

## RANCANG BANGUN ALAT PEMBANGKIT ARUS PULSA BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega8535 UNTUK PROSES ELEKTRODEPOSISI

Moresa Devega, Wildian, Dahyunir Dahlan

Laboratorium Fisika Elektronika dan Instrumentasi, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas  
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163

*e-mail : devegamoresa@ymail.com*

### ABSTRAK

Telah dilakukan rancang-bangun alat pembangkit arus pulsa berbasis mikrokontroler ATmega8535 untuk proses elektrodeposisi. Alat ini dapat membangkitkan arus pulsa dengan rentang waktu *on* dan *off* selama 1 ms (satu milidetik). Pada sistem elektrodeposisi yang diuji dengan menggunakan tegangan catu 5 V, resistor (10  $\Omega$ , 50  $\Omega$ , dan 100  $\Omega$ ), dan larutan CuSO<sub>4</sub> dapat diperoleh rentang nilai arus yang mengalir antara 0,76 mA (minimum) dan 1,32 mA (maksimum). Penambahan program untuk menampilkan tegangan terminal pada LCD menyebabkan nilai  $T_{on}$  yang terbaca pada osiloskop menyimpang (*error*) sebesar 21 ms cukup signifikan dan bersifat sistematis.

Kata Kunci : pembangkit arus pulsa, mikrokontroler, *relay*, *keypad*, dan LCD

### ABSTRACT

*A design of pulse current generator device based on microcontroller ATmega8535 for electro-deposition process has been conducted. The device can generate pulse current with the on and off periods as long as 1 ms (one millisecond) each. At the system of electro-deposition with using a power supply of 5 V, resistors (10  $\Omega$ , 50  $\Omega$ , and 100  $\Omega$ ), and a CuSO<sub>4</sub> solution, then the current flowing in the electro-deposition system is between 0.76 mA (minimum) and 1.32 mA (maximum). The program added to display terminal voltage of the power supply on LCD causes the value of  $T_{on}$  read on the oscilloscope to become error as big as 21 ms (twenty millisecond) significantly and systematically.*

*Keywords : pulse current generator, microcontroller, relay, keypad, and LCD*

### I. PENDAHULUAN

Hampir semua sifat mekanis material dapat ditingkatkan secara efektif dengan menghaluskan ukuran butiran. Metode yang banyak digunakan untuk mengontrol morfologi permukaan (Thomas dan Fray, 1981) dan menghaluskan ukuran bulir adalah dengan menambahkan zat aditif dalam larutan elektrodeposisi. Elektrodeposisi yang banyak dilakukan adalah elektrodeposisi dengan menggunakan arus searah (*direct current, dc*). Elektrodeposisi arus searah memiliki kelemahan dalam hal bulir material pelapis yang terbentuk, yaitu relatif besar dan tak merata.

Dalam perkembangannya, kini banyak penelitian menggunakan metode elektrodeposisi arus pulsa, dimana arus diterapkan secara periodik dengan bentuk gelombang persegi panjang (*rectangular wave*). Metode ini dapat digunakan sebagai alat untuk menghasilkan struktur unik, yaitu pelapisan dengan sifat-sifat yang tidak dapat diperoleh melalui elektrodeposisi arus searah (Puipe, 1986). Pada elektrodeposisi arus pulsa, ada tiga parameter yang mempengaruhi sifat-sifat deposit, yaitu rapat arus puncak (*peak current density,  $J_p$* ), lama arus mengalir (*current on-time,  $T_{on}$* ), dan lama arus padam (*current off-time,  $T_{off}$* ). Elektrodeposisi arus pulsa menghasilkan permukaan deposit yang lebih homogen dan lebih halus.

Salah satu kendala dalam upaya pengembangan penelitian dengan metode elektrodeposisi dengan arus pulsa adalah ketersediaan alat pembangkit arus pulsa yang dapat diatur, baik besar maupun lama waktu *on* dan *off* tegangan dan arusnya. Perkembangan teknologi di bidang elektronika dan instrumentasi telah memungkinkan dilakukannya rancang-bangun berbagai alat elektronik untuk mengatasi kendala atau keterbatasan alat dalam penelitian.

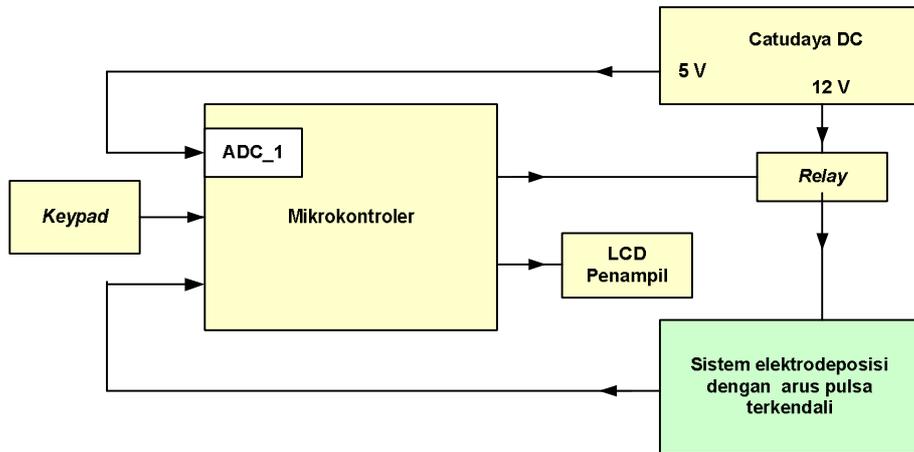
Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut maka dilakukan rancang bangun alat pembangkit arus pulsa berbasis mikrokontroler ATmega8535 untuk elektrodeposisi.

Mikrokontroler ATmega8535 digunakan sebagai pusat pengendali sistem secara keseluruhan, seperti antara lain untuk mengendalikan *relay* yang akan *on* dan *off*. Mikrokontroler juga akan mengendalikan alat penampil (LCD 4x16) untuk menampilkan nilai tegangan dan arus yang digunakan saat proses elektrodeposisi berlangsung. Tegangan sumber yang digunakan untuk proses elektrodeposisi berasal dari rangkaian catudaya yang dirancang menghasilkan tegangan 5 volt.

**II. METODE**

**Perancangan Diagram Blok Sistem Pembangkit Arus Pulsa Berbasis Mikrokontroler**

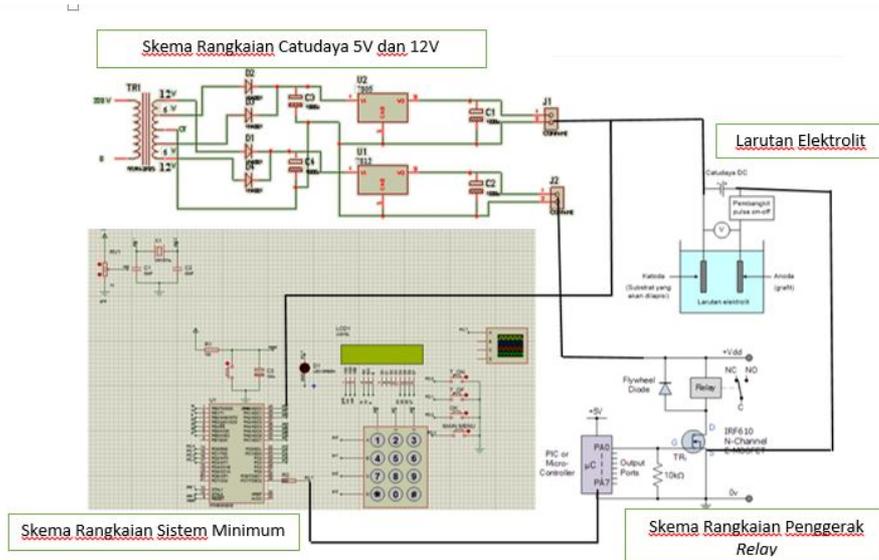
Secara keseluruhan, sistem pembangkit arus pulsa mengikuti diagram blok yang terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok alat

**2.1 Perancangan Rangkaian Sistem Pembangkit Arus Pulsa**

Perancangan rangkaian sistem pembangkit arus pulsa meliputi perancangan rangkaian catudaya DC, sistem minimum, penggerak *relay*, dan LCD penampil. Skema rangkaian catudaya dapat dilihat pada Gambar 2. Catudaya yang akan digunakan adalah 5 volt DC dan 12 volt DC.



Gambar 2 Perancangan Skematik Rangkaian

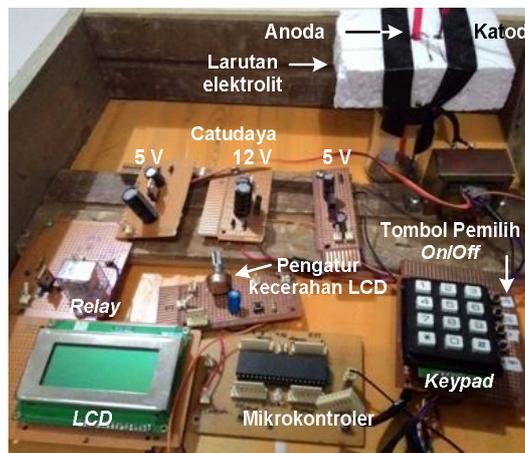
Komponen-komponen yang diperlukan pada sistem ini antara lain adalah sebuah mikrokontroler ATmega8535, sebuah *socket* 40 pin, sebuah Kristal (X-tal) 12 MHz, dua buah kapasitor 22 pF, sebuah kapasitor 10 nF, sebuah kapasitor 100 nF, sebuah resistor 4,7 kΩ, sebuah resistor 220 Ω, dan empat buah *whitehousing* 8 pin, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

Rangkaian penggerak *relay* (*relay driver circuit*) rangkaian penggerak yang menggunakan transistor MOSFET (IRF6 40 N-Channel E-MOSFET) (Miomir,2007). LCD penampil yang akan digunakan adalah LCD 4x16 tipe LM 016L di dalamnya sudah terdapat *driver* untuk mengubah data ASCII keluaran mikrokontroler menjadi tampilan karakter sehingga data dapat dikirim langsung dari mikrokontroler ke LCD. Satu-satunya komponen tambahan (jika diperlukan) pada rangkaian LCD penampil ini adalah potensio sebesar 10 kΩ yang digunakan untuk mengatur kontras karakter yang ditampilkan.

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1 Hasil Realisasi Rancang-bangun

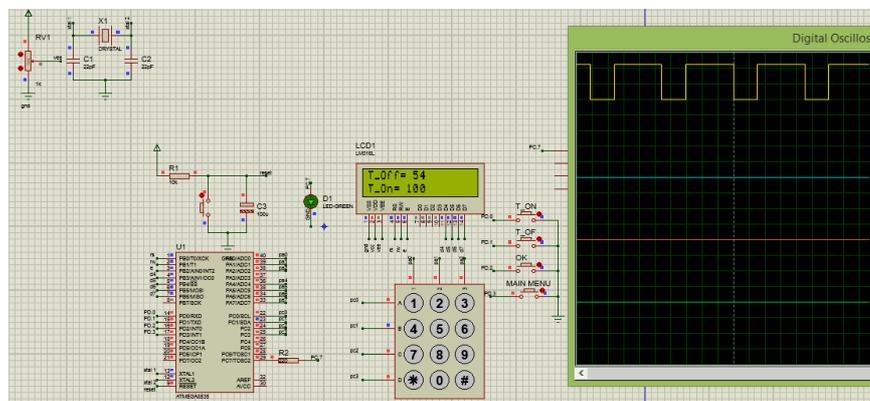
Setelah semua proses rancang-bangun, maka diperoleh hasil berupa sebuah alat pembangkit arus pulsa seperti pada Gambar 4. Sistem pembangkit arus pulsa ini terealisasi setelah melalui sejumlah tahapan yang meliputi simulasi, karakterisasi, dan uji coba terhadap komponen dan bagian-bagian rangkaian pembangunnya.



Gambar 4 Realisasi alat pembangkit arus pulsa

#### 3.2 Hasil Simulasi Rangkaian Pembangkit Sinyal Pulsa

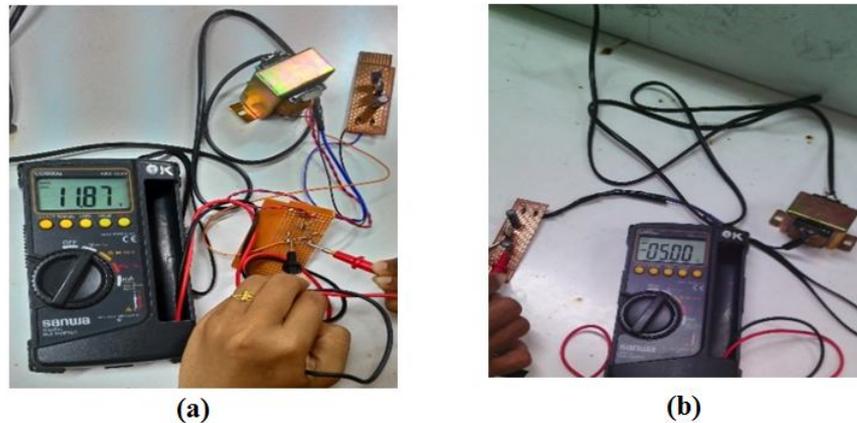
Simulasi rangkaian pembangkit sinyal pulsa dilakukan dengan menggunakan perangkat-lunak Proteus 8 Profesional yang hasilnya diperlihatkan pada Gambar 5. Hasil simulasi menunjukkan bahwa rangkaian pembangkit pulsa tersebut dapat membangkitkan pulsa persegi dengan waktu *on* dan *off* yang nilainya dapat ditentukan melalui *keypad*.



Gambar 5 Hasil simulasi pembangkit sinyal pulsa

3.3 Hasil Uji Catudaya

Hasil rancang bangun catudaya 12 V dan 5 V serta hasil pengujian tegangan keluarannya diperlihatkan pada Gambar 6. Hasil pengukuran terhadap kaki masukan dan kaki keluaran kedua IC regulator (LM 7805 dan LM 7812) diperlihatkan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa keluaran kedua IC regulator tersebut layak digunakan sebagai catudaya sistem.



Gambar 6 Hasil rancang-bangun catudaya (a)12 V, dan (b) 5 V

Tabel 1 Hasil pengukuran tegangan masukan dan keluaran pada IC regulator

IC Regulator	Tegangan Masukan (volt)	Tegangan Keluaran (volt)
LM 7805	7,21	5,00
LM 7812	15,89	11,87

3.4 Hasil Uji Rangkaian Penggerak Relay

Ada dua macam rangkaian penggerak *relay* yang diuji pada rangkaian ini, yaitu rangkaian penggerak *relay* yang menggunakan MOSFET dan rangkaian yang menggunakan transistor Darlington. Berdasarkan hasil yang diperlihatkan Tabel 2 menunjukkan bahwa MOSFET memerlukan tegangan yang lebih kecil (7,4 V) untuk dapat menghantar dibandingkan dengan transistor Darlington (7,9 V). Berdasarkan hasil tersebut maka rangkaian yang digunakan untuk penggerak *relay* adalah rangkaian MOSFET.

Tabel 2 Hasil pengukuran tegangan basis (*base*) dan tegangan *gate*

Status <i>Relay</i>	Tegangan <i>Base</i> (pada transistor Darlington)	Tegangan <i>Gate</i> (pada MOSFET)
Tak menghantar	Dari 0 V hingga 7,9 V	Dari 0 V hingga 7,4 V
Menghantar	Mulai dari 7,9 V hingga 12 V	Mulai dari 7,4 hingga 12 V

3.5 Hasil Uji Rangkaian Mikrokontroler, Keypad, dan LCD

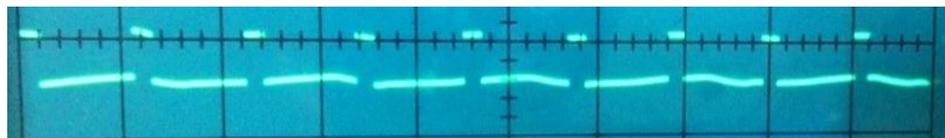
Hasil rancang-bangun rangkaian sistem minimum mikrokontroler, *keypad*, dan LCD diperlihatkan pada Gambar 7. Pengujian dilakukan dengan terlebih dahulu me-reset LCD. Kemudian, nilai  $T_{on}$  dan  $T_{off}$  (yang diinginkan) dimasukkan melalui *keypad* kemudian sinyal pulsa yang dihasilkan rangkaian diamati di osiloskop. Ada tiga macam variasi nilai  $T_{on}$  dan  $T_{off}$  yang diuji, yaitu  $T_{on} < T_{off}$ ,  $T_{on} = T_{off}$ , dan  $T_{on} > T_{off}$ .



Gambar 7 Bentuk fisik hasil rancang-bangun rangkaian sistem minimum mikrokontroler, keypad, dan LCD

3.5.1 Untuk  $T_{on} < T_{off}$

Pada pengujian untuk  $T_{on} < T_{off}$ , nilai yang dimasukkan melalui keypad adalah  $T_{on} = 1$  ms,  $T_{off} = 5$  ms, dan setting perbesaran pada probe adalah 1x. Sinyal pulsa yang dihasilkan adalah seperti pada Gambar 8.



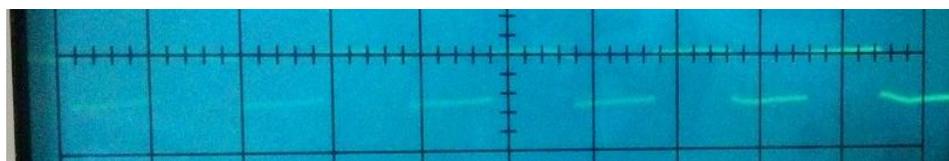
Gambar 8 Pembangkit sinyal pulsa yang diamati di osiloskop untuk  $T_{on} = 1$  ms dan  $T_{off} = 5$  ms.

Nilai  $T_{on}$  dan  $T_{off}$  dari hasil pembacaan pada osiloskop dapat dihitung sebagai berikut:

Untuk setting  $TIME/DIV = 5$  ms/div, diperoleh:  $T_{on} = 0,2$  div x 5 ms/div = 1 ms, dan  $T_{off} = 1,0$  div x 5 ms/div = 5 ms. Hasil ini sesuai dengan nilai  $T_{on}$  dan  $T_{off}$  yang dimasukkan melalui keypad.

3.5.2 Untuk  $T_{on} = T_{off}$

Pada pengujian ini, nilai yang dimasukkan melalui keypad adalah  $T_{on} = 5$  ms,  $T_{off} = 5$  ms, dan setting perbesaran pada probe adalah 1x. Sinyal pulsa yang dihasilkan adalah seperti pada Gambar 9.

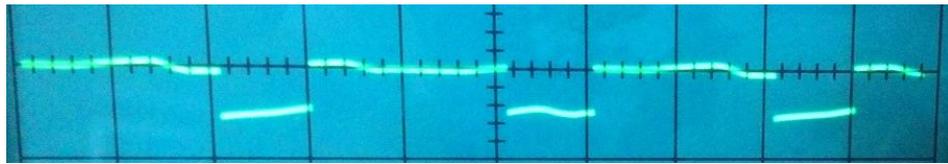


Gambar 9 Pembangkit sinyal pulsa yang diamati osiloskop untuk  $T_{on} = 5$  ms dan  $T_{off} = 5$  ms.

Untuk setting  $TIME/DIV = 5$  ms/div, diperoleh:  $T_{on} = 1,0$  div x 5 ms/div = 5 ms, dan  $T_{off} = 1,0$  div x 5 ms/div = 5 ms. Hasil ini sesuai dengan nilai yang dimasukkan melalui keypad.

3.5.3 Untuk  $T_{on} > T_{off}$

Pada pengujian ini, nilai yang dimasukkan melalui keypad adalah  $T_{on} = 11$  ms,  $T_{off} = 5$  ms, dan setting perbesaran pada probe adalah 1x. Sinyal pulsa yang dihasilkan adalah seperti pada Gambar 10.



Gambar 10Pembangkit sinyal pulsa yang diamati osiloskop untuk  $T_{on} = 11$  ms dan  $T_{off} = 5$  ms.

Untuk setting  $TIME/DIV = 5$  ms/div, diperoleh:  $T_{on} = 2,2$  div x 5 ms/div = 11 ms, dan  $T_{off} = 1,0$  div x 5 ms/div = 5 ms. Hasil ini sesuai dengan nilai yang dimasukkan melalui *keypad*.

Jika mikrokontroler ditambahkan program untuk menampilkan tegangan catu (V) pada LCD, maka hasil  $T_{on}$  yang ditunjukkan di LCD (26 ms) tidak sesuai dengan nilai yang dimasukkan melalui *keypad* (5 ms) disebabkan nilai  $T_{on}$  yang terbaca pada osiloskop menyimpang (*error*) 21 ms, sedangkan untuk nilai  $T_{off}$  menunjukkan hasil yang sama (4 ms).

### 3.6 Hasil Uji Rangkaian pada Larutan Elektrolit

Setelah rancang-bangun rangkaian pembangkit sinyal pulsa selesai dilakukan maka dilakukan uji coba penerapan rangkaian tersebut terhadap sistem elektrodeposisi. Pada sistem disisipkan sebuah resistor (dengan variasi resistansi 10 ohm, 50 ohm, dan 100 ohm) yang dihubungkan secara seri dengan elektroda untuk mencegah arus yang terlalu besar mengalir dalam sistem elektrodeposisi tersebut. Pengujian dan pengukuran arus dilakukan terhadap medium larutan tembaga sulfat ( $CuSO_4$ ). Hasil pengujian arus pada larutan  $CuSO_4$  ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian arus pada larutan  $CuSO_4$

Larutan	Resistansi resistor yang digunakan ( $\Omega$ )	Jarak antar-elektroda (cm)	Arus Maksimum (mA)	Arus Minimum (mA)
Larutan $CuSO_4$	10	1	1,18	0,79
		5	1,14	0,76
	50	1	1,12	0,83
		5	1,09	0,80
	100	1	1,10	0,89
		5	1,07	0,88

Jarak antar elektroda juga mempengaruhi nilai arus maksimum dan minimum yang mengalir melalui sistem elektrodeposisi. Secara umum, arus maksimum yang mengalir ketika kedua elektroda terpisah sejauh 1 cm lebih besar daripada ketika keduanya terpisah sejauh 5 cm.

### 3.7 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

Pada pengujian ini terlihat *relay* bekerja cukup stabil, dan LCD dapat menampilkan nilai  $T_{on}$  dan  $T_{off}$  yang dimasukkan melalui *keypad*, serta nilai tegangan catu yang digunakan untuk arus pulsa. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4. Dari Tabel 4 terlihat bahwa tegangan catudaya stabil (5115 mV) selama arus *on*, namun mengalami penurunan selama arus *off*. Besar tegangan *off* ini bervariasi antara 4990 mV hingga 5100 mV, karena terjadi efek pembebanan pada saat larutan tidak dialiri arus ( $T_{off}$ ).

Tabel 4 Hasil pengujian alat secara keseluruhan

No	$T_{on}$ (ms)	$T_{off}$ (ms)	Tegangan (mV)	
			<i>On</i>	<i>Off</i>
1	66	456	5115	4990
			5115	5045
2	121	57	5115	5080
			5115	5100
3	285	465	5115	4990
			5115	5040
4	12	77	5115	5030
			5115	5035

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pada data dan analisa serta pengujian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pembangkit arus pulsa berbasis mikrokontroler ATmega8535 untuk elektrodeposisi yang telah dirancang-bangun ini telah dibuktikan dapat bekerja sebagaimana yang diinginkan berdasarkan nilai rentang waktu *on* ( $T_{on}$ ) dan rentang waktu *off* ( $T_{off}$ ) yang dimasukkan melalui *keypad*, sesuai kebutuhan pengguna. Nilai terkecil untuk  $T_{on}$  dan  $T_{off}$  yang dapat dimasukkan melalui *keypad* adalah 1 ms, dengan menggunakan tegangan catudaya 5 V dan resistor (10  $\Omega$ , 50  $\Omega$ , 100  $\Omega$ ), serta larutan CuSO<sub>4</sub> pada sistem elektrodeposisi, diperoleh rentang nilai arus yang mengalir antara 0,76 mA (minimum) dan 1,32 mA (maksimum).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Miomir, F. D., 2007, *Understanding Electronics Components mikroElektronika*, <http://www.mikroe.com/old/books/keu/10.htm>, diakses pada November 2014.
- Puipe, J.C., 1986, *Theory and Practice of Pulse Plating, American Electroplaters and Surface Finishers Society*.
- Thomas, B.K., Fray, D.J., 1981, *The Effect of Additives on Themorphology of Zinc Electrodeposited From a Zinc Chloride Electrolyte at High Current Densities, Journal of Applied Electrochemistry*, Volume 11, Springer International Publishing AG