perubahan volume berdasarkan kekuatan pukulan bilah dapat dilakukan namun dibatasi oleh kecepatan pukulan. Hal ini terjadi karena kemampuan Arduino yang kurang responsif terhadap pengolahan perubahan volume yang signifikan cepat.

C. SENSOR SENTUHAN

Teknik memainkan *Gangsa* selain memukul bilah, juga membutuhkan peredaman nada dengan menyentuh bilah yang diinginkan. Umumnya, pemain gamelan ini akan meredam suara pada bilah yang telah dipukul pada waktu yang bervariasi. Dengan demikian maka dibutuhkan sebuah sensor sentuhan untuk meredam suara bilah secara responsif.



Gambar 7. Rangkaian sensor sentuhan

Sensor sentuhan dalam penelitian ini menggunakan rangkaian transistor Darlington [8]. Transistor dengan tipe 2N2222 digunakan pada rangkaian ini dan menambahkan sebuah resistor 10 k Ω yang dihubungkan secara seri menuju ground. Penggunaan nilai resistor tersebut akan mempengaruhi amplitud penguatan sinyal yang dihasilkan. Rancangan rangkaian transistor ini diarahkan untuk menguatkan sinyal *input* dari terminal basis pada transistor. Sebagaimana rangkaian pada Gambar 7, sentuhan dilakukan secara

langsung melalui pin basis pada transistor pertama. *Output* sinyal sentuhan dari rangkaian ini dihubungkan ke pin analog A1 pada Arduino.

Hasil yang dicapai pada tahap ini menunjukkan bahwa rangkaian telah bekerja sesuai tujuan perancangan yaitu mampu difungsikan sebagai rangkaian pensklaran yang peka terhadap sentuhan. Melalui serial plotter pada Arduino IDE, sinyal *output* pada rangkaian sensor ditampilkan untuk penentuan nilai *threshold*. Pada Gambar 8, selisih amplitud antara sebelum dan saat adanya sentuhan terlihat cukup jelas, sehingga nilai *threshold* dapat ditentukan dengan mudah. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, maka nilai *threshold* yang dipilih adalah 750.

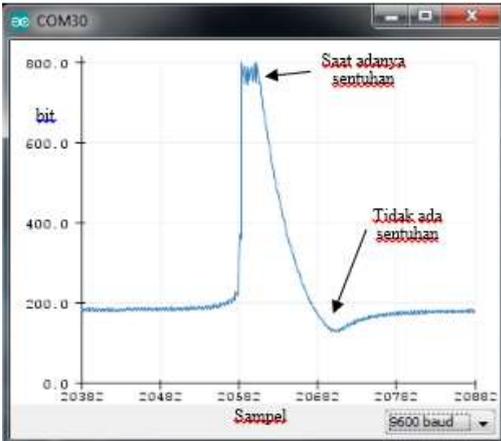
Metode penentuan apakah nada yang telah dimainkan akan diredam atau tidak adalah mengikuti *flowchart* pada Gambar 9. Serupa dengan penentuan memainkan nada, untuk peredaman dilakukan pembacaan nilai bit pada sensor sentuhan dan membandingkannya dengan nilai *threshold* yang telah ditentukan. Bila nilai sensor melebihi nilai *threshold*, maka nada yang dimainkan akan dihentikan. Sebaliknya, keputusan diabaikan ketika nilai sensor tidak melebihi nilai *threshold*.

D. AMPLIFIER DAN MIXER

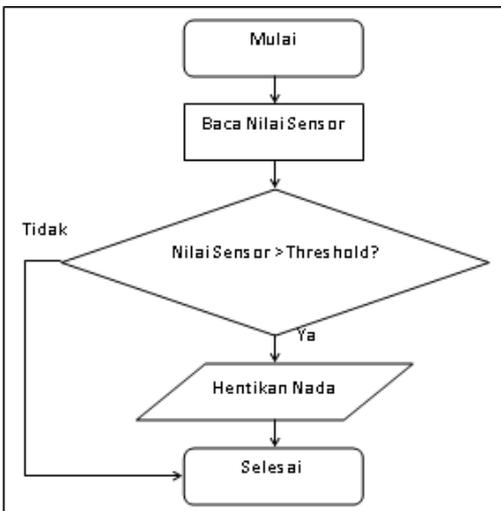
Rangkaian penguat (*amplifier*) umumnya digunakan untuk meningkatkan amplitud sinyal *input*. Sebagaimana pembahasan sebelumnya, peningkatan sinyal *input* akan disertai peningkatan sinyal *noise*. Penambahan filter digital sebagai solusi pada perancangan aplikasi ini terkendala pada keterbatasan kemampuan pengolahan sinyal oleh Arduino Pro-mini dan keterbatasan memori yang dimilikinya. Dengan demikian, filter sinyal *noise* dilakukan secara analog menggunakan rangkaian *mixer*.

Rangkaian penguat dan *mixer* ini membutuhkan suplai daya ± 12 Volt yang diperoleh secara eksternal. Pengimplementasian *hardware* untuk pengolah sinyal suara memperhatikan beberapa faktor seperti jenis kabel yang digunakan, dan catu daya. Hal ini diperlukan untuk mengurangi masuknya sinyal *noise* dari luar rangkaian. Sebagaimana Gambar 10, konfigurasi rangkaian penguat dan *mixer* ditujukan untuk mengolah sinyal *output* dari Arduino Pro-mini. Setiap bilah *Gangsa* masing-masing memiliki rangkaian penguat tersebut dan digabungkan sebagai sinyal *input* bagi rangkaian *mixer*. Sinyal *output* pada *mixer* dapat dihubungkan secara langsung ke perangkat earphone atau ke perangkat audio berdaya besar.

Rancang Bangun Gangsa Elektronik menggunakan Sensor Piezo-electric berbasis Microcontroller



Gambar 8. Grafik sinyal *output* rangkaian sensor sentuhan



Gambar 9. *Flowchart* peredaman nada bilah

Hasil yang diperoleh dalam penggunaan modul rangkaian penguat telah mampu meningkatkan kualitas suara yang lebih jelas. Dan penambahan modul rangkaian *mixer* mampu memperbaiki kualitas suara yang dihasilkan oleh setiap bilah yang dipukul.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berkaitan dengan metode penelitian, pengujian terhadap setiap bagian pada *Gangsa* elektronik telah berjalan dengan baik sesuai tujuan perancangan. Dengan demikian, maka penelitian dapat dilanjutkan ke tahap integrasi modul untuk membangun sebuah purwarupa *Gangsa* elektronik. Proses integrasi antar modul dilakukan secara eksperimental, sebab proses ini mencakup *hardware* dan *software*.

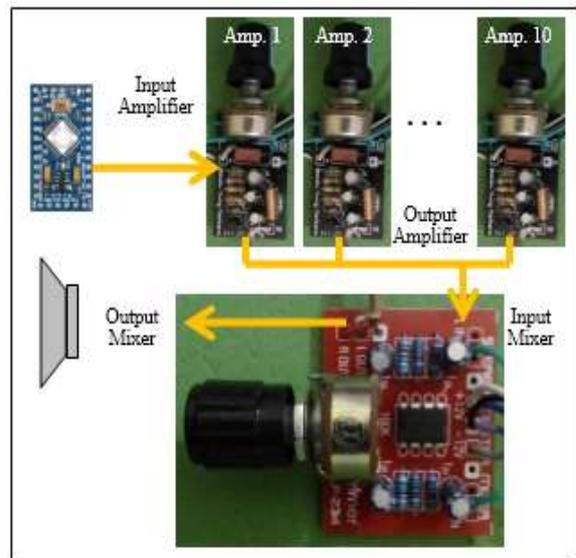
Secara *hardware*, integrasi antar modul dilakukan sedemikian rupa sehingga menghasilkan bentuk purwarupa yang kompak. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 11, *Gangsa* elektronik diimplementasikan menggunakan bahan yang mudah diperoleh dan berbiaya rendah. Bentuk bilah dibuat menyerupai bilah gamelan yang sebenarnya untuk memberikan kesan realistis bagi penggunaannya.

Mengacu pada rancangan dan tujuan, implementasi *software* dilakukan melalui Arduino IDE dengan *listing* program sebagai berikut:

```

tmrpcm.speakerPin=9; //output pada pin 9
tmrpcm.setVolume(5); //pengaturan volume
muteTh=750; //nilai threshold redaman
gongPin=analogRead(gongPin); //gongPin=A0
mute=analogRead(mutePin); //mutePin=A1
if (mute>muteTh) {
  tmrpcm.stopPlayback(); //hentikan
  //permainan
  //nada
} else {
if (gong>350) {
  tmrpcm.play("gong2.wav"); //mainkan file
  //nada
  //dengan nama
  //gong2.wav
}
}
  
```

Hasil pengintegrasian antar modul memunculkan permasalahan pada sensor sentuhan. Sensor sentuhan yang memanfaatkan interferensi sinyal *noise* dari luar menyebabkan proses peredaman nada bilah menjadi tidak stabil. Ketidakstabilan ini bergantung pada ketersediaan sinyal *noise* dari luar, seperti sinyal dari jaringan listrik PLN dan pentanahan (*grounding*).



Gambar 10 Konfigurasi rangkaian *amplifier* dan *mixer*



Gambar 11. *Gangsa* elektronik berbasis microcontroller

IV. KESIMPULAN

Sesuai purwarupa hasil penelitian, implementasi *Gangsa* elektronik menggunakan Arduino Pro-mini dapat digunakan dan dimanfaatkan sebagai salah satu media pembelajaran. Purwarupa ini memiliki bentuk yang telah disesuaikan dengan bentuk umum dari *Gangsa* yang sebenarnya. Kelemahan purwarupa ini adalah tingkat kestabilan peredaman, yang mana membutuhkan sinyal *noise* dari luar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Triguna, Yudha, I.B.G., *Peralatan Hiburan dan Kesenian Tradisional Bali*. Denpasar: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 1994
- [2] Erskine J, Kapur A. E-Suling: Extended Techniques FOR Indonesian Performance. InProceedings of the 2011 Australasian Computer Music Conference 2011.
- [3] Pardue L, Boch A, Boch M, Southworth C, Rigopulos A. Gamelan Elekrika: An Electronic Balinese Gamelan. InNIME 2011 (pp.18-23).
- [4] Dony, T.I.M., Adi, P.I.K., Suar, W.K. Gamelan Gong Kebyar Gong, Kempur, Jegogan dan Petuk berbasis Android. Merpati Vol: 3 No. 3 Desember 2015.
- [5] Wibawa, M., Wira, B.P., Agung, B.I.P. Aplikasi Gamelan Gong Kebyar Instrumen *Gangsa* dan Kendang berbasis Android. Merpati Vol: 3, No. 3, Desember 2015.
- [6] Atmel, "Atmel 8-bit Microcontroller with 4/8/16/32 kBytes in-system programmable Flash," Datasheet ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P [Revised Nov. 2015]
- [7] Murata Manufacturing, "Piezoelectric Sound Components," P37E-17 02.3.6 Catalog, June. 2011.
- [8] M.H. Ali and A.S. Aminu, "Analysis of Darlington Pair in Distributed *Amplifier* Circuit," IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE), Vol 10, Issue 2 Ver. 1 (Mar – Apr. 2015), PP 77-80.