

Implementasi Sensor Kapasitif dan Piezo-Electric pada Bilah Gamelan Elektronik sebagai Media Belajar Tabuh

I Gede Eka Wiantara Putra
Program Studi Sistem Komputer
STMIK STIKOM Bali
Denpasar, Bali – Indonesia
videline@yahoo.com

Abstrak—Seni dan Budaya Tabuh merupakan salah satu mata kuliah yang tercantum di dalam kurikulum STMIK STIKOM Bali. Khususnya di STMIK STIKOM Bali Kampus II Jimbaran yang baru berdiri, dibutuhkan sebuah media belajar seni tabuh berupa seperangkat gamelan gong kebyar. Berawal dari hal tersebut, penulis mengupayakan sebuah alternatif media pembelajaran yang lebih murah, efisien, namun efektif, yaitu gamelan elektronik. Gamelan ini diimplementasikan dengan sebuah sensor piezo-electric dan sensor kapasitif. Pada makalah ini, disampaikan metode pengimplementasian sensor tersebut pada sebuah rancangan bilah gamelan elektronik, serta analisis terhadap kualitas suara yang dihasilkan. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kedua sensor tersebut dapat diimplementasikan menggunakan sebuah microcontroller Arduino Pro-mini disertai dengan sebuah SD-Card Shield sebagai media penyimpanan data audio berformat .wav PCM 12.000 kHz, 8 bit, mono. Kualitas suara yang dihasilkan bergantung pada kualitas data audio yang disimpan, ketersediaan pre-amplifier, dan daya pada unit power supply. Pada sisi input, kinerja sensor piezo-electric telah sesuai dengan tujuan pengimplementasian, sedangkan kinerja sensor kapasitif bergantung pada ketersediaan sinyal noise dari jala-jala listrik dan power supply.

Kata kunci: piezo-electric, sensor kapasitif, gamelan elektronik, media pembelajaran.

I. PENDAHULUAN

Seni dan Budaya Tabuh merupakan salah satu mata kuliah yang tercantum di dalam kurikulum STMIK STIKOM Bali. Saat ini, STIKOM Bali memiliki dua kampus, yaitu Kampus Renon dan Kampus II Jimbaran. Khususnya di Jimbaran sebagai Sekolah Tinggi IT berbasis budaya, proses pembelajaran Seni dan Budaya Tabuh masih dilakukan dengan menyewa seperangkat gamelan gong kebyar pada salah satu sanggar di daerah Kuta Selatan. Berawal dari hal ini, penulis mengupayakan sebuah inovasi konversi gamelan analog ke bentuk digital yang lebih murah, efisien, namun efektif. Gamelan elektronik yang dirancang dengan beberapa komponen elektronika dan diimplementasikan pada perangkat berbahan dasar plat seng, akan menjadikannya jauh lebih

mudah dibandingkan dengan gamelan analog. Perangkat gamelan elektronik dirancang dengan ukuran yang lebih kecil, namun sesuai dengan fungsinya, sehingga dapat meminimalisasi kebutuhan tempat penyimpanan. Selain efisien tempat, proses pembelajaran menggunakan gamelan elektronik tidak akan mengganggu lingkungan sekitar, karena suara yang dihasilkan dapat didengarkan melalui head-phone. Implementasi gamelan elektronik sebagai media pembelajaran Seni dan Budaya Tabuh tetap memiliki efektifitas yang tinggi, sebab perancangan perangkat disesuaikan dengan bentuk dan cara kerja perangkat gamelan analog pada umumnya.

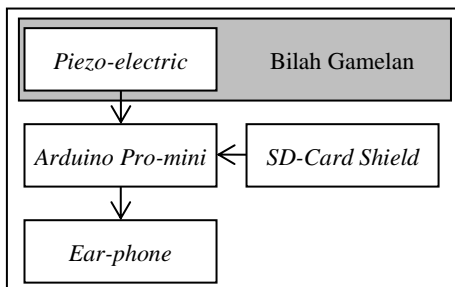
Terkait sensor yang digunakan, telah dilakukan penelitian serupa dengan pengimplementasian pada berbagai peralatan musik tradisional, seperti e-suling yang menerapkan sensor piezo dan accelerometer [1]. Di samping itu, telah diimplementasikan sebuah Gamelan Elektrika menggunakan MIDI controller beserta beberapa sensor piezo dan kapasitif [2]. Penelitian-penelitian tersebut merupakan suatu inovasi yang baru sebagai upaya modernisasi instrumentasi musik tradisional. Digitalisasi instrumentasi musik tradisional selain diimplementasikan pada suatu perangkat elektronika, telah dikembangkan melalui perangkat mobile [3][4]. Namun demikian, penerapan tersebut belum mampu meningkatkan kenyamanan pengguna secara maksimal, baik sebagai media pembelajaran maupun media hiburan.

II. METODE

Penelitian ini diawali dengan perancangan rangkaian sensor piezo-electric sebagai sinyal input pada microcontroller [5]. Sensor ini mampu menghasilkan tegangan ketika bergetar dan sinyal yang dihasilkan selanjutnya dianalisis untuk menentukan threshold pada rentang 10 bit (0-1023). Proses pengolahan sinyal input dari sensor piezo-electric dimanfaatkan untuk memanggil data audio berformat .wav PCM 12.000 kHz, 8 bit, mono, untuk dimainkan melalui pin output microcontroller. Menggunakan SD-Card Shield sebagai media penyimpan data audio membutuhkan suplai tegangan 5 Volt, sehingga sangat mudah

diimplementasikan pada Arduino Pro-mini dengan suplai yang sama dan berdimensi kecil. Analisis terhadap kualitas suara yang dihasilkan dilakukan melalui perbandingan kualitas suara yang disimpan dengan kualitas suara yang dihasilkan Arduino Pro-mini menggunakan ear-phone atau active-loud speaker.

Proses selanjutnya adalah implementasi rangkaian tersebut ke rancangan perangkat gamelan elektronik berbahan plat seng. Plat seng merupakan sebuah penghantar, sehingga untuk menghindari kemungkinan short-circuit, maka penempelan sensor piezo-electric dilakukan dengan menambahkan double-tape, tanpa meningkatkan efek redaman atas getarannya. Selain itu, plat seng merupakan bahan yang mudah dibentuk, sehingga kemiripan dan kesesuaian bentuk gamelan analog dapat diimplementasikan dengan lebih kreatif.

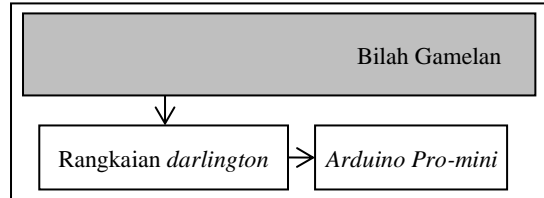


Gambar 1. Skema rangkaian untuk memainkan audio.

Gamelan gong kebyar dimainkan dengan dua langkah, yaitu dipukul dan diredam. Bilah yang dipukul akan bergetar dan menghasilkan suara hingga getarannya berhenti. Umumnya, pemain gamelan akan menghentikan getaran tersebut sesuai dengan tempo atau irama yang diinginkan. Dengan demikian, maka perancangan gamelan elektronik membutuhkan sensor tambahan untuk mengetahui kapan seorang pemain menghentikan suara bilah yang dipukulnya. Sensor kapasitif [6] sebagai sensor sentuh dirancang dengan menguatkan tegangan melalui rangkaian transistor secara darlington [7]. Dalam hal ini, sentuhan yang diberikan oleh pemain pada terminal basis transistor akan mengalirkan tegangan dari terminal kolektor ke terminal emitor-nya. Dengan kata lain, ini merupakan sebuah rangkaian saklar dengan sebuah sentuhan untuk meng-aktiv-kannya.

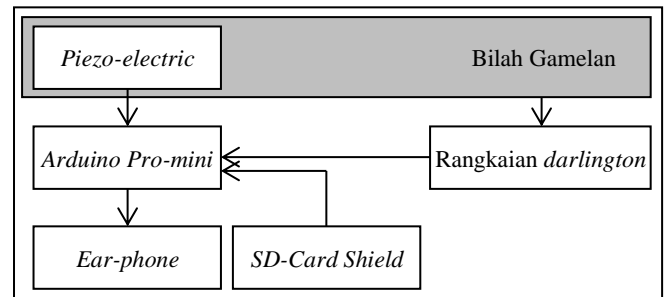
Analisis terhadap kinerja sensor kapasitif dilakukan melalui pembacaan nilai tegangan yang dikeluarkan oleh terminal emitor dalam 10 bit ADC oleh Arduino berbasis ATmega328P [8]. Selanjutnya ditentukan nilai threshold sebesar setengah dari nilai antara minimum dan maksimum. Dalam hal ini, bila sensor tidak disentuh, maka nilai yang dihasilkan berada pada kisaran minimum, dan bila disentuh, nilai yang dihasilkan adalah pada kisaran maksimum. Penentuan nilai ini didasarkan pada hasil fluktuatif pembacaan sensor, baik disentuh maupun tidak.

Sensor kapasitif ini selanjutnya diimplementasikan pada rancangan perangkat gamelan elektronik berbahan plat seng tersebut. Plat seng sebagai penghantar memiliki fungsi tambahan untuk menghubungkan sentuhan pemain ke rangkaian sensor kapasitif. Analisis terhadap hasil implementasi diperlukan untuk memeriksa kemungkinan perubahan nilai sensor oleh luas penampang bilah dari plat seng.



Gambar 2. Skema rangkaian untuk menghentikan audio.

Kinerja kedua sensor selanjutnya dipadukan dalam rancangan sebuah bilah perangkat gamelan elektronik. Kemampuan kinerja rangkaian setelah dipadukan menjadi bahan analisis selanjutnya. Di sisi lain, proses konversi file audio ke format .wav PCM 12.000 kHz, 8 bit, mono, dilakukan menggunakan aplikasi Winamp v5.621. Ini dapat dilakukan melalui menu Option/Output/Nulsoft Disk Writer v2.14, dan memilih bagian format. Hasil pengkonversian tersebut selanjutnya disimpan ke memori Micro-SD.



Gambar 3. Skema gabungan rangkaian untuk memainkan dan menghentikan audio.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembacaan nilai tegangan yang dihasilkan sensor piezo-electric dilakukan melalui pin A0 pada Arduino, dengan syntax sebagai berikut:

```
...
int gong=analogRead(A0);
...
```

Selanjutnya, variabel gong ditampilkan ke serial plotter pada Arduino IDE agar perubahan nilai terlihat lebih jelas melalui tampilan grafik. Penentuan nilai threshold dilakukan dengan memperkirakan kuat lemahnya pukulan pada perangkat gamelan elektronik. Penentuan ini diupayakan tidak terlalu rendah, sebab akan berdampak pada kinerja perangkat yang terlalu sensitif. Selain itu, nilai threshold diupayakan

tidak terlalu tinggi, sebab akan berdampak pada kurang sensitifnya perangkat saat menerima pukulan dari pemain. Dalam penelitian ini diperoleh nilai threshold sebesar 450.

Threshold yang digunakan tersebut selanjutnya menjadi tolak ukur apakah file audio pada memori SD-Card dimainkan atau tidak. Syntax yang diimplementasikan adalah sebagai berikut:

```

---
if (gong>450) {
  tmrpcm.play("nadaGong.wav");
}
---
  
```

nadaGong.wav di atas merupakan nama file audio berformat PCM 12.000 kHz, 8 bit, mono. Penggunaan format audio lainnya menggunakan library TMRpcm tidak dapat dilakukan, atau bila menggunakan frekuensi atau bit yang berbeda, maka akan menghasilkan kualitas suara yang kurang maksimal.

Implementasi piezo-electric pada rangkaian untuk memainkan nada sebuah bilah gamelan elektronik menghasilkan nilai yang bervariasi. Ini bergantung pada kuat lemahnya getaran pada sensor. Semakin kuat getaran sensor, semakin besar tegangan yang dihasilkan. Hal ini menjadi sebuah parameter untuk menentukan kuat lemahnya nada yang akan dimainkan. Salah satu hal yang telah dilakukan adalah dengan mengatur volume output dari Arduino menggunakan library TMRpcm dengan syntax sebagai berikut:

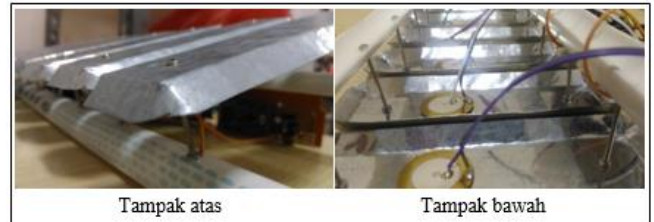
```

---
tmrpcm.setVolume(5);
---
  
```

Nilai 5 menunjukkan tingkat volume pada rentang 0 sampai 7. Dari hasil pengujian, penggunaan nilai 7 mampu menguatkan audio secara maksimal, namun kualitas suara menjadi lebih rendah. Kemunculan noise pada nilai volume tersebut menyebabkan suara yang diinginkan menjadi kurang jelas. Namun demikian, kualitas suara yang dihasilkan tersebut bergantung kepada kualitas audio yang disimpan. Semakin banyak noise pada audio yang tersimpan, maka penguatan yang dilakukan akan memperjelas noise tersebut. Penggunaan nilai 5 pada penelitian ini cukup untuk menguatkan audio dengan kualitas suara yang lebih jernih.

Pengujian atas implementasi sensor piezo-electric dalam rangkaian memainkan audio ini memiliki kendala pada kemampuan Arduino yang kurang responsif terhadap perubahan sinyal output digital. Hal ini menyebabkan perubahan volume audio yang dihasilkan dari perubahan getaran sensor menjadi tidak stabil. Namun demikian, penggunaan perubahan volume tetap dapat diimplementasikan pada instrumentasi yang tidak membutuhkan perubahan volume yang cepat.

Implementasi rangkaian sensor piezo-electric pada rancangan perangkat gamelan elektronik diperlihatkan pada gambar berikut:



Gambar 4. Implementasi sensor piezo-electric pada rancangan perangkat gamelan elektronik.

Sensor kapasitif pada penelitian ini diimplementasikan sesuai dengan perancangan awal, yaitu menggunakan rangkaian transistor darlington. Tipe transistor yang digunakan adalah 2N2222 karena memiliki kemampuan pensaklaran yang cepat dengan kebutuhan arus yang rendah, sehingga sesuai dengan rancangan rangkaian berarus lemah. Umumnya rangkaian darlington menggunakan dua buah transistor, namun dalam penelitian ini diujicobakan menggunakan tiga buah transistor. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi kemungkinan terlalu lemahnya sinyal input berdasarkan sentuhan manusia. Output rangkaian transistor ini dihubungkan ke pin A1 pada Arduino dan resistor 10 kOhm yang terhubung dengan ground.

Pembacaan nilai sensor kapasitif ini relatif sama dengan pembacaan sensor piezo-electric, sebagai berikut:

```

---
int mute=analogRead(A1);
---
  
```

Nilai yang tampil pada serial plotter menunjukkan perubahan yang cukup signifikan ketika sensor disentuh atau tidak. Dalam hal ini, bila sensor disentuh, nilai yang terbaca adalah tinggi, sedangkan berubah menjadi rendah saat tidak disentuh. Proses menampilkan sinyal ini melalui serial plotter tidak disarankan menggunakan delay pada syntax, sebab perubahan yang terjadi tidak akan terlihat secara menyeluruh. Sebagaimana sensor piezo-electric, pada bagian ini ditentukan nilai threshold yang sesuai dengan rentang amplitude sinyal input. Hal ini dilakukan untuk menjaga status aktivasi sensor yang memiliki fluktuasi baik pada rentang minimum (ketika tidak disentuh) dan pada rentang maksimum (saat disentuh). Pada bagian ini, nilai threshold yang digunakan adalah 200. Kestabilan atas fluktuasi yang terjadi dipengaruhi oleh nilai resistor yang digunakan. Namun dalam penelitian ini tidak membahas pengaruh nilai resistansi sebagaimana digunakan pula pada sensor piezo-electric.

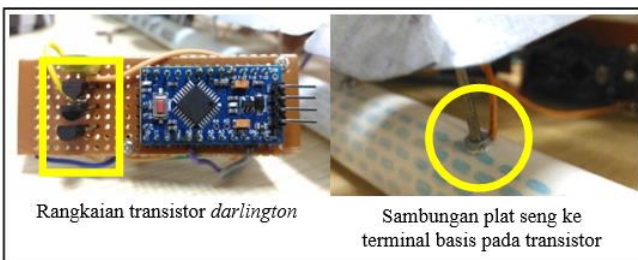
Implementasi program dalam menentukan apakah audio yang dimainkan akan dihentikan atau tidak, adalah sebagai berikut:


```

...
if (mute>200) {
  tmrpcm.stopPlayback();
}
...
  
```

Beberapa hal yang perlu mendapat perhatian dalam pengimplementasian sensor kapasitif ini adalah ketersediaan sinyal noise dari jala-jala listrik 50 Hz. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa sentuhan tunggal (hanya ujung jari) telah mampu memberikan perubahan nilai yang stabil. Namun bila rangkaian didekati oleh tubuh manusia, maka nilai fluktuasi rentang minimum semakin meningkat, sehingga rentang perubahan nilai sentuhan menjadi lebih sempit. Namun demikian, secara keseluruhan, rangkaian sensor kapasitif telah mampu bekerja sesuai dengan fungsinya.

Implementasi rangkaian sensor kapasitif pada rancangan perangkat gamelan elektronik diperlihatkan pada gambar berikut:

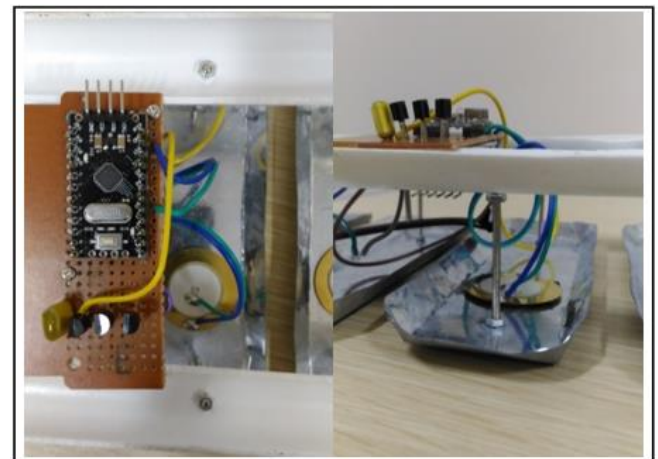


Rangkaian transistor darlington

Sambungan plat seng ke terminal basis pada transistor

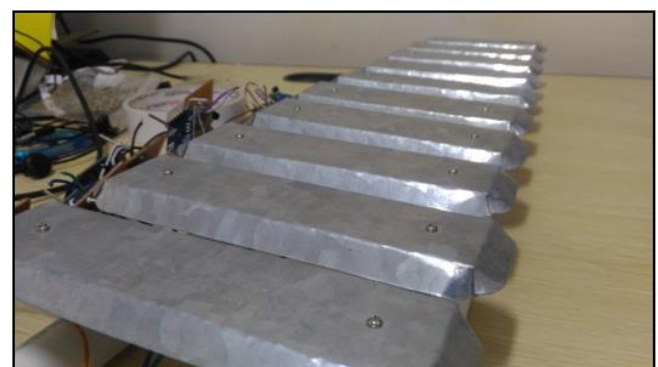
Gambar 5. Implementasi sensor kapasitif pada rancangan perangkat gamelan elektronik.

Setelah implementasi kedua rangkaian sensor di atas, selanjutnya rangkaian tersebut digabungkan untuk mengetahui perubahan fungsi yang mungkin terjadi. Namun dalam hal ini, rangkaian bekerja dengan baik sesuai dengan tujuan pengimplementasian. Hal-hal lainnya yang telah diujikan pada rangkaian ini adalah penggunaan sumber tegangan dari baterai. Sensor piezo-electric berfungsi dengan baik, namun implementasi sensor kapasitif tidak berfungsi sebagaimana semestinya. Analisis terhadap pengujian ini menghasilkan bahwa diperlukannya implementasi ground tambahan yang dapat dihubungkan ke bagian perangkat. Namun demikian, kinerja rangkaian tidak maksimal.



Gambar 6. Implementasi sensor untuk gamelan elektronik.

Kedua sensor pada bilah gamelan elektronik selanjutnya diimplementasikan pada bilah-bilah lainnya untuk membangun sebuah gamelan elektronik. Penelitian ini dilanjutkan dengan menggabungkan rangkaian di setiap bilah pada satu gamelan elektronik dengan hasil yang kurang memuaskan. Dimana, telah dilakukan penggabungan pin output setiap Arduino menuju active speaker. Suara yang dihasilkan cukup baik untuk satu bilah, namun saat bilah ke dua dipukul, maka terjadi penurunan volume suara bilah. Hingga bilah ke 5, penurunan tersebut masih stabil, namun ketika bilah ke 6 dipukul, suara noise semakin terdengar. Analisis terhadap keadaan tersebut adalah bahwa minimnya suplai daya menyebabkan output sinyal audio oleh Arduino tidak maksimal. Dalam hal ini, suplai daya yang digunakan adalah 5 Volt dengan arus maksimum 1 Ampere tidak cukup untuk menyuplai daya Arduino yang masing-masing membutuhkan arus kisaran 200 mA.



Gambar 7. Rancangan perangkat gamelan elektronik

Atas hasil analisis terhadap suplai daya, maka digunakan catu daya yang lebih besar, namun karena keterbatasan sarana, yang mana suplai daya belum cukup stabil (menghasilkan noise yang besar), maka kualitas suara yang dihasilkan masih belum optimal.

Penelitian selanjutnya adalah menambahkan metode penggabungan masing-masing suara bilah pada gamelan elektronik menggunakan rangkaian pre-amplifier dan dihubungkan dengan sebuah rangkaian master mixer. Selain dipengaruhi oleh catu daya, proses penggabungan sinyal output secara langsung akan menurunkan kualitas suara yang dihasilkan.

IV. KESIMPULAN

Implementasi sensor piezo-electric sebagai pemicu untuk memainkan sebuah nada bilah oleh Arduino melalui SD-Card Shield, dapat dilakukan dengan memilih threshold yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Dalam penelitian ini digunakan nilai threshold 400. Selain itu, hal-hal yang mempengaruhi kualitas suara gamelan elektronik adalah kualitas file audio yang disimpan pada memori Micro-SD. Dalam hal ini, digunakan format audio .wav PCM 12.000 kHz, 8 bit, mono.

Sedangkan implementasi sensor kapasitif, meskipun mampu bekerja sesuai dengan fungsinya, kinerja sensor ini masih dipengaruhi oleh faktor-faktor eksternal seperti pengaruh jala-jala listrik 50 Hz.

Pengimplementasian kedua sensor pada satu bilah gamelan elektronik telah berjalan sesuai perancangan dan tujuan, namun perlu penyempurnaan pada sisi kualitas suara

yang dihasilkan, kestabilan dalam menghentikan audio yang dimainkan, serta peningkatan respon perubahan amplitude untuk melemahkan atau menguatkan audio berdasarkan perubahan input sensor piezo-electric.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Erskine J, Kapur A. E-Suling: Extended Techniques FOR Indonesian Performance. In Proceedings of the 2011 Australasian Computer Music Conference 2011.
- [2] [2]Pardue L, Boch A, Boch M, Southworth C, Rigopulos A. Gamelan Elekrika: An Electronic Balinese Gamelan. In NIME 2011 (pp.18-23).
- [3] [3]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.
- [4] [4]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.
- [5] [5]Murata Manufacturing, "Piezoelectric Sound Components," P37E-17 02.3.6 Catalog, June. 2001 [are as of January 2002].
- [6] [6]Texas Instruments, Application Report SNOA927-December 2014, pp.1-11.
- [7] [7]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.
- [8] [8]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].