

Rancang Bangun Alat Ukur LCR Meter Berbasis Arduino Uno

Dzaky Hilmy Asfe¹, Marzuarman², Syaiful Amri³

Politeknik Negeri Bengkalis^{1,2,3}

dzakyhilmyasfe@gmail.com¹, marzuarman@polbeng.ac.id², syaifulamri@polbeng.ac.id³

Abstract

In the learning process of electronics practicum, in the D3 study program in Electronic Engineering and D4 Electrical Engineering in Bengkalis State Polytechnic, many components of resistors, inductors and capacitors are used. These components are passive electronic components which when electrified can only change the amount of current in the circuit but do not change the function of the circuit. The resistor functions to inhibit and regulate the electric current in an electronic circuit with the resistance unit is ohms (Ω), capacitors can store electrical charges in time while the capacitance unit is farad, the inductor consists of an arrangement of winding wires that form a coil. The inductor will cause a magnetic field when electrified. The inductance unit at the inductor is henry (H). Practicum laboratory in Bengkalis State Polytechnic electronics building, has various measuring instruments, such as: Multimeter, Watt Meter, and Cos Phi Meter. However, there are no measuring devices that can measure the value of inductance. Even though it is really needed a tool that is able to measure values that are close to the original value at the time of practicum, especially the value of inductance. The percentage of measuring error designed to build for resistance sensors has an effective measuring distance of 27.5 - 4630 ohms with an accuracy of 5.57%, for capacitance sensors having an effective measuring distance of 0.059 - 2200 μ F with an accuracy of 7.87%, and for inductance sensor has an effective measuring distance above 0.35 mH with an accuracy of 5.14%.

Keywords : LCR Meter, Resistor, Capacitor, Inductor, Passive component

1. PENDAHULUAN

Dalam proses pembelajaran praktikum elektronika, pada program studi D3 Teknik Elektronika dan D4 Teknik Listrik di Politeknik Negeri Bengkalis, banyak digunakan komponen resistor, induktor dan kapasitor. Komponen-komponen ini merupakan komponen elektronika pasif yang ketika dialiri arus listrik hanya mampu merubah besaran arus pada sirkuit tetapi tidak merubah fungsi dari sirkuit. Resistor berfungsi untuk menghambat dan mengatur arus listrik dalam suatu rangkaian Elektronika dengan satuan resistansinya adalah ohm (Ω), kapasitor dapat menyimpan muatan listrik dalam waktu sementara dengan satuan kapasitansinya adalah farad, induktor terdiri dari susunan lilitan kawat yang membentuk sebuah kumparan. Induktor akan menimbulkan medan magnet saat dialiri arus listrik. Satuan Induktansi pada Induktor adalah henry (H).

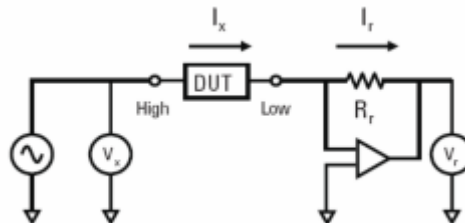
Laboratorium praktikum pada gedung elektronika Politeknik Negeri Bengkalis, memiliki berbagai alat ukur, seperti : Multimeter, Watt Meter, dan Cos Phi Meter. Namun, belum ada alat ukur yang bisa mengukur nilai induktansi. Padahal sangat diperlukan alat yang mampu mengukur nilai yang mendekati nilai aslinya pada saat praktikum, terutama nilai induktansi. Menyadari akan hal ini, peneliti berinisiatif membuat alat ukur LCR berbasis arduino, yang mampu mengukur nilai induktansi, nilai kapasitansi, dan nilai resistansi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengukuran LCR Berbasis Arduino Dengan Microchip AD5933

Pada penelitian terdahulu terdapat penelitian yang membuat alat ukur LCR berbasis

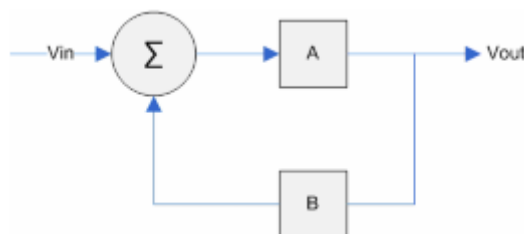
arduino dengan menggunakan *microchip* AD5933. *Microchip* AD5933 menggunakan metode jembatan penyeimbang seperti dapat dilihat pada Gambar 1, dimana arus yang mengalir ke DUT juga mengalir ke resistor R_r . Alat diuji dengan mengukur kapasitor bernilai tinggi dan induktor bernilai rendah. Kapasitor tantalum bernilai 1mF berhasil diukur dengan eksitasi frekuensi 10Hz hingga 100Hz. Pengukuran induktor bernilai rendah terbatas karena AD5933 memiliki eksitasi *output* frekuensi maksimal yaitu 100kHz. Alat yang dibuat dapat mengukur kapasitor bernilai besar, induktansi dan resistor bernilai kecil dengan tingkat akurasi 10% (Djermanova, 2014).



Gambar 1. Metode Jembatan Penyeimbang Otomatis (Djermanova, 2014)

Pengukuran LC Berbasis PC

Pada penelitian terdahulu terdapat penelitian yang membuat alat ukur L-C meter berbasis PC. Alat yang dirancang menggunakan osilator yang berupa rangkaian umpan balik yang dapat dilihat pada Gambar 2. Jenis osilator yang digunakan adalah osilator Astable IC 555 untuk mengukur kapasitor dan osilator collpits untuk mengukur induktor. Penelitian dilakukan dengan mengambil hasil pengukuran setiap 185 ms sebanyak 10 kali pada komponen kapasitor bernilai 47 nF dan induktor bernilai 180 uH. Tingkat akurasi pengukuran alat ukur yang telah dibuat adalah 11,05% untuk nilai kapasitansi 47 nF dan 3,611% untuk nilai induktansi 180 uH. Serta data hasil pengukurannya dapat disimpan di PC menggunakan *software* Borland Delphi (Marpaung, 2007).



Gambar 2. Rangkain Umpan Balik (Marpaung, 2007)

Alat Ukur LCR

Alat ukur LCR adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur induktansi (L), kapasitansi(C), dan resistansi(R). Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan mengukur impedansi, impedansi diukur secara internal dan dikonversikan ke layar penampil pengukuran yang dikonversikan ke kapasitansi atau nilai induktansi yang sesuai. Pembacaan akan cukup akurat jika kapasitor atau induktor perangkat yang diuji tidak memiliki impedansi komponen resistif yang signifikan.



Gambar 3. Alat Ukur LCR

Arduino Uno

Arduino adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip microcontroller* dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel. Fungsi arduino didalam perancangan alat ukur LCR adalah sebagai *controller* dan *processor* yang berperan penting dalam menghitung hasil pengukuran komponen.

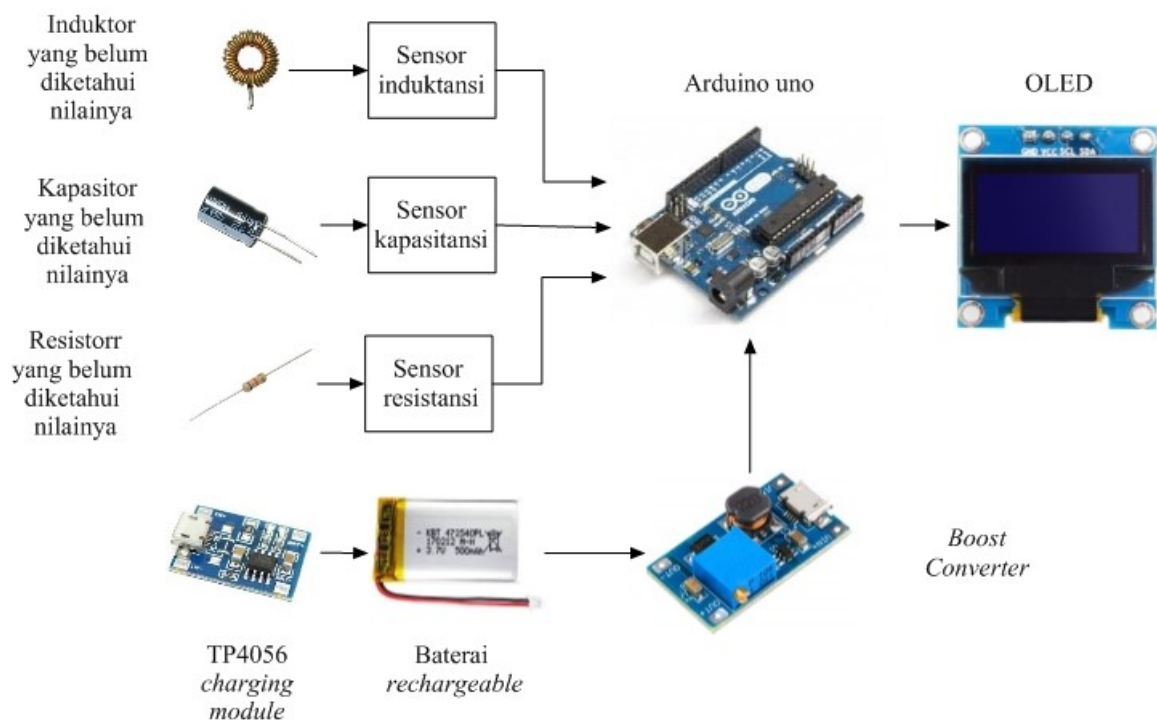


Gambar 4. Bentuk Fisik Arduino Uno

3. METODE PENELITIAN

Perancangan Sistem

Perancangan sistem dalam penelitian ini meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan (*software*). Perangkat keras yang dimaksud adalah perangkat yang dibutuhkan dalam pembuatan alat ukur LCR berbasis arduino. Setiap perangkat tersebut mempunyai fungsi masing-masing. Blok diagram perancangan *hardware* alat ukur LCR berbasis arduino dapat dilihat pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Blok Diagram Perancangan *Hardware*

Sensor induktansi berfungsi sebagai pembaca nilai induktansi komponen pengukuran, sensor kapasitansi berfungsi membaca nilai kapasitor, sensor resistansi berfungsi sebagai pembaca nilai resistor, Arduino berfungsi sebagai pemroses data sensor dan menampilkan nilai LCR pada tampilan OLED.

Perancangan Sensor LCR

Pada penelitian ini sensor LCR dirancang masing-masing secara terpisah, sensor resistansi dibuat menggunakan kombinasi sensor tegangan dan arus, sensor kapasitansi dibuat dengan memparalelkan resistor 10 K Ω dan 220 Ω pada pin A0 arduino. Sedangkan pada sensor induktansi dibuat rangkaian tambahan berupa rangkaian penghasil frekuensi menggunakan sensor LM324. Adapun perancangan sensor LCR adalah sebagai berikut:

1. Perancangan Sensor Induktansi

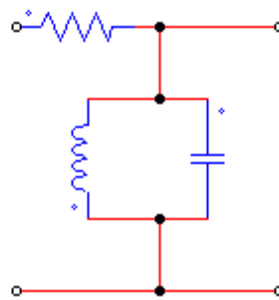
Untuk mengukur nilai induktansi pada alat ukur LCR akan menggunakan rangkaian resonansi, yaitu rangkaian kapasitor dan induktor yang diparalelkan lalu diseriikan dengan resistor. Rangkaian ini akan menghasilkan getaran frekuensi, getaran frekuensi ini memiliki persamaan, yaitu:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

Dimana f adalah nilai getaran frekuensi (Hz), L adalah nilai Induktansi (Henry), dan C adalah nilai kapasitansi (Farad). Berdasarkan persamaan diatas maka didapatkanlah persamaan untuk mencari nilai L , yaitu:

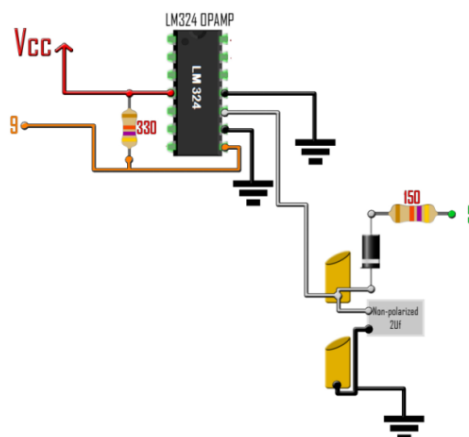
$$L = \frac{1}{4\pi^2 f^2 C} \quad (2)$$

Adapun rangkaian mencari nilai induktansi ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Menghitung Nilai Induktansi

Rangkaian pada Gambar 6 membutuhkan penghasil frekuensi untuk dapat mengoperasikannya. Frekuensi digital dihasilkan dari IC OP AMP LM324, setelah nilai frekuensi yang diberikan didapatkan nilainya dan nilai kapasitansi diketahui nilainya maka nilai induktansi dapat dihitung melalui Persamaan 2. Adapun gambar rangkaian pembangkit frekuensi digital ditunjukkan pada Gambar 7.



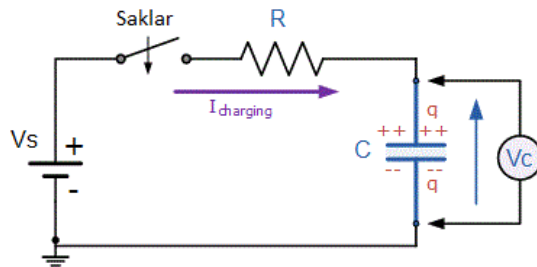
Gambar 7. Rangkaian Pembangkit Frekuensi Digital

2. Perancangan Sensor Kapasitansi

Untuk mendapatkan nilai waktu konstanta, pada penelitian ini menggunakan analog *input* Arduino Uno untuk mengukur *output* tegangan dari kapasitor yang akan diukur, ketika proses mengisi kapasitor, maka *timer* pada arduino akan menghitung waktu dalam satuan mikro detik. Arduino Uno menggunakan 10 bits ADC, sehingga tegangan 5V akan diubah menjadi 1024, sedangkan 0V akan diubah menjadi 0. *Timer* akan berhenti ketika *input* ADC arduino telah mencapai 63.2% dari 1024, yaitu 648, sehingga didapatkanlah nilai waktu konstanta. Dengan menggunakan resistor yang telah diketahui nilainya. Adapun persamaan untuk menentukan nilai C ditunjukkan pada Persamaan 3 dan gambar rangkaian untuk menentukan nilai C ditunjukkan pada Gambar 8.

$$C = \frac{TC}{R} \quad (3)$$

Dimana C merupakan nilai kapasitor (Farad), TC adalah *Time Constant* (Detik), dan R adalah nilai tahanan yang digunakan pada rangkaian (Ω).



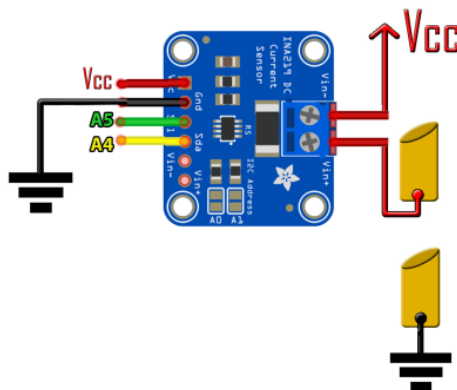
Gambar 8. Rangkaian Sensor Kapasitansi

3. Perancangan Sensor Resistansi

Untuk mengukur resistansi pada penelitian ini menggunakan prinsip hukum Ohm, dimana tegangan dan arus yang dibaca menggunakan sensor arus dan tegangan INA219. Tegangan yang digunakan adalah tegangan yang bersumber dari arduino sebesar +5 V, dan nilai arus bergantung nilai R yang digunakan. Arus akan terbaca menggunakan sensor arus sehingga didapatkan persamaan hukum ohm yaitu:

$$R = \frac{V}{I} \quad (4)$$

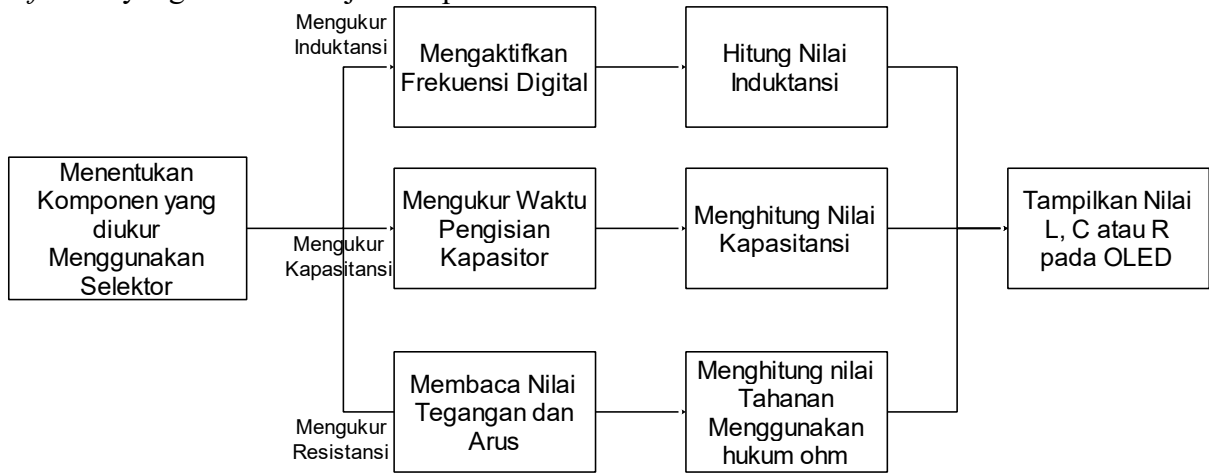
Dimana R adalah nilai tahanan yang akan dicari (Ω), V adalah nilai tegangan yang terbaca sensor (Volt), dan I adalah nilai arus yang terbaca oleh sensor (Ampere). Adapun rangkaian sensor INA219 untuk membaca nilai resistansi ditunjukkan pada Gambar 9. Dimana pin berwarna kuning dihubungkan ke resistor yang akan diukur, dan V_{CC} terhubung ke +5 V arduino, pin GND terhubung ke pin GND arduino, dan pin output tegangan dan arus terhubung ke pin A4 dan A5 Arduino.



Gambar 9. Skema Rangkaian Sensor INA219 Untuk Membaca Resistansi

Perancangan Software

Software yang digunakan untuk memprogram Arduino Uno adalah Arduino IDE. Dalam program arduino yang dirancang terdapat beberapa proses yang harus dikerjakan yaitu menentukan jenis komponen yang akan diukur, membaca hasil perhitungan sensor, mengkonversi dalam bentuk hasil induktansi, kapasitansi, ataupun resistansi, kemudian tahapan yang terakhir menampilkan nilai komponen yang dibaca. Adapun blok diagram perancangan *software* yang dibuat ditunjukkan pada Gambar 10.



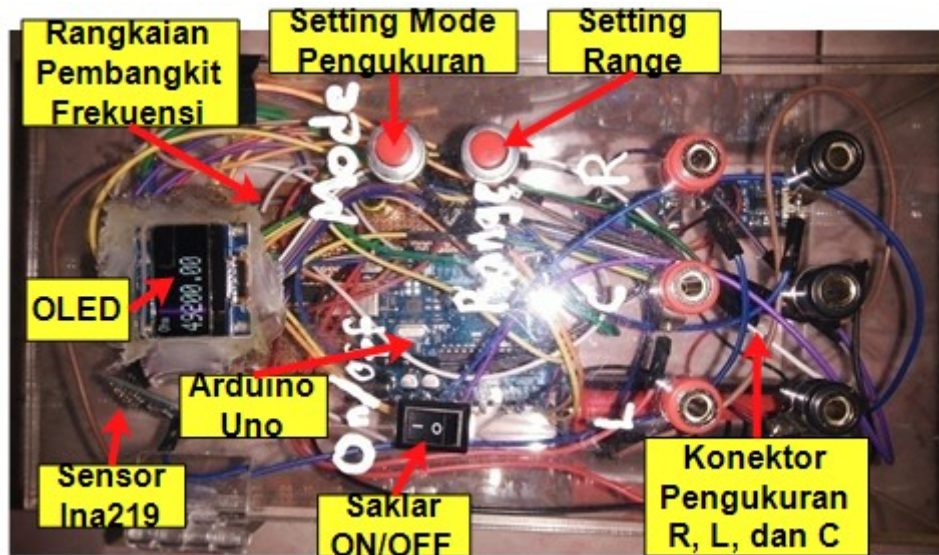
Gambar 10. Blok Diagram Perancangan *Software*

Berdasarkan Gambar 10 dijelaskan bahwa proses yang dilakukan *software* pertama kali adalah menentukan jenis komponen yang diukur menggunakan selektor yang menggunakan *pushbutton*. Setelah menentukan komponen selanjutnya memerintahkan program sesuai dengan jenis komponen yang diukur. Untuk komponen induktor akan memerintahkan program untuk mengaktifkan frekuensi dan membaca nilai induktansi menggunakan Persamaan 2, kemudian menampilkan hasil pengukuran pada OLED. Pada komponen kapasitor akan memerintahkan program untuk membaca waktu pengisian kapasitor dan membaca nilai kapasitansi menggunakan Persamaan 3, kemudian menampilkan hasil pengukuran pada OLED. Sedangkan pada komponen resistor, program akan membaca tegangan dan arus, kemudian menghitung nilai tahanan menggunakan hukum Ohm berdasarkan Persamaan 4, dan menampilkan nilai tahanan pada OLED.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa tahap dan hasil percobaan yang didapatkan diantaranya adalah hasil perancangan alat, hasil pengujian resistansi, hasil pengujian kapasitansi, dan terakhir adalah hasil pengujian induktansi. Adapun hasil perancangan LCR meter ditunjukkan pada Gambar 11.

Berdasarkan Gambar 11 menunjukkan LCR meter dirancang menggunakan akrilik dengan tebal 2 mm membentuk *box* berukuran 25 x 15 x 10 meter. Pada sisi luar *box* terdapat beberapa fitur pendukung seperti: kontak *ON/OFF* untuk menyalakan dan mematikan LCR meter, konektor L, C dan R untuk soket penghubung komponen resistor, induktor, dan kapasitor. Tombol *mode* berfungsi sebagai pengatur *mode* yang akan dipilih yaitu R, L atau C. Tombol *Setting Range* berfungsi mengatur *range* pengukuran pada kapasitor. OLED berfungsi sebagai *display* hasil pengukuran. Selain itu LCR meter yang dirancang sudah dilengkapi Arduino Uno, rangkaian penghasil frekuensi, dan sensor INA219.



Gambar 11. Hasil Perancangan LCR Meter

Pengujian Pengukuran Resistansi

Untuk menguji ketelitian dan *range* dari prototipe alat ukur LCR meter yang dibuat maka dilakukan pengukuran terhadap 7 buah resistor yang memiliki nilai yang berbeda-beda. Hasil dari pengukuran alat yang dirancang akan dibandingkan dengan alat ukur LCR meter merk Dekko (DM-1333D), sedangkan untuk mencari *persentase* kesalahan yaitu membandingkan hasil pengukuran alat dengan alat ukur LCR meter Dekko (DM-1333D). Adapun data hasil pengujian resistor ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pengukuran Resistor

Hasil Pengukuran			
No	Alat yang dirancang (Ω)	LCR Meter (Ω)	% error
1	26,496	27,5	3,65
2	94,192	100	5,81
3	151,315	147	2,94
4	691,399	739	6,44
5	917,042	986	6,99
6	919,887	1000	8,01
7	4120,293	4630	11,01

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1 menunjukkan *error* pengukuran terbesar adalah sebesar 11,01% pada resistor dengan nilai 4700Ω dengan nilai terbaca sebesar $4120,293\Omega$, dan nilai yang terbaca oleh alat ukur LCR merk Dekko adalah 4630Ω . Sedangkan hasil pengukuran dengan nilai *error* terkecil adalah sebesar 2,94% pada resistor dengan nilai 147Ω dengan nilai terbaca sebesar $151,315\Omega$, dan nilai yang terbaca oleh alat ukur LCR merk Dekko adalah 147Ω . Berdasarkan hasil pengujian tersebut didapatkan *error* rata-rata sebesar 5,57%.

Pengujian Pengukuran Kapasitansi

Pengujian kapasitansi dilakukan sebanyak 10 kali dengan variasi nilai kapasitor yang berbeda-beda sebanyak 10 jenis nilai yang berbeda. Adapun hasil pengujian pengukuran kapasitor ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Pengukuran Kapasitor

No	Alat yang dirancang (uF)	Hasil Pengukuran		
		LCR Meter (uF)	Nilai label kapasitor (uF)	% error
1	0,06687	0,059	0	13,34
2	5,087	5	4,7	1,74
3	10,406	10,5	10	0,90
4	39,348	36,7	33	7,22
5	54,045	53	47	1,97
6	117,876	96	100	22,79
7	357,263	-	330	8,26
8	520,179	-	470	10,68
9	1087,371	-	1000	8,74
10	2306,427	-	2200	4,84

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 2 menunjukkan *error* pengukuran terbesar adalah sebesar 22,79% pada kapasitor dengan nilai 100 μ F dengan nilai terbaca sebesar 117,876 μ F, dan nilai yang terbaca oleh alat ukur LCR merk Dekko adalah 96 μ F. Sedangkan hasil pengukuran dengan nilai *error* terkecil adalah sebesar 0,90% pada kapasitor dengan nilai 10 μ F, dengan nilai terbaca sebesar 10,406 μ F, dan nilai yang terbaca oleh alat ukur LCR merk Dekko adalah 10,5 μ F. Berdasarkan hasil pengujian tersebut didapatkan *error* rata-rata sebesar 7,87%.

Pengujian Pengukuran Induktansi

Pengujian induktansi dilakukan sebanyak 10 kali dengan variasi nilai induktor yang berbeda-beda sebanyak 2 jenis nilai yang berbeda. Adapun hasil pengujian pengukuran induktor ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pengukuran Induktor

No	Alat yang dirancang (mH)	Hasil Pengukuran	
		LCR Meter (mH)	% error
1	0,368	0,35	5,14
2	0,2754	0,24	14,75

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3 menunjukkan *error* pengukuran 14,75% pada induktor dengan nilai 0,24 mH dengan nilai yang terbaca pada alat yang dirancang sebesar 0,2754 mH. Sedangkan pada induktor 0,35 mH menghasilkan *error* pengukuran sebesar 5,14%, dengan nilai yang terbaca pada alat yang dirancang sebesar 0,368 mH. . Berdasarkan hasil pengujian tersebut didapatkan *error* rata-rata sebesar 9,95%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada alat ukur LCR meter berbasis arduino uno, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Nilai rata-rata *error* yang didapatkan pada pengujian resistansi yaitu 5,57%, pengujian kapasitansi yaitu 7,87%, dan pengujian induktansi yaitu 9,95%.
2. Untuk pengukuran resistansi memiliki *range* pengukuran efektif dari 27,5 – 4630 Ω , untuk pengukuran kapasitansi memiliki *range* pengukuran efektif dari 0,059 – 2200 μF , dan untuk pengukuran induktansi memiliki *range* pengukuran efektif diatas 0,35 mH.

Saran yang diberikan untuk penelitian ini agar dapat dikembangkan dari segi teknologi adalah Sensor resistansi pada penelitian ini tidak dapat mengukur resistor yang bernilai besar, sehingga sebagai pengembangan selanjutnya diharapkan ada modifikasi untuk sensor resistansi agar bisa membaca resistor yang bernilai besar. Kemudian untuk sensor induktansi pada penelitian ini tidak dapat mengukur induktor yang bernilai kecil, sehingga sebagai pengembangan selanjutnya diharapkan ada modifikasi untuk sensor induktansi agar bisa membaca induktor yang bernilai kecil.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Djermanova, N.J., Kiss'ovski, J.G., dan Vatchkov, V.A. (2014) Portable Arduino - Based LCR – Meter, *Annual Journal of Electronics*, 170-173.
- Dutt, S. (2015) RC Circuit Delays. Chicago : ECE Department University of Illinois
- Lutfiyana., Hudallah N., dan Suryanto A., (2017) Rancang Bangun Alat Ukur Suhu Tanah, Kelembaban Tanah, dan Resistansi, *Jurnal ElektroI*, 9(2), 80-86.
- Marpaung, P.W., Murti, M.A., dan Ramdhani, M. (2007) Desain dan Implementasi L-C Meter Berbasis PC, 109-112.
- Prabowo E. (2010) Skripsi : Identifikasi Kelayakan Alat Praktek Instalasi Listrik Sub Alat Ukur Avometer Untuk Mendukung Tujuan Kurikulum di SMK 5 Semarang, Universitas Negeri Semarang.
- Rahmanto A. (2017) Skripsi : Analisa Akurasi Pengukuran Resistansi, Kapasitansi, Serta Impedansi Dengan Metode Feedback TK2941A di Laboratorium Listrik Dan Otomasi Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ramdany, H.F.N., dan Winarno H., (2016) Alat Ukur Induktansi Digital Berbasis Atmega 32, *Jurnal Gema Teknologi*, 19(1), 1-5.
- Samosir, A.S., (2016) Implementasi Alat Ukur Kapasitansi Digital (Digital Capacitance Meter) berbasis Mikrokontroler, *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 10(1), 21-26.
- Taufik, M. (2017) Rancang Bangun Alat Ukur Kapasitor dan Induktor Digital, *Jurnal PROtek*, 04(1), 35-40.
- Zulfy A.M. (2017) Skripsi : Rancang Bangun Kapasitansi Meter Berbasis Arduino Board, Universitas Jember.