



## **RESONANT INDUCTIVE COUPLING PADA WIRELESS TRANSFER ELECTRICITY**

**Ade Tegar Saputra<sup>1</sup>, Atika Sari<sup>2</sup>, Nurul Anisah<sup>3</sup>**

Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Sains AlQuran, Jl. Kalibeber km 3, Wonosobo, Jawa Tengah  
e-mail: <sup>1</sup>Tegaradhe@gmail.com, <sup>2</sup>Atikasary061@gmail.com, <sup>3</sup>anisya2yasmin@gmail.com

Received: 7 September 2017

Revised: 9 Oktober 2017

Accepted: 23 Oktober 2017

### **ABSTRAK**

Penelitian ini membuktikan pengiriman listrik tanpa kabel menggunakan prinsip *resonant inductive coupling* selain itu tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui: 1) Pengaruh besarnya tegangan input pada transmitter terhadap  $V_{pp}$  dan  $V_{rms}$  pada rangkaian receiver; 2) Pengaruh Kapasitansi kapasitor terhadap frekuensi pada rangkaian transmiter; 3) Pengaruh besarnya resistor dengan  $V_{pp}$  dan  $V_{rms}$  pada rangkaian transmiter. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah menggunakan metode eksperimen, dengan menggunakan komponen-komponen elektronika yang disusun sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah rangkaian transmiter dan receiver. Osiloskop digunakan untuk mengetahui nilai  $V_{pp}$ ,  $V_{rms}$ , dan frekuensi pada rangkaian transmiter dan receiver dengan variasi tegangan input, kapasitor, dan resistor. Percobaan dilakukan sebanyak lima kali untuk variasi tegangan dan variasi resistor serta 10 kali untuk variasi kapasitor. Data dianalisis menggunakan teknik analisis regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) Ada pengaruh tegangan input pada transmitter terhadap tegangan pada receiver dinyatakan dengan persamaan  $y = -0,0029x^3 + 0,0532x^2 - 0,2341x + 0,6501$  dengan  $R^2 = 0,9935$ ; 2) Ada pengaruh Kapasitansi kapasitor terhadap frekuensi pada rangkaian transmiter dengan persamaan  $y = 4,0341x^{-0,451}$  dengan  $R^2 = 0,9911$ ; 3) Ada pengaruh besarnya resistor terhadap tegangan pada rangkaian transmiter dengan persamaan regresi  $y = 17,396x^{-0,159}$  dengan  $R^2 = 0,9861$ .

**Kata kunci:** *Transmitter, receiver, Resonant Inductive Coupling.*

### **ABSTRACT**

*This research proves that wireless electricity transfer uses resonant inductive coupling principle. The purposes of the research are to identify: 1) The effect of input voltage in transmitter toward  $V_{pp}$  and  $V_{rms}$  in receiver circuit. 2) The effect of capacitor capacitance toward frequency in transmitter circuit. 3) The effect of resistance amount in transmitter circuit toward  $V_{pp}$  and  $V_{rms}$ . The method used in this research is experimental method, by using electronic components which are arranged in certain order to form the transmitter circuit and receiver circuit. The oscilloscope is used to identify  $V_{pp}$ ,  $V_{rms}$ , and frequency of transmitter and receiver circuit with variation of input voltage, capacitor, and resistor. The experiments are done 5 times for variation of voltage and resistor and 10 times for variation of capacitor. The data is analyzed using regression analysis method. The result of experiment shows that: 1) There is input voltage effect in transmitter toward receiver voltage which is stated using the equation  $y = -0,0029x^3 + 0,0532x^2 - 0,2341x + 0,6501$  and  $R^2 = 0,9935$ ; 2) There is capacitor capacitance effect toward frequency in receiver circuit stated using the equation  $y = 4,0341x^{-0,451}$  and  $R^2 = 0,9911$ ; 3) There is resistance amount effect toward voltage in transmitter circuit stated using regression equation  $y = 17,396x^{-0,159}$  and  $R^2 = 0,9861$ .*

**Keywords:** *Transmitter, receiver, Resonant Inductive Coupling.*

## PENDAHULUAN

Awalnya, manusia hanya mengandalkan tenaganya sendiri atau hewan untuk melakukan pekerjaannya. Seiring berkembangnya jaman, manusia mulai berfikir untuk menggantikan pekerjaannya menggunakan sebuah alat untuk meringankan pekerjaannya. Pada saat itu manusia berfikir menggantikannya dengan peralatan yang menggunakan energi lain yang mudah untuk dibuat, dimanfaatkan bahkan diperbaharui. Akhirnya ditemukanlah energi listrik. Energi listrik adalah salah satu sumber energi yang mudah dibuat, mudah dimanfaatkan, dan mudah untuk diperbaharui. Pada abad ke 21 ini, perkembangan teknologi berkembang pesat. Hampir semua peralatan yang kita gunakan dalam kehidupan memanfaatkan energi listrik. Mulai dari peralatan rumah tangga, bidang pertanian, bidang kesehatan, bahkan dalam bidang militer. Seperti yang telah diketahui peralatan elektronik tersebut tidak terlepas dari penggunaan kabel.

Disisi lain penggunaan kabel pada peralatan elektronik menimbulkan dampak lingkungan yang terkadang diabaikan oleh sebagian orang. Kabel sendiri terbuat dari tembaga (unsur Cu), dimana termasuk dalam logam mulia, karena tidak mudah berkarat. Selain itu tembaga adalah konduktor yang baik. Selain tembaga, unsur terpenting dari kabel adalah isolator yang terbuat dari bahan plastik atau karet yang berfungsi untuk mencegah terjadinya kontak langsung dengan listrik. Plastik atau karet yang digunakan sebagai isolator dalam kabel merupakan bahan yang tidak mudah diuraikan oleh tanah sehingga perlu penanganan untuk mengolah limbah tersebut.

Bayangkan 10 tahun yang akan datang jika masih menggunakan kabel dalam setiap penggunaan alat elektronik, pasti akan memperbanyak limbah di lingkungan. Untuk menanggulangi hal tersebut, mau tidak mau kita harus mengurangi penggunaan kabel dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu jalan untuk mengurangi penggunaan kabel tersebut adalah dengan

mentransfer listrik tanpa menggunakan kabel. Dengan menggunakan prinsip *resonant inductive coupling*, kita dapat mentransfer listrik tanpa menggunakan kabel, oleh sebab itu kami melakukan penelitian terhadap sistem *wireless transfer electricity*.

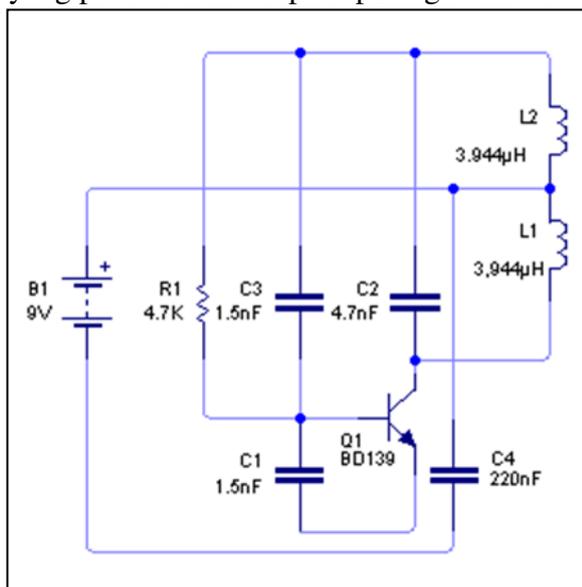
Banyak Penelitian yang dilakukan untuk mengirim listrik tanpa kabel. Salah satu yang sukses adalah penelitian yang dilakukan oleh Marin Soljačić dari MIT, dimana dia dapat mengirimkan listrik dengan daya yang cukup besar untuk menghidupkan televisi. Marin menggunakan transmiter yang mengirimkan frekuensi tinggi, menurut dia semakin tinggi frekuensi yang dikirimkan rangkaian akan memperbesar daya yang dapat dikirimkan oleh rangkaian. Penelitian lain sangat banyak dikembangkan, baik peneliti dari dalam negeri maupun peneliti dari luar negeri. Penelitian lain dari pengiriman listrik tanpa kabel ini sangat beragam, mulai dari pembuktian apakah prinsip dari pengiriman listrik tanpa kabel dapat dilakukan sampai dengan penelitian tentang efisiensi dari pengiriman listrik tanpa kabel.

Pada penelitian ini kami sebagai peneliti ingin meneliti apa saja yang mempengaruhi frekuensi yang dikirimkan oleh rangkaian transmiter. Hal ini dilakukan karena sebagian besar peneliti pengiriman listrik tanpa kabel beranggapan bahwa semakin besar frekuensi akan semakin besar pula daya yang dihasilkan. Peneliti memvariasikan tegangan masukan pada rangkaian transmiter, kapasitas dari kapasitor yang digunakan dalam rangkaian transmiter dan juga resistor yang digunakan pada rangkaian transmiter. Nantinya peneliti akan meneliti dampak variasi tersebut pada rangkaian receiver dibuat.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di laboratorium FITK Universitas Sains Al-Qur'an. Adapun waktu penelitian dalam penelitian ini mulai dari penyusunan proposal hingga pembuatan laporan penelitian dimulai dari

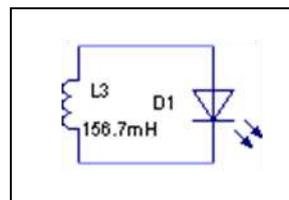
bulan oktober tahun 2014 sampai dengan bulan januari tahun 2015. Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen. Rancangan penelitian dalam penelitian ini disusun sesuai dengan variabel-variabel yang diteliti. Variabel yang akan kami teliti adalah variasi dari tegangan masukan pada rangkaian transmitter, nilai kapasitansi pada rangkaian transmitter, dan nilai resistor dari rangkaian transmitter. Rangkaian transmitter yang kami buat terdiri dari kapasitor, resistor, transistor dan induktor yang penulis susun seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Transmitter

Induktor pada rangkaian adalah lilitan tembaga dengan diameter tembaga sebesar 0,5 cm dengan jumlah lilitan sebanyak 2 lilitan dengan diameter lilitan sebesar 20 cm. Pada rangkaian receiver hanya terdapat induktor dengan LED, induktor pada rangkaian ini adalah lilitan dari tembaga yang berdiameter 0,1 cm dengan jumlah lilitan 90 dan diameter lilitan sebesar 10 cm. Alat ini merupakan alat untuk mentransfer listrik tanpa kabel, yang diharapkan dapat mengurangi konsumsi kabel. Alat ini bekerja dengan sumber arus DC dari baterai maupun dari sebuah power supply, diubah menjadi arus AC yang memiliki frekuensi tertentu dengan menggunakan rangkaian osilator LC. Frekuensi tersebut diperkuat menggunakan rangkaian RF (radio frekuensi) Amplifier untuk menghasilkan frekuensi radio. Rangkaian ini juga dapat menghasilkan

umpan balik positif. Umpan balik positif berfungsi untuk mengembalikan kembali bagian dari sinyal keluaran amplifier ke tahap input amplifier. Sehingga rangkaian tersebut juga dapat menguatkan tegangan dari rangkaian. Arus AC yang sudah diperkuat frekuensi dan tegangannya dilewatkan pada sebuah Induktor karena umpan balik positif tersebut. Induktor disini selain menjadi rangkaian pengatur frekuensi juga menjadi pengirim listrik. Induktor tersebut mengirimkan medan elektromagnetik dengan frekuensi tertentu. Medan elektromagnetik tersebut ditangkap oleh Induktor penerima. Medan elektromagnetik tersebut akan menginduksi induktor penerima jika frekuensi dari medan elektromagnetik tersebut memiliki frekuensi yang sama atau mendekati frekuensi dari induktor penerima. Prinsip ini sering dikenal dengan resonansi induksi kopling.



Gambar 2. Rangkaian Receiver

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi tegangan pada transmiter dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh tegangan input pada transmitter terhadap tegangan pada receiver dengan jumlah 90 lilitan, diameter 7 cm, resistor 4,7 k $\Omega$ , jarak 2 cm, 1,5 nF, periode 0,3  $\mu$ s dan frekuensi 3,33 MHz. Didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 1. Variasi tegangan input terhadap tegangan receiver.

No	V <sub>input</sub> (Volt)	Receiver	
		V <sub>pp</sub> (Volt)	V <sub>rms</sub> (Volt)
1	2,6	1	0,353
2	4,8	1,2	0,42
3	6	1,6	0,564
4	7,9	2	0,70
5	10	2,2	0,77

Variasi nilai kapasitor pada transmitter dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh nilai kapasitor terhadap frekuensi pada rangkaian transmiter. Dengan

menggunakan tegangan input sebesar 6 V, resistor 4,7 k $\Omega$ , 2 lilitan dengan diameter tembaga 2,5 mm dan diameter lilitan 10 cm. didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 2. Variasi nilai kapasitor terhadap frekuensi

No	Kapasitor (nF)	T ( $\mu$ s)	F (MHz)
1	1,5	0,3	3,33
2	2,7	0,38	2,63
3	4,7	0,5	2
4	6,8	0,62	1,62
5	8,2	0,68	1,47
6	10	0,69	1,46
7	15	0,8	1,25
8	18	0,84	1,19
9	39	1,3	0,77
10	47	1,5	0,67

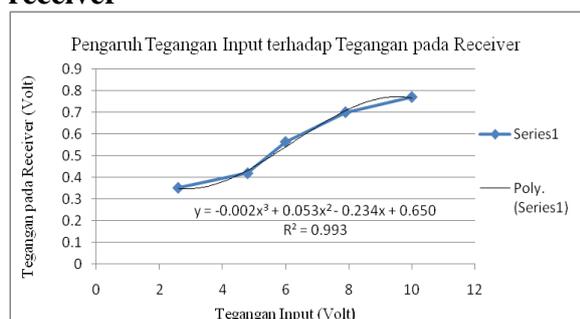
Variasi resistor pada transmitter dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh tegangan pada transmitter dengan tegangan input 6 V, nilai kapasitor 1,5 nF, 2 lilitan dengan diameter tembaga 2,5 mm dan diameter lilitan 10 cm. Didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 3. Variasi nilai resistor terhadap tegangan pada transmitter

No	Resistor (k $\Omega$ )	V <sub>pp</sub> (Volt)	V <sub>rms</sub> (Volt)
1	2,2	44	15,53
2	4,7	37,6	13,29
3	10	34	12
4	18	32	11,29
5	33	28	9,84

Berdasarkan data percobaan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 dilakukan analisis grafik untuk mengetahui seberapa besar pengaruh tegangan input pada transmitter terhadap tegangan pada receiver, pengaruh kapasitansi kapasitor terhadap besarnya frekuensi dan pengaruh resistor terhadap tegangan pada transmitter.

### Pengaruh tegangan input pada transmitter terhadap tegangan pada receiver

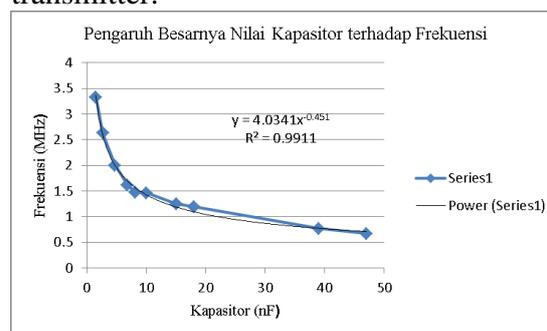


Gambar 3. Grafik hubungan tegangan input terhadap tegangan pada receiver

Dari analisis grafik yang dilakukan kita mendapatkan persamaan yang dapat memprediksi seberapa besar nilai tegangan yang dihasilkan pada rangkaian receiver jika terjadi variasi tegangan masukan pada rangkaian transmitter. Persamaan tersebut adalah sebesar  $y = -0,0029x^3 + 0,0532x^2 - 0,2341x + 0,6501$ , dengan Y adalah tegangan pada receiver dan X adalah tegangan input pada rangkaian transmitter. Persamaan tersebut memiliki taraf signifikansi sebesar 99,3% dan hubungan antara tegangan input pada rangkaian transmitter dengan tegangan pada rangkaian receiver berhubungan positif, dimana semakin besar nilai tegangan input maka akan memperbesar tegangan pada receiver.

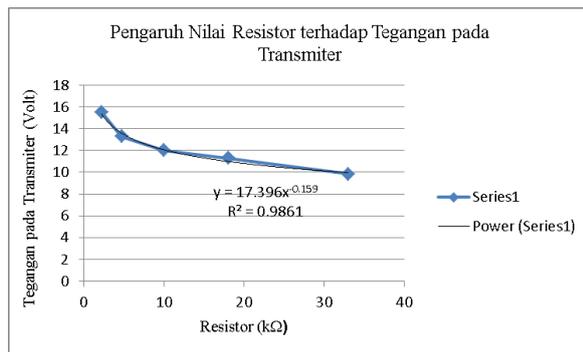
### Pengaruh kapasitansi kapasitor terhadap frekuensi pada rangkaian transmitter

Dari analisis grafik yang dilakukan dan dapat dilihat pada gambar 4 kita mendapatkan persamaan yang dapat memprediksi seberapa besar nilai tegangan yang dihasilkan pada rangkaian receiver jika terjadi variasi nilai dari kapasitor pada rangkaian transmitter. Persamaan tersebut adalah sebesar  $y = 4,0341x^{-0,451}$ , dengan Y adalah tegangan pada receiver dan X adalah nilai kapasitor pada rangkaian transmitter. Persamaan tersebut memiliki taraf signifikansi sebesar 99,11% dan hubungan antara nilai kapasitor pada rangkaian transmitter dengan tegangan pada rangkaian receiver berhubungan negatif, dimana semakin besar nilai kapasitor maka akan memperkecil tegangan pada receiver. Hal ini diakibatkan kapasitor yang semakin tinggi justru akan memperkecil nilai frekuensi yang dihasilkan oleh rangkaian transmitter.



Gambar 4. Grafik hubungan kapasitor terhadap frekuensi

## Pengaruh besarnya resistor terhadap tegangan pada transmiter



Gambar 5. Grafik hubungan nilai resistor terhadap tegangan pada transmiter

Dari analisis grafik yang dilakukan dan dapat dilihat pada gambar 5 kita mendapatkan persamaan yang dapat memprediksi seberapa besar nilai tegangan yang dihasilkan pada rangkaian receiver jika terjadi variasi nilai dari resistor pada rangkaian transmiter. Persamaan tersebut adalah sebesar  $y = 17,396x^{-0,159}$ , dengan Y adalah tegangan pada receiver dan X adalah nilai resistor pada rangkaian transmiter. Persamaan tersebut memiliki taraf signifikansi sebesar 98,61% dan hubungan antara nilai resistor pada rangkaian transmiter dengan tegangan pada rangkaian receiver berhubungan negatif, dimana semakin besar nilai resistor maka akan memperkecil tegangan pada receiver. Hal ini diakibatkan nilai resistor yang semakin tinggi justru akan memperkecil nilai frekuensi yang dihasilkan oleh rangkaian transmiter.

Berdasarkan gambar 3, gambar 4, dan gambar 5 diketahui tegangan masukan pada transmiter mempengaruhi tegangan pada receiver, kapasitansi kapasitor mempengaruhi frekuensi pada rangkaian transmiter dan resistor pada transmiter mempengaruhi tegangan pada transmiter itu sendiri.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan pengiriman listrik tanpa kabel dapat

dilakukan dengan prinsip *resonant inductive coupling*. Prinsip ini sangat aman karena memanfaatkan medan magnet yang dihasilkan oleh inductor di rangkaian transmiter. Terdapat pengaruh tegangan input terhadap tegangan pada receiver ditunjukkan oleh persamaan garis  $y = -0,0029x^3 + 0,0532x^2 - 0,2341x + 0,6501$  dengan  $R^2 = 0,9935$  dimana hubungan antara tegangan input pada rangkaian transmiter dengan tegangan pada rangkaian receiver berhubungan positif, terdapat pengaruh kapasitor terhadap frekuensi pada receiver ditunjukkan oleh persamaan garis  $y = 4,0341x^{-0,451}$  dengan  $R^2 = 0,9911$ , terdapat pengaruh resistor terhadap frekuensi pada transmiter ditunjukkan oleh persamaan garis  $y = 17,396x^{-0,159}$  dengan  $R^2 = 0,9861$  dimana nilai kapasitor dan resistor berhubungan negative terhadap besarnya tegangan pada rangkaian receiver.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka peneliti memberikan saran pada eksperimen yang telah dilakukan hanya bervariasi tegangan masukan, kapasitor, dan resistor. Akan lebih baik jika ditambah variasi yang lain, sehingga dapat mengetahui berapa besar pengaruh dari setiap komponen. Dalam penelitian ini juga peneliti tidak meneliti tentang hubungan frekuensi yang dikirimkan rangkaian transmiter terhadap tegangan yang diterima oleh receiver, ini menjadi penting karena sebagian peneliti berfikir nilai frekuensi semakin besar akan memperbesar tegangan yang dihasilkan. Pada prinsip *resonant inductive coupling* sendiri tegangan yang dihasilkan jika frekuensi antara transmiter dan receiver sama ataupun hampir sama sehingga akan terjadi resonansi, menurut kami pribadi jika ada yang dapat meneliti frekuensi dari receiver kita tidak perlu membuat alat yang berdaya besar. Diharapkan ada penelitian lebih lanjut tentang *wireless transfer electricity* untuk memperbaiki penelitian ini.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Allah SWT, atas izinya kami dapat

menyelesaikan penelitian dan penulisan artikel ini tanpa halangan suatu apapun. Terima kasih kepada Orang tua kami yang telah memberikan motivasi kepada peneliti sehingga terselesainya penelitian serta artikel yang kami buat ini. Terima kasih kami ucapkan kepada Dosen Pembimbing kami Ibu Siti Sarah, M.Pd, yang telah memotivasi dan memberikan inspirasi kepada peneliti. Terima kasih juga kepada PRODI Pendidikan Fisika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Sains Al Quran Wonosobo di Jawa Tengah yang telah mengizinkan kami melakukan penelitian di Laboratorium Pendidikan Fisika, serta pihak-pihak yang membantu penelitian dan penulisan artikel ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aristeidis Karalis, J.D. Joannopoulos, & Marin Soljačić . (2008). *Efficient wireless non-radiative mid-range energy transfer*. Retrieved from <http://mit.edu>
- Giancoli, Douglas C. (2001). *FISIKA edisi ke lima jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- Khalid Rahman, Syed .dkk. (2014). *Design and construction of wireless power transfer system using magnetic resonant coupling*. Department of Electrical & Electronic Engineering, World University of Bangladesh, Dhaka, Bangladesh. Retrieved from <http://article.sciencepublishinggroup.com>
- Panggabean, Berri .dkk (2014). *Perancangan Sistem Transfer Energi Secara Wireless Dengan Menggunakan Teknik Resonansi Induktif Medan Elektromagnetik*. Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung. Retrieved from <http://journal.eng.unila.ac.id>
- Pramushinta ,Boni Pahlanop, &Irfana Diah .(2014). *Optimasi Rangkaian dan Material Kumparan pada Rangkaian Transfer Listrik Tanpa Kabel Terhadap Jarak Jangkauan Pengiriman Energi Listrik*. PRISMA FISIKA, Vol. II, No. 2 (2014), Hal. 35 – 39 ISSN : 2337-8204
- Ramdhani .dkk.(2013). *Perancangan dan Realisasi Listrik Wireless Menggunakan Resonant Coupling Magnetic*. Institut Teknologi Nasional Bandung. Retrieved from <http://jurnalonline.itenas.ac.id>
- Resnick, &Halliday.(1992). *FISIKA jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- Tooley,& Michael. (2003). *RANGKAIAN ELEKTRONIK Prinsip dan Aplikasi edisi ke dua*. Jakarta: Erlangga.