



Implementasi *Capacitive Sensor* pada Arduino dalam Perancangan Bonang Elektronik

Riris Yuniaratri[✉] Agus Suryanto, Anggraini Mulwinda

Universitas Negeri Semarang

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Oktober 2016
Disetujui Oktober 2016
Dipublikasikan Agustus 2017

Keywords:

capacitive sensor, arduino mega2560, bonang barung

Abstrak

Penelitian ini ditujukan untuk membuat perangkat keras tiruan yang dapat mewakili Bonang Barung aslinya dengan menggunakan teknologi yang ada saat ini. Capacitive sensor pada Arduino digunakan untuk mendeteksi adanya sentuhan pada bonang. Sentuhan yang masuk dibedakan berdasarkan pendeklarasian pin pada Arduino. Masing-masing pin mewakili satu sensor untuk satu suara. Suara yang digunakan berasal dari rekaman Bonang Barung asli yang tersimpan dalam SD-Card pada modul WTV020SD-16P. Selanjutnya, Arduino sebagai mikrokontroler akan menyeleksi input untuk menghasilkan output melalui speaker. Pengujian dilakukan dengan menganalisis frekuensi dan sensitivitas yang ada pada bonang elektronik. Hasil pengujian frekuensi menunjukkan adanya perbedaan frekuensi sebesar 1-9 Hz antara frekuensi bonang asli dengan bonang elektronik. Perbedaan ini masih tergolong frekuensi yang sama dalam satu nada. Penggunaan tebal logam yang berbeda dalam pengujian sensitivitas sama baiknya terhadap respon yang diberikan sensor. Pada penggunaan resistor, semakin tinggi nilai resistor maka semakin tinggi pula sensitivitas yang dihasilkan sensor. Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa capacitive sensor dapat diterapkan pada perancangan bonang elektronik dengan menggunakan nilai resistor yang tepat yaitu sebesar 1 M Ω . Semakin tinggi nilai resistor maka semakin tinggi pula sensitivitas bonang elektronik. Penggunaan aluminium foil dan plat aluminium dengan tebal 0.8mm, 1mm dan 1.5mm dengan panjang sisi masing-masing 3cm, 4cm dan 5cm sama baiknya terhadap respon yang diberikan sensor.

Abstract

This aim of this research to create a clone hardware that can represent original Bonang Barung using existing technology. Capacitive sensors on Arduino was used to detect a touch on bonang. The touch was distinguished by the declaration pins of Arduino. Each pin represented one sensor for one tone. The tone was derived from recording original Bonang Barung stored in SD-Card WTV020SD-16P module. Furthermore, Arduino as microcontroller would select input to produce an output through the speakers. Testing was done by analyzing the frequencies and sensitivities that exist in electronic bonang. Results of the test were showed difference frequency of 1-9 Hz between the frequency of original bonang with electronic bonang. This difference was still relatively the same frequency in one tone. The use of different thickness metal in sensitivity testing was as good as the response from the sensor. On the use of resistors, the higher value of resistor would make higher sensitivity of the sensor. Based of the research could be concluded that the capacitive sensor could be applied to design electronic bonang by using appropriate resistor value that was 1 M Ω . The higher value of resistor would make sensitivity of electronic bonang higher too. The use of aluminum foil and aluminum plate with thickness 0.8mm, 1mm and 1.5mm with each side lengths 3cm, 4cm and 5cm were as good as for sensor response.

© 2017 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:
Gedung E11 Lantai 2 FT Unnes
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229
E-mail: ririsyuniaratri22@gmail.com

PENDAHULUAN

Alat musik tradisional dari Jawa khususnya Gamelan telah banyak dikenal di Indonesia. Gamelan merupakan alat musik yang muncul dari sejarah kebudayaan Jawa yang di dalam perkembangannya selalu dipakai untuk mengiringi pagelaran wayang maupun pengisi suatu pagelaran adat istiadat orang Jawa (Prasetyo, 2012). Seiring perkembangan teknologi yang pesat ini dikhawatirkan Gamelan sebagai instrumen musik tradisional akan ditinggalkan dan dilupakan (Kurniawanto, 2011). Dalam permainan Gamelan tidak dikenal istilah konduktor sebagai pemimpin permainan musik. Menurut Kunst (dalam Prasetyo 2012), pengendali utama dalam permainan Gamelan ini adalah terletak pada Bonang Barung. Permainan Bonang Barung diibaratkan seperti seorang perempuan (wedokan) atau seorang ibu yang membangun karakter anaknya sendiri, atau dalam istilah Gamelan adalah membangun permainan supaya lebih selaras dan dapat menstabilkan emosi yang ada (Kunst dalam Prasetyo, 2012).

Popularitas Gamelan semakin bangkrut eksistensi, terutama bagi generasi muda di Indonesia (Raharjo dalam Setiawan, 2015). Makin langkanya peminat Gamelan tersebut justru berbanding terbalik dengan ketertarikan warga negara asing untuk mempelajari Gamelan dan bahkan sampai memboyongnya ke negara mereka. Menurut Atase Pendidikan dan Kebudayaan Kedubes RI di Amerika Serikat Haryo Winarso mengatakan bahwa pada tahun 2014 kelompok pemain Gamelan tersebar di 45 dari 50 negara bagian di Amerika Serikat. Gamelan yang bukan merupakan budaya asli Amerika Serikat pertama kali masuk ke Amerika Serikat pada tahun 1958 (<http://www.voaindonesia.com> 16 Maret 2016) dan sekarang memiliki sekitar 400 komunitas Gamelan di Amerika Serikat, terutama berbasis di perguruan tinggi. Dari 400 komunitas Gamelan tersebut, 127 komunitas aktif berlatih dan menggelar pementasan (Winarso dalam <http://www.kompas.com> 16 Januari 2014).

Kesan jauh dari modernitas, identik dengan orang tua dan membuat kantuk melekat kuat dalam benak generasi muda tentang instrumen Gamelan. Kehadiran Gamelan sebagai budaya asli Indonesia semakin tergeser oleh alat-alat musik modern seperti gitar, *keyboard* dan bass yang dirasa akrab dengan dunia anak muda masa kini.

Harga satu set perangkat Gamelan lengkap yang terdiri dari 26 item dijual dengan harga 300 juta rupiah (<https://soloraya.com/2009/10/26/laras-gamelan-dari-desa-wirun/> 26 Oktober 2009). Sementara untuk harga satuan untuk Bonang Barung maupun bonang penerus 2 rancak berisi 20 buah, dengan harga perbuah adalah 400 ribu rupiah (<http://www.bantulbiz.com> 8 Oktober 2010).

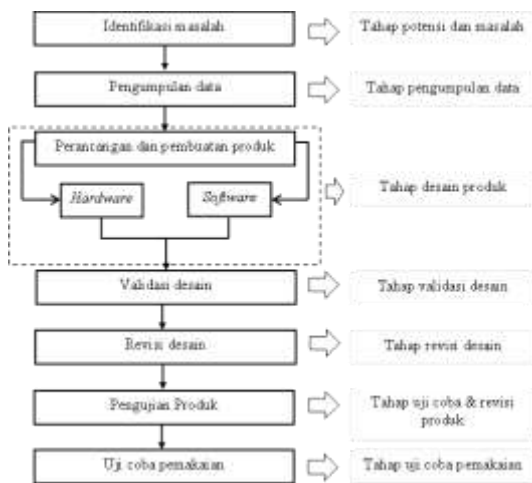
Tidak dapat dipungkiri bahwa saat ini Indonesia mengalami kemunduran terhadap musik-musik tradisional yang merupakan budayanya sendiri. Penyebabnya adalah rusak dan hilangnya alat musik tradisional yang beberapa telah diboyong ke manca negara dan sulitnya mendapatkan informasi dan narasumber yang autentik (Ariana, 2007).

Untuk menumbuhkan minat generasi muda tentang Bonang Barung, perlu adanya inovasi sehingga akan ada daya tarik lebih. Proses implementasi teknologi untuk mengenalkan gamelan khususnya Bonang Barung merupakan salah satu cara yang bisa dilakukan. Pengimplementasian teknologi tersebut dapat diwujudkan melalui pembuatan perangkat keras tiruan dengan harga terjangkau yang dapat mewakili Bonang Barung aslinya. Teknologi yang dapat digunakan dalam perancangan bonang elektronik ini bermacam-macam misalnya dengan menggunakan sensor *FSR (Force Sensing Resistor)*, *piezzo* elektronik dan *capacitive sensor*. Teknologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan *capacitive sensor* pada Arduino. *Capacitive sensor* dipilih karena penggunaan sensor *FSR* dan *piezzo* telah diteliti pada penelitian terdahulu. Selain itu, *capacitive sensor* telah ada pada *library* Arduino sehingga penggunaannya lebih mudah dibandingkan dengan sensor *FSR* dan *piezzo*

elektronik. Perangkat keras ini dibuat semirip mungkin dengan bonang aslinya tanpa melakukan banyak perubahan dalam segi suara maupun bentuknya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian pada penelitian ini adalah model penelitian dan pengembangan, yaitu suatu proses yang digunakan untuk mengembangkan dan mengesahkan produk. Langkah-langkah dalam proses ini pada umumnya dikenal sebagai penelitian Research and Development atau R&D. Desain penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



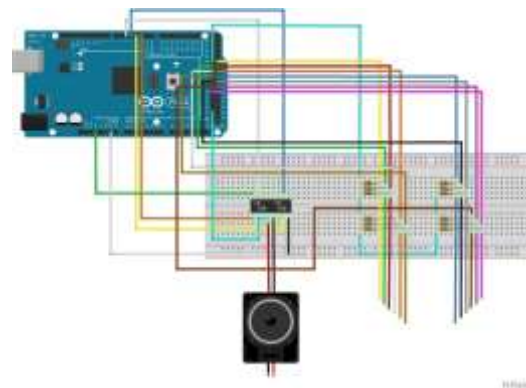
Gambar 1. Desain penelitian

Perancangan bonang elektronik dirancang menggunakan *capacitive sensor* yang terdapat pada mikrokontroler Arduino Mega2560 dan terintegrasi dengan modul WTV020SD-16P dengan spesifikasi kebutuhan *hardware* dan *software* sebagai berikut :

1. Laptop dengan spesifikasi *processor Intel Core i5*, RAM 4 GB.
2. Sistem operasi Windows 7 64 bit.
3. Arduino Mega2560, Modul WTV020SD-16P, SD-Card 2 GB, Resistor (220Ω, 1MΩ dan 10 MΩ masing-masing 12 buah), *Speaker* 8Ω 2A, *LED*, *jumper*, *breadboard*, PCB lubang.

4. Arduino IDE versi 1.0.5-r2, *Library capacitive sensor* dan WTV020SD-16P, *Audacity*, *UsbRecorder* dan *Express PCB*.

Gambar 2 merupakan skema perancangan bonang elektronik. Skema rangkaian elektronik ini merupakan gambar dari sebuah model komponen elektronika serta peletakan komponen yang digunakan sebagai acuan dalam desain alat.



Gambar 2. Skema rangkaian bonang elektronik

Sebelum dilakukan pengujian, produk akan divalidasi untuk mengetahui layak atau tidaknya produk dalam proses penelitian. Validasi ini dilakukan dengan menggunakan metode Delphi. Metode ini akan mengumpulkan pemikiran dari para ahli atau validator dengan menggunakan kuesioner dan tambahan opini umpan balik. Kuesioner dilakukan melalui beberapa tahap tergantung dari pendapat validator. Jika semua validator masih menghendaki adanya perbaikan produk maka kuesioner akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya sampai produk layak digunakan untuk penelitian. Validator dalam proses validasi ini terdiri dari dua ahli yaitu ahli seni dan ahli elektronika.

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan data penelitian. Pengujian yang dilakukan, yaitu pengujian suara dan pengujian sensitifitas. Pada pengujian suara akan dilakukan perbandingan suara yang dihasilkan oleh bonang elektronik dengan bonang barung asli, apakah memiliki suara yang sama atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan frekuensi suara bonang

elektronik dengan bonang asli menggunakan *software Audacity*. Sedangkan uji sensitifitas bonang elektronik dilakukan dengan dua cara yaitu yang pertama menggunakan nilai resistor yang berbeda dan yang kedua menggunakan bahan konduktor yang berbeda pada sensor kapasitifnya. Resistor yang digunakan memiliki nilai hambatan 220 Ω , 1 M Ω dan 10 M Ω . Sedangkan bahan konduktor yang digunakan merupakan jenis aluminium dengan ketebalan berbeda yaitu 0.8 mm, 1 mm dan 1.5 mm.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah hasil perancangan bonang elektronik.

1. Casing

Casing ini terbuat dari bahan akrilik yang memiliki berat ringan jika dibandingkan dengan kayu ataupun bahan lain. Desain peletakan komponen bonang elektronik ini dirancang sesuai dengan peletakan komponen bonang aslinya. Desain ini bertujuan untuk mempermudah saat pembuatan bonang elektronik. *Casing* bonang elektronik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. *Casing* bonang elektronik

2. Rangkaian

Gambar 4 merupakan rangkaian yang ada pada Arduino dalam perancangan bonang elektronik. Rangkaian ini dibuat berdasarkan skema seperti pada Gambar 2.



Gambar 4. Rangkaian pada Arduino

3. Code Program

Berikut code-code penting yang digunakan dalam pembuatan software untuk perancangan bonang elektronik.

```
#include <CapacitiveSensor.h>
#include <Wtv020sd16p.h>
```

Gambar 5. Penambahan *library capacitive sensor* dan *library wtv020sd-16p*

```
#define speaker 50
```

Gambar 6. Inisialisasi pin 50 untuk *speaker*

```
int resetPin = 2; // The pin number of the reset pin.
int clockPin = 3; // The pin number of the clock pin.
int dataPin = 4; // The pin number of the data pin.
int busyPin = 3; // The pin number of the busy pin.
```

Gambar 7. Deklarasi modul WTV020SD-16P

```
int ledPin = 51;
```

Gambar 8. Pin yang terhubung dengan LED

```
CapacitiveSensor cs_30_31 = CapacitiveSensor(30,31);
CapacitiveSensor cs_30_32 = CapacitiveSensor(30,32);
CapacitiveSensor cs_30_33 = CapacitiveSensor(30,33);
CapacitiveSensor cs_30_34 = CapacitiveSensor(30,34);
CapacitiveSensor cs_30_35 = CapacitiveSensor(30,35);
CapacitiveSensor cs_30_36 = CapacitiveSensor(30,36);
CapacitiveSensor cs_30_37 = CapacitiveSensor(30,37);
CapacitiveSensor cs_30_38 = CapacitiveSensor(30,38);
CapacitiveSensor cs_30_39 = CapacitiveSensor(30,39);
CapacitiveSensor cs_30_40 = CapacitiveSensor(30,40);
CapacitiveSensor cs_30_41 = CapacitiveSensor(30,41);
CapacitiveSensor cs_30_42 = CapacitiveSensor(30,42);
```

Gambar 9. Deklarasi pin untuk *capacitive sensor*

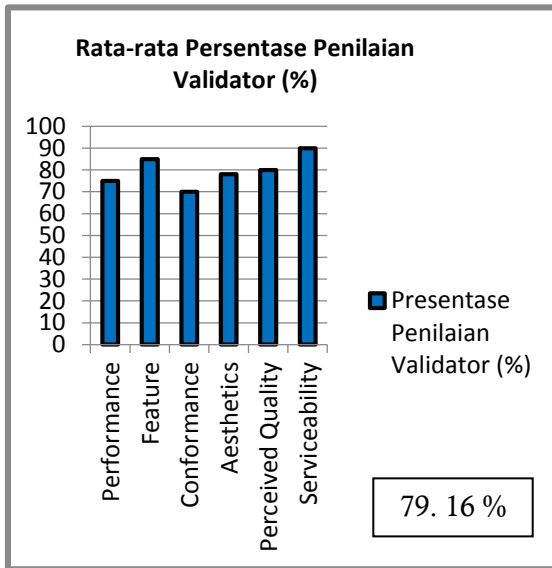
```
long total1 = cs_30_31.capacitiveSensor(10);
long total2 = cs_30_32.capacitiveSensor(10);
long total3 = cs_30_33.capacitiveSensor(10);
long total4 = cs_30_34.capacitiveSensor(10);
long total5 = cs_30_35.capacitiveSensor(10);
long total6 = cs_30_36.capacitiveSensor(10);
long total7 = cs_30_37.capacitiveSensor(10);
long total8 = cs_30_38.capacitiveSensor(10);
long total9 = cs_30_39.capacitiveSensor(10);
long total10 = cs_30_40.capacitiveSensor(10);
long total11 = cs_30_41.capacitiveSensor(10);
long total12 = cs_30_42.capacitiveSensor(10);
```

Gambar 10. Penyimpanan nilai yang dihasilkan sensor kedalam variabel

```
if (total1 > 550) {
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  wtv020sd16p.asyncPlayVoice(0);
  delay(20);
}
else{
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  delay(10);
}
```

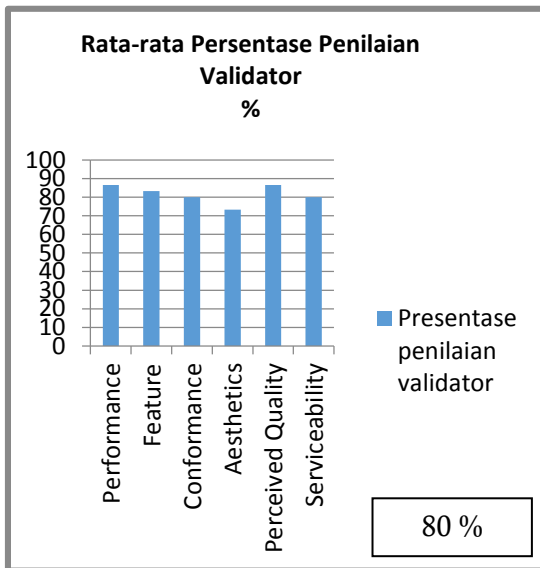
Gambar 11. Pengkondisian untuk memainkan nada dan menyalakan LED

4. Hasil Validasi Ahli Seni



Gambar 12. Persentase hasil penilaian ahli seni

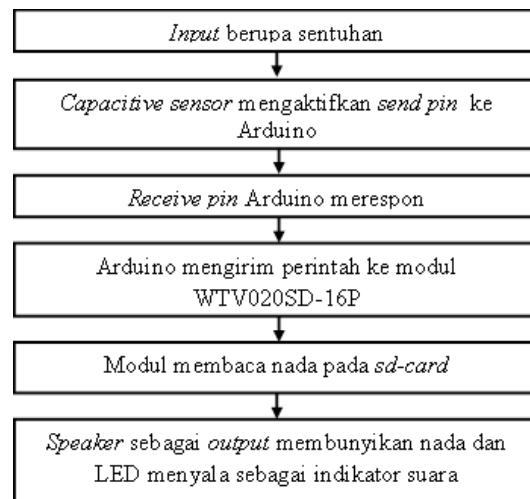
5. Hasil Validasi Ahli Elektronika



Gambar 13. Persentase hasil penilaian ahli elektronika

6. Penerapan *Capacitive Sensor*

Untuk memunculkan nada pada bonang elektronik perlu diperhatikan penulisan *code*, rangkaian dan sampel nada yang terdapat pada *SD-card* modul mp3. Ketika bonang elektronik mendapatkan *input* berupa sentuhan dari tangan manusia yang bersifat konduktif maka *capacitive sensor* pada Arduino akan mengaktifkan *send pin* ke Arduino dan meneruskannya ke *receive pin* pada sensor yang mendapat *input*. *Receive pin* akan merespon *input* tersebut dan Arduino mengirim perintah pada modul WTV020SD-16P untuk membaca nada yang sesuai dengan sensor yang mendapatkan *input*. Kemudian *speaker* sebagai perangkat *output* membunyikan nada sensor yang disentuh. Gambar 14 berikut merupakan diagram alir pemunculan nada bonang elektronik.



Gambar 14. Diagram Alir Pemunculan Nada pada Bonang Elektronik

7. Tanggapan Sensitivitas *Capacitive Sensor***Tabel 1.** Perbandingan frekuensi bonang barung asli dengan bonang elektronik

No	Nada	Frekuensi Bonang Barung asli (Hz)	Frekuensi Bonang Elektrik (Hz)											
			Aluminium foil			0.8 mm			1 mm			1.5mm		
			3cm	4cm	5cm	3cm	4cm	5cm	3cm	4cm	5cm	3cm	4cm	5cm
1	1	519	517	517	517	517	516	516	516	518	516	518	518	516
2	1 tinggi	1065	1059	1056	1058	1058	1056	1055	1056	1058	1058	1060	1057	1059
3	1 rendah	251	253	253	252	251	251	251	251	252	251	252	250	250
4	2	607	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606	606
5	2 tinggi	1225	1223	1223	1222	1223	1222	1221	1223	1223	1223	1223	1223	1223
6	2 rendah	306	307	307	307	305	303	303	304	305	306	305	305	305
7	3	701	697	697	697	696	696	697	696	697	697	697	697	697
8	3 rendah	339	334	338	338	337	339	339	338	338	338	338	338	339
9	5	805	805	805	805	805	805	804	804	805	805	805	805	805
10	5 rendah	402	397	398	398	401	400	400	399	400	400	400	401	401
11	6	910	907	905	907	906	905	907	909	907	906	907	905	908
12	6 rendah	447	445	445	444	448	450	448	447	442	444	454	455	447

Nilai frekuensi yang ada pada Tabel 1 merupakan frekuensi fundamental yang ada pada setiap nada. Frekuensi fundamental diperoleh dengan menggunakan *software Audacity* dengan memanfaatkan fasilitas *Fast Fourier Transform (FFT)* yang ada didalamnya.

Pengujian pertama menggunakan resistor 220 Ω . Rangkaian tidak dapat mengeluarkan suara ketika terpasang resistor 220 Ω . Pengujian kedua menggunakan resistor 1M Ω . Untuk penggunaan resistor 10 M Ω ternyata terlalu sensitif untuk bonang elektronik bahkan pada jarak vertikal 3 cm sensor dapat mendeteksi adanya objek konduktif. Pengujian ketiga dilakukan dengan resistor 1M Ω . Pada resistor inilah bonang elektronik dapat berfungsi seperti yang diharapkan.

Dari hasil analisis pengujian frekuensi yang menggunakan empat bahan dengan ketebalan berbeda yang masing-masing dengan panjang sisi 3 cm, 4 cm dan 5 cm menunjukkan adanya fluktuasi dari masing-masing bahan. Selisih antara frekuensi bonang barung asli dengan bonang barung elektroik tidak terlalu signifikan yaitu antara 1-9 Hz. Perbedaan yang terjadi disebabkan oleh faktor lingkungan yang mengganggu saat proses perekaman.

Pengujian sensitifitas menggunakan tiga resistor dengan nilai yang berbeda menunjukkan bahwa nilai resistor berbanding lurus dengan sensitivitas sensor. Hal ini sejalan dengan referensi yang terdapat pada Arduino.cc. Pengujian sensitifitas bonang elektronik juga dilakukan dengan empat bahan dengan ketebalan berbeda. Penggunaan aluminium foil dan plat aluminium dengan tebal 0.8mm, 1mm dan 1.5mm dengan panjang sisi 3cm, 4cm dan 5cm sama baiknya terhadap respon yang diberikan sensor.

Dari hasil penelitian tersebut, dikaji beberapa penelitian lain yang sebanding dengan penelitian yang telah dilaksanakan diantaranya yang telah dilakukan oleh Guaus, dkk (2010) dengan judul *A Left Hand Gesture Caption System for Guitar Based on Capacitive Sensors*. Dalam penelitiannya Guaus dkk (2010) menyatakan bahwa penggunaan capacitive sensor memiliki ketepatan yang tinggi sebagai sensor sentuh.

Penelitian lain yang hampir sama adalah penelitian yang dilakukan oleh Hastanto (2012) yang berjudul *Konsep Embat dalam Karawitan Jawa*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari konsep embat dalam karawitan Jawa. Embat itu sendiri adalah karakteristik tertentu dari sebuah gamelan. Munculnya embat bersumber pada pelarasannya yaitu proses fisik melaras tinggi rendah setiap bilah atau pencon sebagai sumber nada dari sebuah laras atau raras. Di antara nada satu dengan urutannya mempunyai jarak yang disebut jangkah atau jarak nada. Embat itu dibentuk dengan mengatur struktur tertentu dari jangkah di dalam sebuah laras. Mengatur struktur jangkah berarti menggeser jarak nada-nada tertentu tetapi harus masih dalam bingkai rasa “kepenak” (sesuai dengan rasa keindahan). Batas toleransi pergeseran satu nada dalam karawitan Jawa agar masih terdengar “kepenak” tidak boleh lebih dari 10 Hz. Dari hasil penelitian Hastanto (2012) ini menunjukkan bahwa perbedaan hasil pengukuran frekuensi bonang barung elektronik masih termasuk ke dalam rasa “kepenak” untuk didengarkan.

Hasil yang diperoleh pada penelitian bonang elektronik ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Guaus, dkk (2010) serta Hastanto (2012). *Capacitive sensor* dapat diterapkan pada perancangan bonang elektronik karena memiliki ketepatan yang tinggi untuk mendeteksi sentuhan dan penggunaannya tidak mempengaruhi kualitas output suara yang dihasilkan karena suara yang dihasilkan masih tergolong dalam satu kategori nada yang sama.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa *capacitive sensor* pada Arduino Mega2560 dapat diterapkan dalam perancangan bonang elektronik untuk mendeteksi sentuhan dan memunculkan nada yang sama seperti bonang pada aslinya. Penggunaan resistor yang berbeda mempengaruhi sensitivitas bonang elektronik. Semakin tinggi nilai resistor maka semakin tinggi pula sensitivitas bonang elektronik.

Namun penggunaan aluminium foil dan plat aluminium dengan tebal 0.8mm, 1mm dan 1.5mm dengan panjang sisi masing-masing 3cm, 4cm dan 5cm sama baiknya terhadap respon yang diberikan sensor.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariana, I.K. (2007). Museum Gamelan Jawa Di Yogyakarta. Undergraduate thesis. Duta Wacana Christian University. Yogyakarta.
- Asdhiana. I. M. 2014. Gamelan, "Orkestra Jawa yang Justru Populer di Amerika. <http://www.kompas.com>. 10 Februari 2016 (20.21).
- Banzi, Massimo. 2011. Getting Started with Arduino. Second Edition. O'Reilly Media. U.S.A.
- Budiman, Arif. 2006. Studi Kualitas Produk Terhadap Loyalitas Pelanggan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Guaus, E., T. Ozaslan, E. Palacios, and J. L. Arcos, 2010. A Left Hand Gesture Caption System for Guitar Based on Capacitive Sensors. International Conference on New Interfaces for Musical Expression Sydney, Australia. 15-18 Juni 2010.
- Hastanto, Sri. 2012. Konsep Embat dalam Karawitan Jawa. *Jurnal Seni & Budaya Panggung* 22(3) : 225-350.
- Herawati, N. dan S. Mardowo. 2010. Musik Tradisional Jawa Gamelan. Intan Pariwara. Jakarta.
- Iman, D. 2014. Gamelan mengalun Merdu di Amerika. <http://www.voaindonesia.com>. 14 Maret 2016 (13:34).
- Kumoro, Ario Cahyo. 2014. Perancangan Kampanye Gamelan Maker Festival Sebagai Wujud Pelestarian Kebudayaan Melalui Media Komunikasi Visual. Skripsi. Universitas Sebelas Maret.
- Maesa, Ken. 2009. Laras Gamelan dari Desa Wirun. <https://soloraya.com/2009/10/26/laras-gamelan-dari-desa-wirun/>. 27 Februari 2016 (21.10).
- Marimin. 2010. Teknik dan Aplikasi Pengambilan keputusan Kriteria Majemuk. Gramedia Widiasarana Indonesia : Jakarta.
- McRobert, Michael. 2010. Beginning Arduino. Apress : New York.
- Pradana, S. 2013. Adaptasi Peralatan Penguji Kondisi Esr Pada Kapasitor. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.
- Prasetya, Guntur Utomo. 2014. Perancangan Bonang Elektronik Berbasis Arduino Uno. Skripsi. Universitas Gajah Mada.
- Prasetyo, P. 2012. Seni Gamelan Jawa Sebagai Representasi dari Tradisi Kehidupan Manusia Jawa : Suatu Telaah Dari Pemikiran Collingwood. Skripsi. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Prayitno, D. H. 2010. Perajin Gamelan Jawa. <http://www.bantulbiz.com>. 27 februari 2016 (15.26).
- Puji, S.T. 2010. Seni Gamelan Jadi Program studi di Banyak Universitas di AS. <http://www.pesanharryahya.com>. 10 Maret 2016 (19:25).
- Rahmat, R. Sandika, Firdaus, Tati E., Ratna A. 2015. Seminar Sains dan Teknologi. Universitas Muhammadiyah Jakarta. Jakarta.
- Satryanto R. dan Adjie Pamungkas. 2015. Analisa Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pengembangan Kawasan Wisata Bahari Lhok Geulumpang, Aceh Jaya. *JURNAL TEKNIK ITS* 4 (1): C6-C10.
- Setiawan, A. 2015. 20 Tahun Yogyakarta Gamelan Festival. <http://www.kompas.com>. 9 Maret 2016 (20.25).
- Sinclair, I. R. dan John Dunton. 2007. Practical Electronics Handbook. Sixth Edition. Neweast. Oxford.
- Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitaitaif dan R&D. Alfabeta. Bandung.
- Veranika, A. 2012. Pengembangan Multimedia Interaktif Pembelajaran Bonang Barung Untuk Siswa Smk Bidang Keahlian Musik. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta.