

ALAT UKUR INDUKTANSI DIGITAL BERBASIS ATMEGA 32

Hanna Fury Nur Ramdany, Heru Winarno
Program Studi Diploma III Teknik Elektro
Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

ABSTRACT

Hanna Fury Nur Ramdany, Heru Winarno in this paper explain that inductors have an important role in the field of electronics. Many values of capacitors and inductors whose values are difficult to translate, namely when capacitors and inductors are of low value and the color of the print is less clear, also considering the human read factor when an analog measuring instrument is used. From these problems, it is designed an inductance measuring instrument (L Meter) whose results can be directly displayed.

The research method used in the manufacture of inductance meter measuring instruments is the literature method and laboratory tests using frequency variables generated or read by the oscillator circuit. The inductance measuring instrument designed in this research is simple and meticulous measuring instrument that can be read and used by everyone. This digital inductance meter can be used to measure inductance - inductance with a level or a range of measurements between $20\mu\text{H}$ – 100mH .

The lower the inductor value measured, the higher the percentage error. So that the tools designed must be able to work well. The average error ratio of an inductance meter with a standard LCR meter is 6.5%.

Keywords: Measuring, Inductor, Microcontroller and LCD Display

PENDAHULUAN

Dengan semakin majunya perkembangan di bidang teknologi elektronika maka kebutuhan akan alat elektronik menjadi semakin meningkat dan ketergantungan manusia terhadap alat elektronik tersebut juga semakin besar. Dalam rangkaian elektronika terdapat bermacam – macam komponen dasar penyusunnya. Seperti resistor, induktor, kapasitor dan lain sebagainya. Sudah banyak alat ukur yang dapat mengukur nilai dari suatu komponen seperti nilai *ohmmeter*, *induktansimeter*, maupun *kapasitansimeter* dan lain-lain.

Biasanya alat ukur ini dibuat dalam suatu instrument yang disebut dengan *RLC meter*. Alat ini merupakan alat yang dapat berbentuk konvensional atau dapat berbentuk digital. Akan tetapi alat ukur

RLC meter yang berbentuk digital harganya relatif sangat mahal.

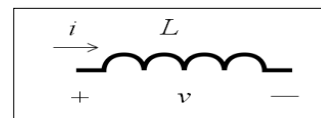
Pengukuran induktansi suatu induktor sangat diperlukan. Hal ini dikarenakan fungsi induktor sebagai komponen dasar elektronika memiliki peranan yang penting. Antara lain diaplikasikan dalam rangkaian elektronika yaitu untuk memilih frekuensi pada radio penerima, meratakan fluktuasi tegangan dan sebagainya. Banyak nilai induktor yang nilainya sulit diterjemahkan yaitu ketika induktor bernilai kecil dan memiliki warna cetak yang kurang jelas. Dari permasalahan yang ada maka dirancang alat ukur induktansi digital yang berbasis mikrokontroler dengan menggunakan *LCD* sebagai tampilannya agar memperoleh nilai induktansi yang lebih spesifik, dimana ketelitian dan range pengukuran dapat direncanakan.

LANDASAN TEORI

Induktor

Benda fisik yang ciri utamanya adalah induktansi disebut induktor. Induktor adalah unsur penyimpanan tenaga dalam bentuk medan magnet dan akan melepaskembali ke rangkaian bila sumber yang mengisinya tidak ada lagi.

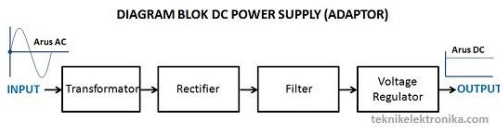
Arus dalam induktor tidak bergantung pada nilai sesaat tegangannya, melainkan pada nilai sejak awal hingga saat tegangan diamati, yaitu integral atau jumlah hasil kali volt-detik untuk seluruh waktu hingga saat diamati. Jika diinginkan untuk mengetahui arus induktor yang mengikuti peristiwa pengalihan yang biasanya terjadi pada sebarang saat.



Gambar 1. Lambang Rangkaian Induktansi

Catu Daya

Arus Listrik yang kita gunakan di rumah, kantor dan pabrik pada umumnya adalah dibangkitkan, dikirim dan didistribusikan ke tempat masing-masing dalam bentuk arus bolak-balik atau arus *AC (Alternating Current)*. Hal ini dikarenakan pembangkitan dan pendistribusian arus listrik melalui bentuk arus bolak-balik *AC* merupakan cara yang paling ekonomis dibandingkan dalam bentuk arus searah atau arus *DC (Direct Current)*.



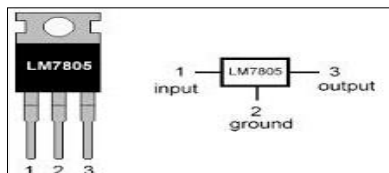
Gambar 2. Diagram Power Supply

Baterai 3.7 V

Baterai yang digunakan merupakan baterai isi ulang (rechargeable) 3.7V 6800 mAh. Baterai ini merupakan baterai Lithium-Ion yang dapat dicharge kembali menggunakan charger dengan tegangan yang sama dengan baterai tersebut. Cara kerja dari baterai dapat menghasilkan energi ini adalah dengan reaksi kimia yang ada di dalam kotak baterai .

Regulator LM 7805

Regulator berfungsi untuk mengatur kestabilan arus yang mengalir ke rangkaian elektronika. Seri LM78XX (dengan XX=05, 06, 08, 10, 12, 15, 18, atau 24) adalah regulator tegangan tiga terminal tipikal. 7805 menghasilkan keluaran +5V, 7806 menghasilkan +6V, 7808 menghasilkan +8V, dan seterusnya sampai 7824 menghasilkan keluaran +24V.

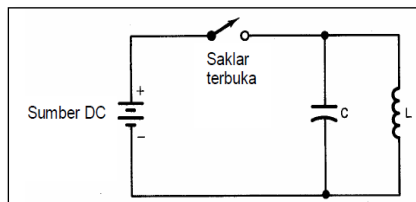


Gambar 3. Susunan Kaki IC Regulator 7805

Osilator

Osilator LC

Osilator relaksasi merespon piranti elektronik dimana akan bekerja pada selang waktu tertentu kemudian mati untuk periode waktu tertentu. Kondisi pengoperasian ini berulang secara mandiri dan kontinu. Osilator ini biasanya merespon proses pemuatan dan pe ngosongan jaringan RC atau RL. Osilator ini biasanya membangkitkan isyarat gelombang kotak atau segitiga. Osilator relaksasi dapat merespon aplikasi frekuensi-rendah dengan sangat baik.



Gambar 4. Rangkaian Dasar Tangki LC

Frekuensi Resonansi

Berdasarkan rumus resonansi paralel pada LC osilator, yaitu:

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

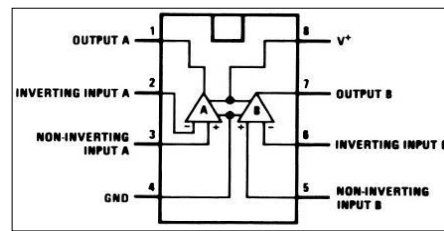
Maka jika ditambahkan sebuah induktor yang tidak diketahui nilainya (L_x) akan terhubung secara paralel terhadap kapasitor maka perhitungan L_x dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$L_x = \frac{1}{C(2\pi f)^2}$$

Dari hasil perumusan resonansi diatas, dapat dipastikan bahwa untuk mendapatkan nilai kapasitor maupun induktor yang ditambahkan, dibutuhkan harga frekuensi f yang didapat dari panjang gelombang T.

Komparator LM393

Rangkaian komparator pada umumnya menggunakan sebuah komponen *Operational Amplifier* (Op-Amp). Adapun komponen yang akan digunakan untuk alat ukur induktansi digital adalah IC tipe LM393. LM393 merupakan tipe IC yang banyak dipakai untuk keperluan seperti penguat audio, instrumentasi dan rangkaian filter karena kemudahan untuk mendapatkannya serta harganya yang terjangkau.



Gambar 5. Konfigurasi Pin ICLM393

Relay

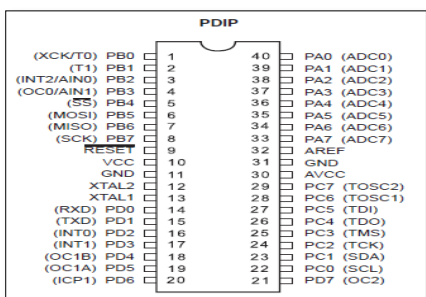
Relai pengendali elektromekanis (*an electromechanical relay = EMR*) adalah saklar magnetis. Relai ini menghubungkan rangkaian beban ON atau OFF dengan pemberian energi elektromagnetis, yang membuka atau menutup kontak pada rangkaian. Untuk menggerakkan *relay*, daya (arus/tegangan) dari mikrokontroler kurang mencukupi sehingga perlu penguat (*driver*).



Gambar 6. Relay

Atmega32

Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip* IC (*Integrated Circuit*) sehingga sering juga disebut *single chip microcomputer*, yang masuk dalam kategori *embedded* komputer. Suatu kontroler digunakan untuk mengontrol suatu proses atau aspek-aspek dari lingkungan.

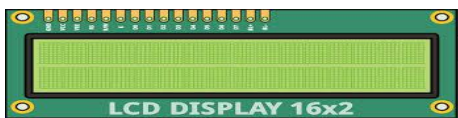


Gambar 7. Konfigurasi Pin Atmega32

CodeVision AVR merupakan sebuah software yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler sekarang ini telah umum. Salah satu compiler program yang umum digunakan sekarang ini adalah CodeVision AVR yang menggunakan bahasa pemrograman C.

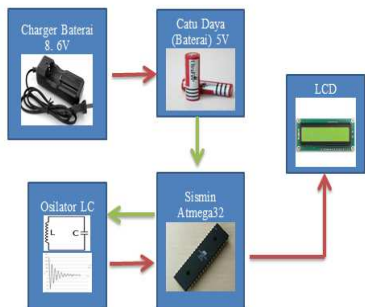
Display LCD 16x2

Display LCD 16x2 berfungsi sebagai penampil karakter yang di input melalui keypad. LCD yang digunakan pada alat ini mempunyai lebar display 2 baris 16 kolom atau biasa disebut sebagai LCD Character 16x2, dengan 16 pin konektor, yang didefinisikan sebagai berikut: (Wardhana, Lingga, 2006)



Gambar 8. Pin-pin Antarmuka LCD

PERANCANGAN ALAT

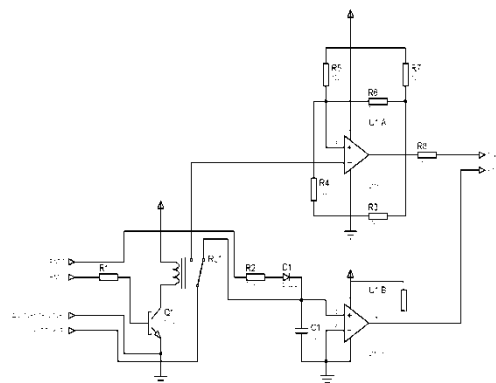


Gambar 9. Blok Diagram Rangkaian Keseluruhan

- a. **Catu Daya Charger 8.6V**
Merupakan rangkaian yang berfungsi untuk mensuplai tegangan pada saat tegangan baterai habis. Catu daya ini terdiri dari trafo, dioda, kapasitor, IC LM317.
- b. **Catu Daya Baterai 8.4 V**
Rangkaian yang berfungsi untuk mensuplai tegangan rangkaian. Tegangan ini didapat dari baterai, IC IM7805 agar tegangan keluaran sesuai dengan tegangan kerjanya.
- c. **Osilator LC**

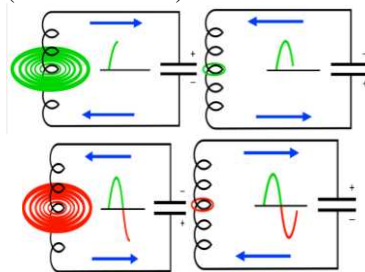
Rangkaian yang berfungsi sebagai pembangkit frekuensi pada saat mengukur nilai induktansi dari suatu induktor dengan proses osilasi.

- d. **Komparator IC LM393**
Rangkaian osilator LC dilengkapi dengan komparator IC IM393 yang berfungsi agar gelombang yang dihasilkan dapat diubah menjadi gelombang kotak.
 - e. **Sismin Atmega 32**
Berfungsi sebagai pengendali yang akan memproses semua *input*, *output*, dan menjalankan sistem secara keseluruhan.
 - f. **LCD Display 16x2**
Berfungsi untuk menampilkan pembacaan hasil dari pengukuran /kalkulasi nilai induktansi yang sedang diukur yang tampilannya berupa angka dan huruf.
- 3.1. Osilator LC

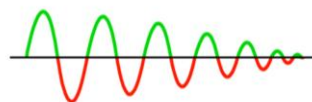


Gambar 10. Rangkaian Osilator LC

Proses atau siklus pergantian pengisian muatan antara induktor yang diukur dengan kapasitor yang dipasang paralel akan menghasilkan keluaran yang berupa gelombang sinyal dan karena arus dan tegangannya perlahan mengecil maka bentuk gelombang juga akan mengecil (osilasi teredam).



Gambar 11.. Proses Osilasi pada Tangki LC



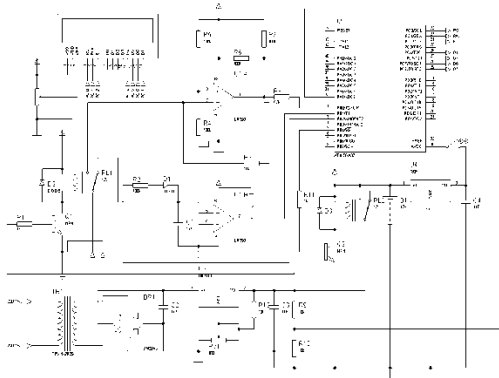
Gambar 12. Gelombang Hasil Osilasi Tangki LC

Merupakan rangkaian *driver relay* yang menggunakan transistor jenis NPN, dengan cara kerjanya apabila kaki basis transistor tersebut mendapat logic 1 (*HIGH*) maka akan mengalir arus dari emitor ke basis yang mengakibatkan transistor

bekerja, kaki emitor dan kaki kolektor terhubung (aktif *HIGH*).

Rangkaian Keseluruhan

Untuk cara kerja dari rangkaian keseluruhan pada alat ukur induktansi digital ini akan dijelaskan sesuai dengan alur dari flowchart kerja rangkaian



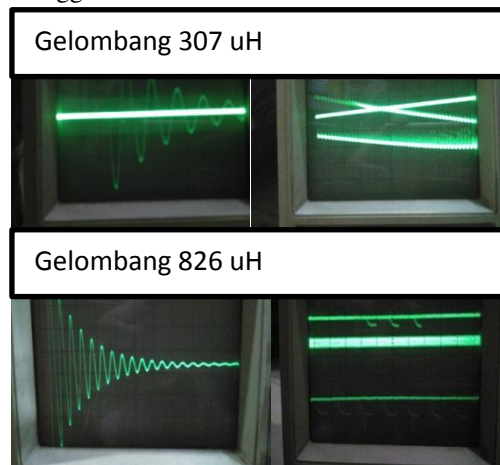
Gambar 13. Rangkaian Keseluruhan

Sesuai dengan rangkaian keseluruhan diatas alat ukur induktansi ini akan bekerja aktif apabila diberi tegangan 5V yang berasal dari rangkaian catu daya. Mikrokontroler kemudian akan memberikan sinyal *HIGH* kepada rangkaian osilator sebagai sinyal trigger agar *tangki LC* aktif. Arus sinyal yang diberikan oleh mikrokontroler selama 5 ms akan mengalir ke *tangki LC* melalui resistor 100Ω agar arus yang masuk ke rangkaian kecil. Karena mendapat bias maju maka arus ini akan mengalir melewati dioda menuju ke *tangki LC*, fungsi dioda disini agar aliran arus tidak membalik ke sumber pada saat kapasitor *discharging*. Arus mengalir ke kapasitor C1 1μF kemudian kapasitor akan mengalami kenaikan tegangan hingga muatan pada kapasitor terisi penuh *charging*. Kapasitor akan menyimpan muatan yang berupa medan listrik. Ketika muatan pada kapasitor penuh maka kapasitor akan melepaskan muatannya *discharging* menuju induktor yang dipasang paralel terhadap kapasitor tersebut. Induktor perlahan mendapat arus yang berasal dari kapasitor yang lama- kelamaan akan membentuk medan magnet. Proses *discharging* kapasitor ini akan berhenti sampai muatan pada kapasitor tersebut habis. Dan pada kondisi kapasitor tidak memiliki muatan, induktor akan bergantian mensuplai dari medan magnet yang dihasilkan dengan mengalirkan arus ke kapasitor. Muatan induktor berkurang sedangkan muatan pada kapasitor bertambah. Setelah induktor tidak memiliki muatan lagi kapasitor akan mengalirkan arus kembali melakukan pengosongan ke induktor. Siklus ini akan terjadi secara berulang bergantian saling mengisi antara kapasitor dan induktor tetapi perlahan arus dan tegangan yang digunakan besarnya akan mengecil. Maka hasil dari proses tersebut biasanya disebut dengan osilasi teredam dengan keluaranya yang berupa gelombang sinus yang memiliki amplitudo semakin kecil dengan periode yang tetap. Untuk mempermudah dalam pembacaan frekuensi dari

gelombang yang dihasilkan oleh *tangki LC* maka digunakan komparator LM393 agar gelombang sinus dirubah menjadi gelombang kotak. Cara kerja dari komparator disini adalah membandingkan masukan V_{in} terhadap V_{reff} . Karena kaki V_{reff} pada rangkaian dihubungkan dengan *ground*, maka nilai dari V_{reff} sendiri adalah 0 V. Jadi pada saat V_{in} melebihi 0 V maka keluaran komparator adalah *HIGH* 5 V begitupun juga sebaliknya pada saat V_{in} lebih kecil dari 0 V maka keluaran komparator akan *LOW* 0 V. Sehingga dengan adanya keluaran *HIGH* dan *LOW* tersebut akan menghasilkan suatu gelombang kotak yang lebih mudah untuk dibaca. Keluaran komparator tersebut juga dilengkapi dengan resistor 1K yang berfungsi sebagai resistor *pull up* agar mencegah terjadinya *floating*. Kemudian gelombang kotak yang telah dihasilkan oleh rangkaian osilator tersebut akan masuk kedalam sistem Atmega32 untuk diproses melalui PORTB. Mikrokontroler akan membaca berapa frekuensi gelombang tersebut berdasarkan panjang dari gelombang. Panjang gelombang ini akan dikonversi dengan menggunakan rumus secara matematis $f = 1/T$. Setelah diketahui nilai frekuensi gelombang maka mikrokontroler akan mengkalkulasi nilai induktansi dari induktor yang diukur sesuai rumus frekuensi resonansi. Hasil keluaran proses yang terdapat di mikrokontroler kemudian akan ditampilkan di LCD.

PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengukuran induktansi induktor dengan menggunakan pengukuran sesuai perhitungan dengan menggunakan rumus resonansi frekuensi.



Gambar 14. Pengukuran Gelombang dengan Osiloskop

Tabel 1. Hasil pengukuran induktansi dengan menggunakan perhitungan

Frekuensi (Hz)	Hasil Pengukuran (μH)	Hasil Perhitungan (μH)
27777	34,2	32,86
19230	71,35	68,56
18518	76,95	73,94
17857	82,75	79,51
12500	168,87	162,27

Dari data percobaan data yaitu antara data hasil pengukuran Induktor yang ditampilkan di display LCD hasilnya sesuai dengan nilai induktansi yang didapat dengan menggunakan perhitungan.

Tabel 2. Pengukuran Induktansi untuk Ratio Kesalahan.

Kode Warna (μH)	LCR Std (μH)	Hasil baca alat (μH)	<i>error</i> terhadap kode warna (%)	<i>error</i> terhadap LCR std (%)
33	32,9	34,2	3,9%	0,3%
68	68,8	71,35	6,8%	1,7%
82	78,2	82,75	5,8%	4,6%
220	190	195,18	2,7	35,4
330	275	319,35	16,1	16,6

PENUTUP

Setelah melakukan perancangan, pembuatan benda kerja dan percobaan, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Daerah pengukuran atau *level* yang dapat menggunakan alat ukur ini adalah nilai induktansi antara 20 μH – 100mH.
2. Alat ukur induktansi menggunakan *osilator LC* untuk membangkitkan frekuensi sehingga menghasilkan frekuensi resonansi pada saat pengukuran Induktor dan menggunakan *Atmega32* sebagai sistem kontrolnya.
3. *Display LCD 16x2* sebagai media penampil hasil pengolahan data yang sudah diolah dan diproses dari *Atmega32* yang menunjukkan nilai induktansi dalam *Henry (uH, mH)* dengan frekuensi yang dibangkitkan atau diperoleh dari rangkaian *osilator LC*.

4. Dari hasil analisa data dapat diperoleh bahwa nilai induktansi yang diukur dibandingkan dengan hasil *LCR meter* standar memiliki *linieritas* alat yang cukup baik.

5. Nilai rata-rata kesalahan pada saat dilakukan pengukuran induktansi terhadap *LCR meter* adalah 6.5 %

Guna melengkapi kesempurnaan alat ini maka kami sarankan sebagai berikut:

1. Ketelitian alat pengukur ini dapat ditingkatkan dengan penggunaan komponen-komponen yang toleransi ketelitiannya yang cukup tinggi.
2. Sistem ini masih bisa dikembangkan lagi dengan menggunakan rangkaian osilator yang nilai kapasitor dapat diganti dengan beberapa nilai sehingga memperoleh daerah pengukuran yang lebih bervariasi.
3. Alat ini merupakan sistem berbasis *mikrokontroler* maka diperlukan perawatan dan pengecekan berkala agar kerja alat tetap optimal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mimail, B. (2011) **Dasar Teknik Elektro Rangkaian Listrik**. Malang UB Press.
2. Malvino, A.P. (1979). **Prinsip-Prinsip Elektronik Edisi Kedua** (terjemahan Hanapi Gunawan). Jakarta: Erlangga.
3. Malvino, A.P. (1996). **Prinsip-Prinsip Dasar Elektronika Edisi Ketiga** (terjemahan Prof. M. Barmawi, Ph.D., M.O. Tjia, Ph.D., Departemen Fisika, Institut Teknologi Bandung). Jakarta: Erlangga.
4. Bishop, O. (2004). **Dasar-Dasar Elektronika** (terjemahan Irzam Harmein S.T). Jakarta: Erlangga.
5. Yuliana, E. (2006). **Rancang Bangun Alat Induktansi dan Kapasitansi Meter**. Semarang. Universitas Negeri Semarang.
6. Amallia, F. (2009). **Rancang Bangun Kapasitansi dan Induktansi Meter Menggunakan Mikrokontroler Atmega8 Dengan Tampilan LCD**. Jakarta. Universitas Mercu Buana.
7. Frank D, Petrezuela. (2001). **Elektronika Industri**. Yogyakarta: Andi