

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

Rancang Bangun Kapasitansi Meter Berbasis Arduino Board Menggunakan Rangkaian RC, Komparator dan Monostable

Afad Mirza Zulfy

Pendidikan Studi Fisika, FKIP, Universitas Jember

afad.mz@gmail.com

Alex Harijanto

Pendidikan Studi Fisika, FKIP, Universitas Jember

alexharijanto.fkip@unej.ac.id

Rayendra Wahyu Bachtiar

Pendidikan Studi Fisika, FKIP, Universitas Jember

wahyu.fkip@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan sebuah alat ukur bernama kapasitansi meter yang dibuat ulang dengan mikrokontroler berjenis *arduino board*. Penelitian terkait rancang bangun kapasitansi meter berbasis *arduino board* ini merupakan penelitian eksperimen, dimana peneliti menggunakan tiga desain untuk membandingkan tingkat ketelitian dari masing-masing kapasitansi meter tersebut. Ketiga desain tersebut selanjutnya diuji tingkat ketelitiannya dengan membandingkan hasil pengukuran kapasitansi meter berbasis *arduino board* dengan hasil pengukuran kapasitansi standar, yang kemudian diuji dengan menggunakan uji linieritas regresi menggunakan aplikasi SPSS 22. Sampel dari penelitian ini adalah beberapa kapasitor yang memiliki jenis dan nilai yang berbeda dengan rentang mulai dari 4 *nano farad* hingga 4700 mikro *farad*. Berdasarkan hasil penelitian, desain I yang menggunakan rangkaian RC sederhana memiliki rentang pengukuran nilai antara 0,0033 μF hingga 100 μF dengan ketelitian pengukuran sebesar 97,50 %, pada desain II yang menggunakan rangkaian komparator dengan IC Op-Amp LM741 sebagai kontrolnya memiliki rentang pengukuran dari 15 pF hingga 2200 μF dengan ketelitian pengukuran sebesar 95,33% dan desain III dengan rangkaian monostable menggunakan IC Timer 555 memiliki rentang pengukuran dari 1 nF hingga ratusan mikro farad dengan tingkat ketelitian pengukuran sebesar 94,5%. Diharapkan dari penelitian ini, alat ukur yang dihasilkan bisa dimanfaatkan untuk penelitian selanjutnya dalam bidang pendidikan khususnya pada mata pelajaran listrik dinamis pada tingkat SMA.

Kata Kunci: *Rancang bangun, Kapasitansi meter, Arduino*

PENDAHULUAN

Kapasitansi merupakan ukuran jumlah muatan listrik yang tersimpan untuk beda potensial yang telah ditentukan. Kapasitansi biasanya dinyatakan dengan farad, mikro farad, nano farad hingga pico farad. Penamaan tersebut di ambil dari nama belakang seorang ilmuwan

yang sudah berkontribusi dalam konsep kapasitansi yakni Michael Faraday. Untuk mengukur sebuah kapasitansi bisa menggunakan beberapa alat ukur, misalnya menggunakan *LCR meter* dan *multimeter*, akan tetapi kapasitansi mempunyai alat ukur khusus yang bernama kapasitansi meter.

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

Kapasitansi meter digunakan untuk memastikan nilai dari kapasitas kapasitor. Meskipun dalam kenyataannya kapasitor memiliki nilai kapasitansi yang sudah tertulis di badan kapasitor, biasanya nilai tersebut kurang tepat atau memiliki nilai eror, sehingga untuk sebuah rangkaian elektronika yang membutuhkan ketelitian yang tinggi pada nilai komponen-komponen yang digunakan, alat ukur menjadi sebuah keperluan utama. Kapasitansi meter sangat diperlukan dalam kegiatan praktikum di laboratorium fisika, baik pada jenjang sekolah menengah maupun jenjang perkuliahan. Misalnya saja pembuktian hasil perhitungan kapasitansi kapasitor pada kapasitor yang disusun secara seri atau paralel serta percobaan kelistrikan dalam hal ini pengisian dan pengosongan kapasitor, seperti disebutkan dalam silabus fisika kurikulum 2013 terbaru pada kompetensi dasar 4.2 dan atau digunakan untuk menghitung konstanta dielektrik dari sebuah bahan.

Kapasitansi meter yang beredar saat ini, hanya bisa digunakan untuk mengetahui nilai dari kapasitansi sebuah kapasitor, sedangkan untuk mengetahui karakteristik sebuah kapasitor, misalnya pengisian dan pengosongan sebuah kapasitor, kapasitansi meter standar yang beredar masih belum bisa menunjukkan hal tersebut. Beberapa kekurangan yang lainnya adalah rentang pengukuran yang terbatas dan harga kapasitansi meter standar yang relatif mahal. Kekurangan kapasitansi meter yang sudah disebutkan dapat diatasi dengan membuat ulang kapasitansi meter dengan harga yang relative murah, memiliki rentang pengukuran yang besar serta dapat mengetahui salah satu karakteristik dari kapasitor.

Saat ini terdapat mikrokontroler yang sudah terpadu dengan *software*nya, salah satunya adalah *Arduino* dengan *software* nya yang bernama *Arduino IDE* yang bersifat *open source* (terbuka) sehingga siapa pun bisa menggunakannya dengan gratis. *Arduino board* yang sering digunakan saat ini adalah *arduino uno*, menurut D’Ausilio (2011) *arduino uno* merupakan pilihan tepat untuk melakukan eksperimen yang membutuhkan input dan output yang tingkat akurasinya tinggi. Dalam eksperimennya, beliau melakukan 8 kali tes dengan desain tes yang berbeda-beda untuk mengetahui tingkat akurasi dari *arduino uno*, didapatkan hasil bahwa *arduino uno* memiliki tingkat akurasi yang tinggi.

Penelitian terkait dengan implementasi *arduino* yang dijadikan alat ukur banyak sekali ditemukan. Misalkan saja penelitian Srividya (2013) yang menghitung usaha dan energi pada pemakaian listrik menggunakan *arduino*, rancang bangun alat ukur *desibel meter* dengan *arduino* yang dilakukan oleh Tuwaidan (2015) dan penelitian yang terkait dengan kapasitansi meter menggunakan *arduino uno* yang dilakukan oleh Hamid (2016) untuk mengukur tingkat kematangan buah tomat. Kelemahannya, desain kapasitansi meter yang dirancang oleh Hamid (2016) hanya bisa digunakan untuk mengukur kematangan buah tomat, tidak bisa digunakan untuk mengukur kapasitor secara umum. Dalam penelitian ini, peneliti ingin membuat beberapa desain rancang bangun kapasitansi meter untuk mengetahui tingkat akurasi dan range (jarak ukur) masing-masing desain.

Prinsip kerja dari sebuah kapasitansi meter yang akan dibuat berdasarkan dari resistor yang dirangkai seri dengan sebuah kapasitor atau biasa yang disebut dengan rangkaian RC. Rangkaian RC yang digunakan diberikan tegangan yang bersalah dari *arduino* yang digunakan oleh kapasitor untuk pengisiannya. Untuk memenuhi rentang pengukuran yang lebih besar, diperlukan rangkaian lain untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Dalam hal ini peneliti menggunakan rangkaian *komparator* dan rangkaian *monostable* yang diharapkan dapat menjangkau rentang nilai yang jauh lebih besar. Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan alat ukur kapasitansi meter dengan beragam desain, harga yang relatif murah, memiliki rentang pengukuran yang besar serta dapat digunakan untuk mengetahui salah satu karakteristik dari kapasitor sehingga dapat digunakan untuk penelitian dalam bidang pendidikan.

METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian untuk mengetahui tingkat ketelitian dan rentang pengukuran kapasitansi meter berbasis *arduino* board bertempat di Laboratorium Elektronika Dasar Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember dan dilaksanakan pada bulan Mei 2017 hingga Juli 2017.

2. Alat dan Bahan Penelitian

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

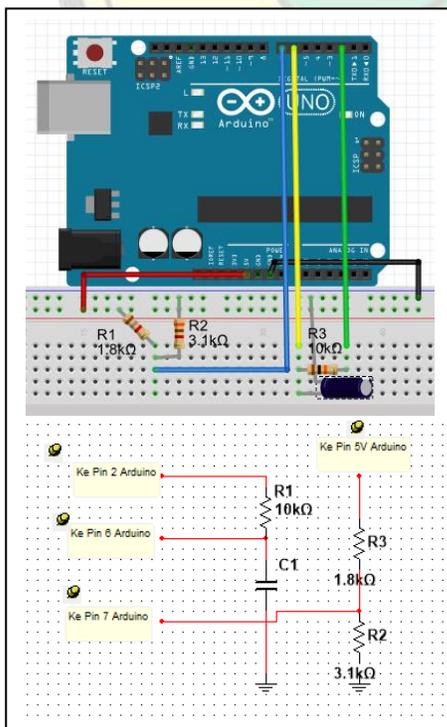
Dalam penelitian ini diperlukan beberapa alat dan bahan yang dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 1. Daftar alat dan bahan

| No | Jenis Komponen | Spesifikasi | Jumlah |
|----|----------------|----------------|--------|
| 1 | Resistor | 10 k Ω | 4 |
| | | 1,8 k Ω | 1 |
| | | 3,1 k Ω | 1 |
| | | 220 Ω | 2 |
| | | 1 M Ω | 2 |
| | | 1 k Ω | 1 |
| 2 | LED | 633 nm | 2 |
| 3 | Switch Button | | 2 |
| 4 | LM 741 | | 1 |
| 5 | IC 555 | | 1 |
| 6 | Kapasitor | Beragam nilai | - |
| 7 | Solder | | 1 |
| 8 | Timah | | 1 |
| 9 | Kabel | | |
| 10 | Project Board | | 1 |
| 11 | Arduino Board | Arduino Uno | 1 |
| 12 | PCB | | 1 |
| 13 | Laptop | | 1 |

3. Desain Alat Penelitian

Sesuai dengan pembahasan sebelumnya, terdapat tiga desain yang digunakan dalam penelitian ini, yakni:



kaian RC)

Pada desain I, peneliti hanya menggunakan rangkaian RC yang tersambung dengan *arduino board*, untuk desain yang lebih jelas dapat dilihat di bawah ini.

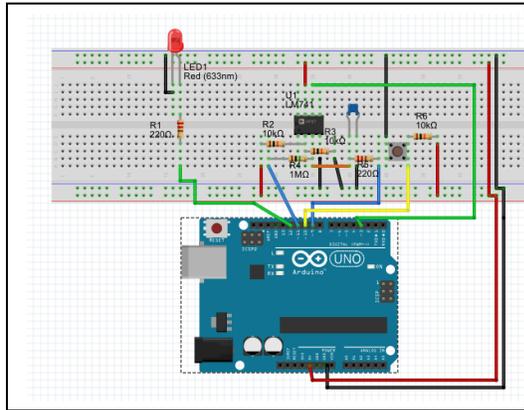
Gambar 1. Rangkaian desain I

- A. Desain I (dengan rangkaian RC)
- B. Desain II (dengan rangkaian komparator)
- Desain kedua dalam penelitian ini memanfaatkan IC Op-Amp LM741 yang dirangkai sedemikian rupa menjadi sebuah rangkaian komparator, yang selanjutnya disambungkan dengan *arduino board*.

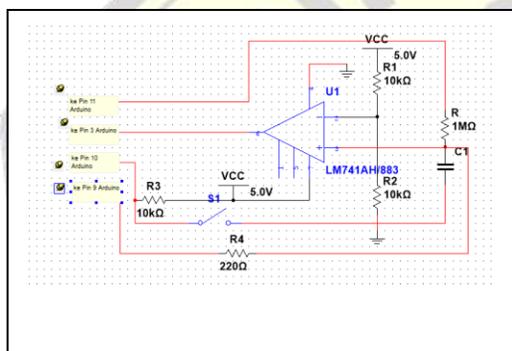
SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030”

24 SEPTEMBER 2017

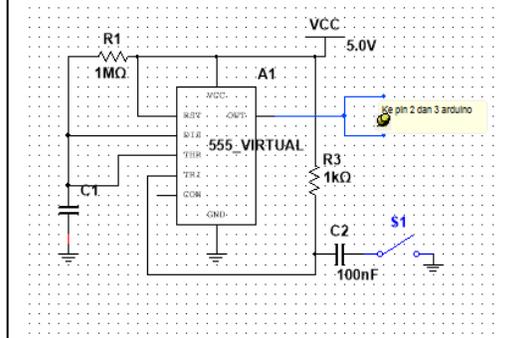
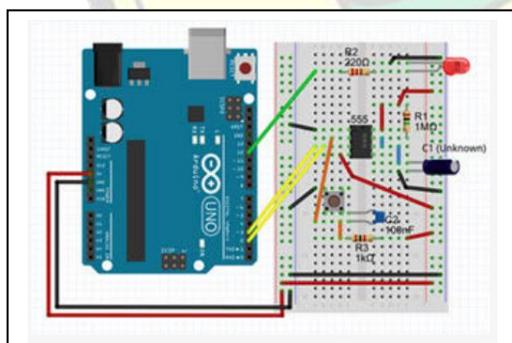


Gambar 2. Rangkaian desain II



C. Desain III (dengan rangkaian monostable)

Pada desain terakhir penelitian ini, peneliti menggunakan IC Timer 555 sebagai pusat dari rangkaian



monostable yang terhubung dengan arduino board.

Gambar 3. Rangkaian desain III

4. Langkah Penelitian

Secara sederhana, langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dimulai dari (1) Mempersiapkan alat dan bahan, (2) Perancangan *hardware*, (3) Perancangan *software*, (4) Kalibrasi alat, (5) Pengambilan data, (6) Analisis data dan (7) Kesimpulan dan penyusunan laporan penelitian.

5. Teknik Analisis Data

Data yang akan dianalisis pada penelitian ini berupa tingkat linieritas regresi dari kapasitansi meter yang sudah dibuat dengan kapasitansi meter standar. Untuk menganalisis data tersebut peneliti menggunakan tes ANOVA. Untuk memperkuat hasil, dilakukan juga uji regresi linier sederhana. Teknik analisis regresi menggunakan asumsi adanya hubungan yang linier antara variabel independen (X) dalam hal ini adalah data yang dihasilkan oleh kapasitansi meter *arduino*, dan variabel dependen (Y) atau nilai yang didapat dari kapasitansi meter standar. Selanjutnya data yang didapat diolah menggunakan SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versi 22. Berikut adalah persamaan regresi linier sederhana :

$$Y' = a + bX \tag{1}$$

Keterangan :

Y' : Variabel dependen

X : Variabel independen

a : Konstanta (nilai Y' apabila X = 0)

b : Koefisien regresi (nilai peningkatan atau penurunan).

(Gunawan, 2015 : 35)

HASIL DAN PEMBAHASAN

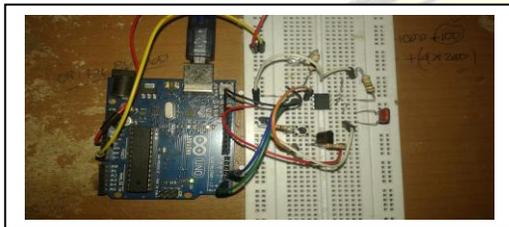
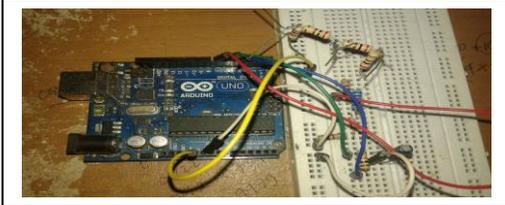
Pada penelitian ini, telah dilakukan serangkaian kegiatan sesuai dengan metodologi penelitian yang sebelumnya sudah dijabarkan. Dari kegiatan-kegiatan tersebut telah dirancang tiga desain kapasitansi meter berbasis *arduino board*, yang berfungsi untuk mengukur nilai kapasitansi dari sebuah kapasitor dengan tingkat ketelitian dan rentang pengukuran beragam disetiap desainnya. Berikut adalah bentuk dari kapasitansi meter berbasis *arduino board* yang sudah dirancang.

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

Gambar 4. Kapasitansi meter rangkaian RC



Gambar 5. Kapasitansi meter dengan rangkaian komparator

Gambar 6. Kapasitansi meter dengan rangkaian monostable

Untuk menguji rentang pengukuran dan tingkat ketelitian dari ketiga jenis kapasitansi meter tersebut, peneliti menggunakan beberapa kapasitor yang beredar di pasaran dengan nilai yang berbeda-beda. Pada mulanya kapasitor yang akan digunakan, diukur terlebih dahulu menggunakan kapasitansi meter standar yang sudah ada, selanjutnya dilakukan pengukuran pada masing-masing kapasitansi meter berbasis *arduino board*. Berikut adalah hasil dari masing-masing desain yang dibandingkan dengan kapasitansi meter standar.

1. Desain I (dengan rangkaian RC)

Hasil pengukuran kapasitansi beberapa kapasitor oleh desain I dapat dilihat pada tabel di bawah.

Tabel 2. Hasil pengukuran desain I

| No | Nilai Pada Label (μF) | Kapasitansi Meter Standar (μF) | Kapasitansi Meter Desain I (μF) | Tingkat Ketelitian (%) |
|----|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| 1 | 0,0027 | 0,00284 | Not in | |

| | | | Range | |
|--------------------|--------|---------|--------------|--------|
| 2 | 0,0033 | 0,00338 | 0,003 | 100,00 |
| 3 | 0,0047 | 0,00408 | 0,004 | 100,00 |
| 4 | 0,0053 | 0,0053 | 0,005 | 100,00 |
| 5 | 0,0068 | 0,00702 | 0,007 | 100,00 |
| 6 | 0,0082 | 0,00826 | 0,008 | 100,00 |
| 7 | 0,010 | 0,01011 | 0,010 | 100,00 |
| 8 | 0,022 | 0,024 | 0,024 | 100,00 |
| 9 | 0,027 | 0,0256 | 0,026 | 98,46 |
| 10 | 0,1 | 0,0994 | 0,1 | 99,40 |
| 11 | 0,1 | 0,0994 | 0,086 | 100,00 |
| 12 | 0,12 | 0,1212 | 0,122 | 99,34 |
| 13 | 0,22 | 0,212 | 0,217 | 97,70 |
| 14 | 1 | 1,021 | 1,091 | 93,58 |
| 15 | 2,2 | 2,11 | 2,151 | 98,09 |
| 16 | 3,3 | 3,2 | 3,426 | 93,40 |
| 17 | 4,7 | 4,69 | 4,884 | 96,03 |
| 18 | 10 | 11,14 | 13,246 | 84,10 |
| 19 | 22 | 21,24 | 22,978 | 92,44 |
| 20 | 33 | 34,9 | 36,163 | 96,51 |
| 21 | 47 | 48 | 47,068 | 100,00 |
| 22 | 100 | 87,9 | 89,35 | 98,38 |
| 23 | 220 | 195 | Not in Range | |
| Tingkat Ketelitian | | | | 97,50 |

Tingkat kelinieritasan nilai yang dihasilkan oleh kapasitansi meter desain I dengan nilai yang dihasilkan oleh kapasitansi meter standar, dapat dilihat dari analisis data menggunakan SPSS 22 berikut ini

Tabel 3. Hasil analisis regresi

| Model Summary ^b | | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
| 1 | 1,000 ^a | ,999 | ,999 | ,6756274 |

a. Predictors: (Constant), Kapasitansi Standart

b. Dependent Variable: Kapasitansi Desain I

Tabel 4. Hasil tes ANOVA

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

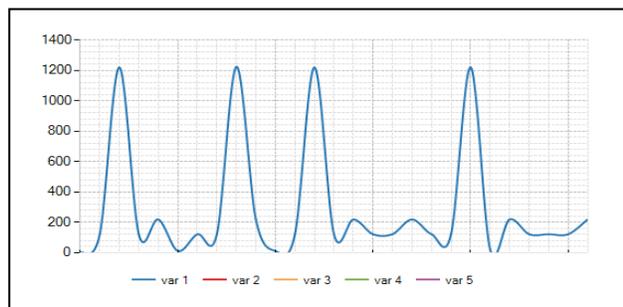
“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030”

24 SEPTEMBER 2017

| ANOVA Table | | | | | |
|---------------------------|----------------|----|-------------|-------------|------|
| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups (Combined) | 9926,406 | 19 | 522,442 | 5331045,123 | ,000 |
| Linearity | 9917,733 | 1 | 9917,733 | 101201358,6 | ,000 |
| Deviation from Linearity | 8,673 | 18 | ,482 | 4916,597 | ,011 |
| Within Groups | ,000 | 1 | ,000 | | |
| Total | 9926,406 | 20 | | | |

Dari hasil analisis regresi yang dilakukan, didapatkan nilai *R square* sebesar 0,999 dan hasil tes ANOVA pada kolom *Sig.* baris *Linearity* menunjukkan angka 0,000 yang berarti lebih kecil dari 0,005 yang berarti nilai yang dihasilkan oleh kapasitansi meter standar dengan kapasitansi meter desain I bersifat linier. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitansi meter berbasis *arduino board* desain I valid dan dapat digunakan dengan tingkat ketelitian 97,50 % dan range pengukuran dari 0,0033 μF hingga 100 μF seperti ditunjukkan pada tabel 2 di atas.

Untuk mengetahui grafik pengisian dan pengosongan pada desain I, peneliti menggunakan *software* tambahan yang bernama *serial lab*, dimana pada grafik yang ditampilkan peneliti mengambil salah satu



sampel dari kapasitor yang diukur, dalam hal ini peneliti gunakan kapasitor 0,12 μF .

Gambar 8. Grafik proses pengisian dan pengosongan desain I

2. Desain II

Hasil pengukuran kapasitansi beberapa kapasitor oleh desain II dapat dilihat pada tabel di bawah

Tabel 5. Hasil pengukuran desain II

| No | Nilai Pada Label | Kapasitansi Meter Standar (μF) | Kapasitansi Meter Desain I | Tingkat Ketelitian (%) |
|----|------------------|---|----------------------------|------------------------|
| 1 | 0,000004 | 0,0000082 | Not in Range | |
| 2 | 0,000015 | 0,0000158 | 0,000012 | 100,00 |
| 3 | 0,000022 | 0,0000222 | 0,000023 | 96,52 |
| 4 | 0,000033 | 0,0000342 | 0,000029 | 100,00 |
| 5 | 0,000047 | 0,0000481 | 0,000052 | 92,50 |
| 6 | 0,000068 | 0,0000713 | 0,00007 | 100,00 |
| 7 | 0,0001 | 0,0001012 | 0,00011 | 92,00 |
| 8 | 0,000100 | 0,0001096 | 0,000116 | 94,48 |
| 9 | 0,00028 | 0,000277 | 0,000277 | 100,00 |
| 10 | 0,00047 | 0,000414 | 0,000439 | 94,31 |
| 11 | 0,000500 | 0,000496 | 0,000508 | 97,64 |
| 12 | 0,0015 | 0,00142 | 0,00146 | 97,26 |
| 13 | 0,002 | 0,002 | 0,002043 | 97,90 |
| 14 | 0,0022 | 0,00219 | 0,00262 | 83,59 |
| 15 | 0,0022 | 0,00222 | 0,00225 | 98,67 |
| 16 | 0,0027 | 0,00284 | 0,00287 | 98,95 |
| 17 | 0,0033 | 0,00338 | 0,00348 | 97,13 |
| 18 | 0,0047 | 0,00408 | 0,00454 | 89,87 |
| 19 | 0,0053 | 0,0053 | 0,00531 | 99,81 |
| 20 | 0,0068 | 0,00702 | 0,00724 | 96,96 |
| 21 | 0,0082 | 0,00826 | 0,00858 | 96,27 |
| 22 | 0,010 | 0,01011 | 0,01031 | 98,06 |
| 23 | 0,022 | 0,024 | 0,025 | 96,00 |
| 24 | 0,027 | 0,0256 | 0,0265 | 96,60 |
| 25 | 0,1 | 0,0994 | 0,1027 | 96,79 |
| 26 | 0,1 | 0,0994 | 0,1056 | 94,13 |
| 27 | 0,12 | 0,1212 | 0,1252 | 96,81 |
| 28 | 0,22 | 0,212 | 0,2199 | 96,41 |
| 29 | 1 | 1,021 | 1,090 | 93,67 |
| 30 | 2,2 | 2,11 | 2,168 | 97,32 |
| 31 | 3,3 | 3,2 | 3,451 | 92,73 |
| 32 | 4,7 | 4,69 | 4,822 | 97,26 |
| 33 | 10 | 11,14 | 13,511 | 82,45 |
| 34 | 22 | 21,24 | 15,153 | 100,00 |
| 35 | 33 | 34,9 | 36,553 | 95,48 |
| 36 | 47 | 48 | 49,868 | 96,25 |
| 37 | 100 | 87,9 | 91,575 | 95,99 |
| 38 | 220 | 195 | 224,313 | 86,93 |
| 39 | 470 | 447 | 485,683 | 92,04 |
| 40 | 1000 | 826 | 935,983 | 88,25 |
| 41 | 2200 | 2300 | 2389,243 | 96,26 |

| | (μF) | (μF) | (μF) | |
|----|-------------------|-------------------|-------------------|--------|
| 1 | 0,000004 | 0,0000082 | Not in Range | |
| 2 | 0,000015 | 0,0000158 | 0,000012 | 100,00 |
| 3 | 0,000022 | 0,0000222 | 0,000023 | 96,52 |
| 4 | 0,000033 | 0,0000342 | 0,000029 | 100,00 |
| 5 | 0,000047 | 0,0000481 | 0,000052 | 92,50 |
| 6 | 0,000068 | 0,0000713 | 0,00007 | 100,00 |
| 7 | 0,0001 | 0,0001012 | 0,00011 | 92,00 |
| 8 | 0,000100 | 0,0001096 | 0,000116 | 94,48 |
| 9 | 0,00028 | 0,000277 | 0,000277 | 100,00 |
| 10 | 0,00047 | 0,000414 | 0,000439 | 94,31 |
| 11 | 0,000500 | 0,000496 | 0,000508 | 97,64 |
| 12 | 0,0015 | 0,00142 | 0,00146 | 97,26 |
| 13 | 0,002 | 0,002 | 0,002043 | 97,90 |
| 14 | 0,0022 | 0,00219 | 0,00262 | 83,59 |
| 15 | 0,0022 | 0,00222 | 0,00225 | 98,67 |
| 16 | 0,0027 | 0,00284 | 0,00287 | 98,95 |
| 17 | 0,0033 | 0,00338 | 0,00348 | 97,13 |
| 18 | 0,0047 | 0,00408 | 0,00454 | 89,87 |
| 19 | 0,0053 | 0,0053 | 0,00531 | 99,81 |
| 20 | 0,0068 | 0,00702 | 0,00724 | 96,96 |
| 21 | 0,0082 | 0,00826 | 0,00858 | 96,27 |
| 22 | 0,010 | 0,01011 | 0,01031 | 98,06 |
| 23 | 0,022 | 0,024 | 0,025 | 96,00 |
| 24 | 0,027 | 0,0256 | 0,0265 | 96,60 |
| 25 | 0,1 | 0,0994 | 0,1027 | 96,79 |
| 26 | 0,1 | 0,0994 | 0,1056 | 94,13 |
| 27 | 0,12 | 0,1212 | 0,1252 | 96,81 |
| 28 | 0,22 | 0,212 | 0,2199 | 96,41 |
| 29 | 1 | 1,021 | 1,090 | 93,67 |
| 30 | 2,2 | 2,11 | 2,168 | 97,32 |
| 31 | 3,3 | 3,2 | 3,451 | 92,73 |
| 32 | 4,7 | 4,69 | 4,822 | 97,26 |
| 33 | 10 | 11,14 | 13,511 | 82,45 |
| 34 | 22 | 21,24 | 15,153 | 100,00 |
| 35 | 33 | 34,9 | 36,553 | 95,48 |
| 36 | 47 | 48 | 49,868 | 96,25 |
| 37 | 100 | 87,9 | 91,575 | 95,99 |
| 38 | 220 | 195 | 224,313 | 86,93 |
| 39 | 470 | 447 | 485,683 | 92,04 |
| 40 | 1000 | 826 | 935,983 | 88,25 |
| 41 | 2200 | 2300 | 2389,243 | 96,26 |

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

| | | | | |
|--------------------|------|------|--------------|-------|
| 42 | 4700 | 4200 | Not in Range | |
| Tingkat Ketelitian | | | | 95,33 |

Untuk hasil analisis linier regresi dan tes ANOVA menggunakan SPSS 22 dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 6. Hasil tes ANOVA

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---------------------------|----------------|----|-------------|-------------|------|
| Between Groups (Combined) | 6430984,965 | 38 | 169236,446 | 4,025E+10 | ,000 |
| Linearity | 6425029,673 | 1 | 6425029,673 | 1,528E+12 | ,000 |
| Deviation from Linearity | 5955,292 | 37 | 160,954 | 38276776,34 | ,000 |
| Within Groups | ,000 | 1 | ,000 | | |
| Total | 6430984,965 | 39 | | | |

Tabel 7. Hasil analisis regresi

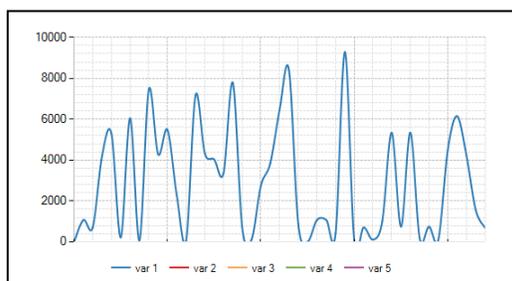
| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|--------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1 | 1,000 ^a | ,999 | ,999 | 12,5187146751 |

a. Predictors: (Constant), Kapasitansi Meter Standar

b. Dependent Variable: Kapasitansi Meter Desain II

Dari tabel di atas, nilai *Sig.* untuk baris *linearity* menunjukkan nilai 0,000 yang lebih kecil dari pada 0,005 yang berarti data yang dianalisis bersifat linier. Selanjutnya diperkuat dengan nilai linier regresi yang ditunjukkan oleh nilai *R square* pada tabel hasil analisis regresi, yang menunjukkan nilai 0,999. Dengan demikian kapasitansi meter berbasis *arduino board* desain II ini valid dan bisa digunakan dengan tingkat ketelitian 95,33 % dan rentang pengukuran mulai 15 pF hingga 2200 μ F sesuai yang tercantum pada tabel 5.

Seperti pada desain I, untuk mengetahui grafik proses pengisian dan pengosongan, peneliti menggunakan *software serial lab* untuk menampilkannya, dimana grafik yang akan ditampilkan kali ini, merupakan grafik



pengisian dan pengosongan kapasitor dengan nilai 1 μ F.

Gambar 9. Grafik proses pengisian dan pengosongan desain II

3. Desain III

Hasil pengukuran kapasitansi dari beberapa kapasitor untuk desain III dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 8. Hasil pengukuran desain III

| No | Nilai Pada Label (μ F) | Kapasitansi Meter Standar (μ F) | Kapasitansi Meter Desain I (μ F) | Tingkat Ketelitian (%) |
|----|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| 1 | 0,000500 | 0,000496 | Not in Range | |
| 2 | 0,0015 | 0,00142 | 0,00182 | 78,02 |
| 3 | 0,002 | 0,002 | 0,00182 | 100,00 |
| 4 | 0,0022 | 0,00219 | 0,00273 | 80,22 |
| 5 | 0,0022 | 0,00222 | 0,00273 | 81,32 |
| 6 | 0,0027 | 0,00284 | 0,00273 | 100,00 |
| 7 | 0,0033 | 0,00338 | 0,00364 | 92,86 |
| 8 | 0,0047 | 0,00408 | 0,00455 | 89,67 |
| 9 | 0,0053 | 0,0053 | 0,00545 | 97,25 |
| 10 | 0,0068 | 0,00702 | 0,00727 | 96,56 |
| 11 | 0,0082 | 0,00826 | 0,00818 | 100,00 |
| 12 | 0,010 | 0,01011 | 0,010 | 100,00 |
| 13 | 0,022 | 0,024 | 0,0245 | 97,96 |
| 14 | 0,027 | 0,0256 | 0,0272 | 94,12 |
| 15 | 0,1 | 0,0994 | 0,1036 | 95,95 |
| 16 | 0,1 | 0,0994 | 0,09909 | 100,00 |
| 17 | 0,12 | 0,1212 | 0,1254 | 96,65 |
| 18 | 0,22 | 0,212 | 0,2263 | 93,68 |
| 19 | 1 | 1,021 | 1,224 | 83,42 |
| 20 | 2,2 | 2,11 | 2,362 | 89,33 |
| 21 | 3,3 | 3,2 | 3,7 | 86,49 |
| 22 | 4,7 | 4,69 | 5,037 | 93,11 |
| 23 | 10 | 11,14 | 12,636 | 88,16 |
| 24 | 22 | 21,24 | 24,909 | 85,27 |
| 25 | 33 | 34,9 | 36,364 | 95,97 |
| 26 | 47 | 48 | 49,182 | 97,60 |
| 27 | 100 | 87,9 | 90,818 | 96,79 |
| 28 | 220 | 195 | 226,091 | 86,25 |

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

| | | | | |
|--------------------|------|------|--------------|-------|
| 29 | 470 | 447 | 471,909 | 94,72 |
| 30 | 1000 | 826 | 874,364 | 94,47 |
| 31 | 2200 | 2300 | Not in Range | |
| Tingkat Ketelitian | | | | 92,61 |

Untuk hasil analisis linier regresi dan tes ANOVA menggunakan SPSS 22 dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 9. Hasil tes ANOVA

| ANOVA Table | | | | | | |
|----------------|--------------------------|----------------|----|-------------|-------------|------|
| | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | (Combined) | 939511,695 | 27 | 34796,729 | 3421490498 | ,000 |
| | Linearity | 939124,205 | 1 | 939124,205 | 9,234E+10 | ,000 |
| | Deviation from Linearity | 387,490 | 26 | 14,903 | 1465427,116 | ,001 |
| Within Groups | | ,000 | 1 | ,000 | | |
| Total | | 939511,695 | 28 | | | |

Tabel 10. Hasil analisis regresi

| Model Summary ^b | | | | |
|----------------------------|--------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| Model | R | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
| 1 | 1,000 ^a | 1,000 | 1,000 | 3,78833567 |

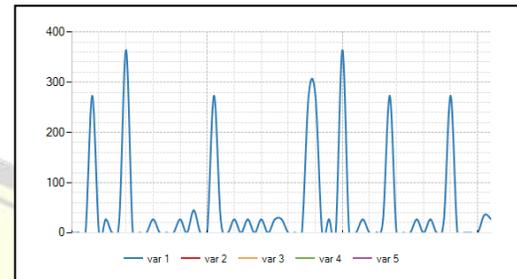
a. Predictors: (Constant), Kapasitansi Meter Standar

b. Dependent Variable: Kapasitansi Meter Desain III

Dari kedua tabel diatas, diketahui nilai yang diperoleh dari pengukuran menggunakan kapasitansi meter berbasis *arduino board* desain III bersifat linier. Hal ini ditunjukkan dari nilai *Sig.* Sebesar 0,000 yang lebih kecil dari 0,005 dan nilai *R square* yang bernilai 1. Dengan demikian kapasitansi meter berbasis *arduino board* desain III menggunakan rangkaian *monostable* ini valid dan bisa digunakan pada rentang 1,5 nF hingga 1000 μ F dengan tingkat ketelitian sebesar 92,61 %.

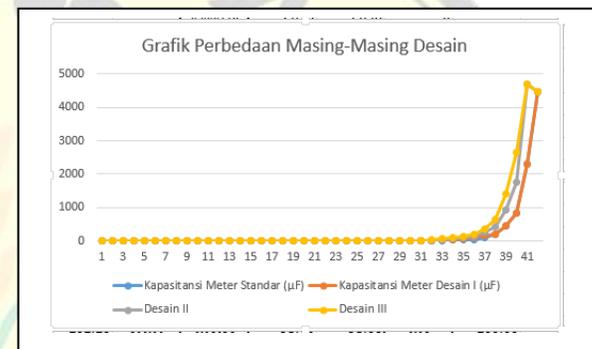
Sama halnya dengan desain-desain sebelumnya, untuk mengetahui grafik proses pengisian dan pengosongan yang terjadi pada desain III ini digunakan *software* tambahan yakni *serial lab*. Hasil grafik proses pengisian dan pengosongan yang diambil dari satu nilai kapasitor yakni 2,7 nF adalah sebagai berikut.

Gambar 10. Grafik proses pengisian dan pengosongan desain III



Dari ketiga desain tersebut, jika dibuatkan grafik perbedaan dari masing-masing desain terhadap kapasitansi meter standar, akan terlihat seperti berikut ini

Gambar 11. Grafik perbedaan berbagai desain



Dari grafik di atas, garis yang paling dekat berhimpit dengan garis kapasitansi meter standar adalah garis kapasitansi meter desain I, yang menunjukkan memiliki ketelitian paling besar dari yang lainnya.

KESIMPULAN

Simpulan

Penelitian tentang rancang bangun kapasitansi meter berbasis *arduino board* menggunakan rangkaian *RC*, *komparator* dan *monostable* ini menghasilkan tiga jenis kapasitansi meter yang memiliki tingkat ketelitian dan rentang pengukuran yang berbeda-beda. Hasil pengujian ketiga alat tersebut menunjukkan bahwasannya desain I memiliki tingkat ketelitian tertinggi dengan presentase sebesar 97,50 %, sedangkan untuk rentang pengukuran terbesar pada desain II yang dapat mengukur kapasitansi dari nilai 15 pF hingga 2200 μ F.

SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN FISIKA 2017

“Peran Pendidikan, Sains, dan Teknologi untuk Mengembangkan Budaya Ilmiah dan Inovasi terbaru dalam mendukung Sustainable Development Goals (SDGs) 2030“

24 SEPTEMBER 2017

Saran

Setelah melakukan penelitian terkait dengan rancang bangun kapasitansi meter berbasis *arduino board* menggunakan rangkaian *RC*, *komparator* dan *monostable*, saran untuk penelitian selanjutnya yang sejenis untuk mengembangkan alat ukur yang lebih memiliki rentang dan tingkat ketelitian yang besar dan menerapkan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya sebagai alat ukur praktikum di sekolah-sekolah.

DAFTAR PUSTAKA

- D'Ausilio, A. 2011. Arduino : A Low-Cost Multipurpose Lab Equipment. *Behavior Research Methods, Instrument, & Computers*. 44:305-313
- Hamid, A. 2016. Aplikasi Kapsitansi Meter Menggunakan Arduino Uno untuk Uji Tingkat Kematangan Buah Tomat. Jember : Universitas Jember
- Srividya, P., D. V. Pusphalatha, and P.M. Sharma. 2013. Measurement of Power and Energy Using Arduino. *Research Journal of Engineering Sciences*. 2(10) : 10-15
- Tuwaidan, Y. A. 2015. Rancang Bangun Alat Ukur Desibel (dB) Meter Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3. *E-Journal Teknik Elektro dan Komputer*, ISSN : 2301-8402