

Resistivitas keping sensor suhu rendah lapisan tipis (Cu/Ni)//(Cu/Ni) dengan metode *elektroplating* pada variasi waktu deposisi

Azmi Khusnani dan Moh. Toifur

Program Magister Pendidikan Fisika, Universitas Ahmad Dahlan
Kampus II, Jl. Pramuka No. 42 Umbulharjo Yogyakarta 55161 Indonesia

E-mail: husnaniazmi@gmail.com

Abstrak. Telah dilakukan penelitian pembuatan lapisan tipis (Cu/Ni)//(Cu/Ni) pada variasi waktu deposisi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tebal lapisan dan nilai resistivitas keping. Lapisan tipis (Cu/Ni)//(Cu/Ni) dibuat dengan teknik elektroplating dengan substrat PCB *double sides* dengan *side* pertama dibuat tetap dan *side* lain dibuat berbeda yakni dengan memvariasikan waktu deposisi. Sebagai larutan elektrolit digunakan campuran bahan NiSO_4 , NiCl_2 , H_2O dan H_3BO_3 . Proses *elektroplating* dilakukan pada suhu 60°C , tegangan 1.5 volt, jarak elektroda 4 cm, dan waktu deposisi divariasikan dari 30 s sampai 90 s dengan kenaikan waktu setiap 15 s. Hasil penelitian menunjukkan bahwa makin lama waktu deposisi semakin tebal lapisan Ni yang terbentuk dan nilai resistivitas keping semakin menurun.

1. Pendahuluan

RTD (*Resistance Temperature Detector*) merupakan jenis sensor yang bekerja berdasarkan perubahan hambatan listrik atau resistansi dalam unsur logam karena pengaruh perubahan suhu [1]. Peningkatan resistansi pada RTD dapat dibuat dengan cara membuat kedalaman lapisan tipis. Peningkatan resistansi akan berpengaruh terhadap perubahan suhu. Tingkat sensitivitas dari RTD dalam menanggapi perubahan suhu didasarkan pada nilai TCR (*Temperature Coefficient Resistance*). Berdasarkan hal tersebut, maka luas dari sampel dapat ditambah dengan menggunakan PCB *double sides*, hal ini diperlukan untuk meningkatkan kinerja sensor RTD dalam merespon perubahan suhu secara baik. Oleh karena itu dibuat pengembangan dengan membuat lapisan tipis pada PCB *double sides* (Cu/Ni)//(Cu/Ni) atau $(\text{Cu}_{\text{substrat}}/\text{Ni}_{\text{film}})/(\text{Cu}_{\text{substrat}}/\text{Ni}_{\text{film}})$.

Penggunaan PCB *double sides* didasarkan untuk memperpanjang jalur pada PCB, dengan ketentuan ukuran sampel yang sama dengan ukuran cangking termos nitrogen (N_2). PCB *double sides* memiliki dua sisi tembaga (Cu) yang dipisahkan dengan bahan isolator berupa fiber. Lapisan tipis (Cu/Ni)//(Cu/Ni) dibuat dengan teknik elektroplating [2,3], pada substrat PCB *double sides*, dengan cara *side* yang pertama dibuat tetap dan *side* yang lain dibuat berbeda yakni dengan membedakan waktu deposisi saat pelapisan.

Peningkatan nilai resistivitas keping terjadi ketika Cu dideposisi dengan Ni [4], hal ini dikarenakan Nikel memiliki resistivitas $7,3 \mu\Omega\text{cm}$ sementara Cu $1,7 \mu\Omega\text{cm}$. Pelapisan Cu dan Ni dengan menggunakan elektroplating memiliki gaya adhesi yang berbeda, dimana $\text{Cu/Ni}_{\text{film}}$ memiliki gaya adhesi yang lebih kuat dibandingkan dengan $\text{Ni/Cu}_{\text{film}}$ [5]. Lapisan (Cu/Ni)/(Cu/Ni) menghasilkan lapisan yang paralel dengan kedua sisi yang tidak terhubung. Pembuatan lapisan secara paralel membuat nilai resistivitas yang semakin kecil, perubahan nilai resistivitas yang kecil pada variasi deposisi yang dilakukan, harapannya sensor RTD yang dibuat dapat merespon setiap perubahan suhu yang relatif kecil.

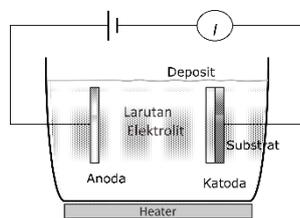
2. Metode Penelitian

2.1. Bahan dan alat

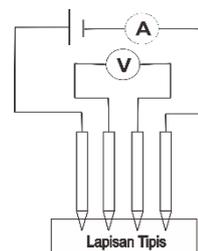
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat tembaga berukuran $10 \times 1,3 \text{ cm}^2$, sebanyak 5 buah. Pelat ini digunakan sebagai substrat pada percobaan yang akan dilapisi dengan Ni, pelat nikel dan larutan elektrolit yang terbuat dari campuran asam borak (H_3BO_3), nikel sulfat (NiSO_4), dan nikel klorida (NiCl_2). Peralat yang digunakan terdiri dari: Gelas ukur 1000 ml, sumber tegangan DC, termokopel, neraca ohaus tipe PA214, probe empat titik, multimaster, magnetic stirrer, dan ultrasonic cleaner.

2.2. Prosedur penelitian

Prosedur penyiapan substrat tembaga antara lain: memotong sampel dengan ukuran $10 \times 1,3 \text{ cm}^2$, selanjutnya di tempel dengan cutting sticker sesuai desain, untuk membentuk pola, tahap selanjutnya sampel dihaluskan dengan amplas 5000 CW dan autosol. Tahap selanjutnya sampel dibersihkan dengan larutan rinso, pembilasan dilakukan dengan menggunakan aquades dan alkohol. Tahap akhir sampel dikeringkan dengan hair dryer dan dibungkus dengan tisu serta di simpan dalam plastik klip. Pada proses elektroplating disiapkan larutan elektrolit dengan dengan komposisi H_3BO_3 (7,5 g), NiSO_4 (175 g), NiCl_2 (30 g) dan H_2O (250 ml). selanjutnya peralatan dirangkai sesuai gambar 1, larutan dipanaskan dengan pembakar bunsen sampai suhu 60°C . Proses elektroplating dilakukan pada tegangan 1.5 volt selama 1 menit dengan jarak 4 cm untuk side pertama, selanjutnya untuk side ke dua proses elektroplating dilakukan dengan memvariasikan waktu deposisi dari 30 s sampai 90 s dengan kenaikan waktu 15 s.



Gambar 1. Diagram skema proses electroplating.



Gambar 2. Skema probe empat titik.

Penentuan tebal lapisan Ni dilakukan dengan penimbangan massa sebelum dan setelah elektroplating, melalui persamaan:

$$\delta = \frac{W}{\rho - A} \quad (1)$$

Dengan, δ merupakan tebal lapisan yang terbentuk (cm), W selisih massa (g) (gr), ρ massa jenis pelapis (gr/cm^3), dan A luas permukaan lapisan (cm^2) [6]. Pengukuran resistivitas keping menggunakan rangkaian alat seperti pada gambar 2 dan pengukuran nilai resistivitas keping R_s dengan probe empat titik digunakan persamaan [7]:

$$R_s = \frac{\pi V}{\ln 2 I} \quad (2)$$

Jika pengukuran dilakukan dengan memvariasi I dan mencatat V , maka persamaan (2) dapat ditulis menjadi:

$$V = \frac{\ln 2}{\pi} R_s I \quad (3)$$

Jika $y=V$ dan $x=I$ maka dengan persamaan $y = ax+b$ dimisalkan slope grafik a , maka nilai R_s adalah:

$$R_s = \frac{\pi}{\ln 2} a \quad (4)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil deposisi lapisan (Cu/Ni)/(Cu/Ni) diperoleh sebanyak 5 sampel dengan variasi waktu deposisi pada salah satu bagian pada PCB double side, untuk bagian yang lain dibuat tetap dengan waktu deposisi selama 1 menit. Hasil pelapisan pada waktu 1 menit pada sensor suhu rendah menunjukkan nilai yang terbaik dilihat dari respon sampel terhadap perubahan suhu ketika uji suhu rendah. Perolehan tebal lapisan untuk lapisan Cu/Ni pada side yang tetap adalah 1.0955×10^{-4} . Sedangkan pada side yang lain tebal lapisan Ni di tunjukkan pada tabel 2.

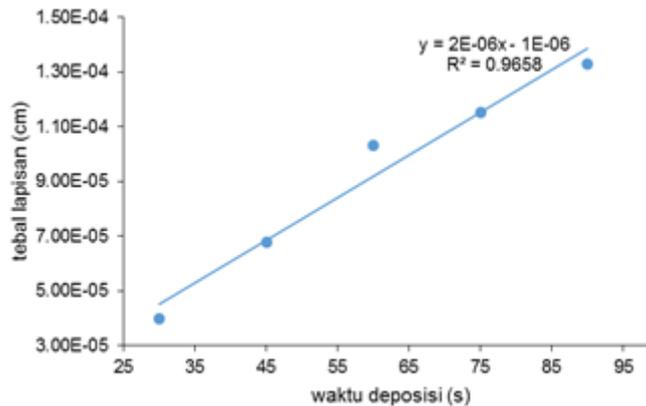
Tabel 2. Tebal lapisan Ni pada variasi waktu deposisi

t (s)	m_1 (g)	m_2 (g)	δ (cm)
30	5.5699	5.5726	3.9865×10^{-5}
45	5.5353	5.5399	6.7918×10^{-5}
60	4.6316	4.6386	1.0335×10^{-4}
75	4.8668	4.8746	1.1516×10^{-4}
90	5.1338	5.1428	1.3288×10^{-4}

m_1 : massa sebelum deposisi, m_2 : massa setelah deposisi, δ : tebal lapisan

Pada gambar 3 tampak bahwa, tebal lapisan berbanding lurus dengan waktu deposisi, hubungan tersebut mengikuti persamaan garis lurus pada persamaan (5).

$$y = (1.555x - 1.476) \times 10^{-6} \quad (5)$$



Gambar 3. Hubungan antara konsentrasi larutan dan tebal lapisan Cu/Ni.

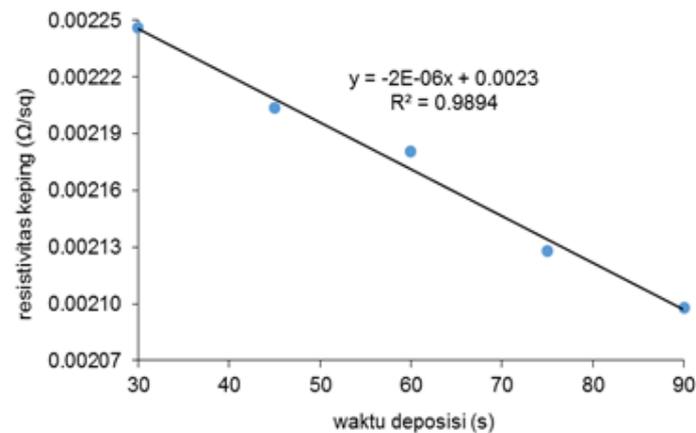
Nilai resistivitas keping lapisan tipis Cu/Ni diukur dengan menggunakan probe empat titik. Dimana nilai R_s pada side pertama sebelum deposisi diperoleh nilai $0.00210 \Omega/\text{sq}$, sedangkan setelah deposisi Ni diperoleh nilai $0.00218 \Omega/\text{sq}$. Tabel 3 menunjukkan nilai resistivitas keping *side* kedua, hasil ini memperlihatkan bahwa, nilai resistivitas keping sampel Cu mengalami kenaikan setelah dilapisi dengan Ni, sehingga dapat diketahui bahwa, peningkatan nilai resistivitas keping menyebabkan peningkatan nilai konduktivitas pada material Cu/Ni. Hal ini disebabkan karena bertambahnya waktu deposisi maka banyak partikel Ni yang terdeposisi pada permukaan Cu.

Kurva resistivitas keping lapisan Cu/Ni sebagai fungsi dari waktu deposisi Ni ditampilkan pada gambar 4, dimana nilai resistivitas keping lapisan Cu/Ni menurun seiring dengan bertambahnya ketebalan pada setiap perubahan waktu deposisi yang diberikan. Karena substrat berupa Cu maka resistivitas keping yang terukur adalah resistivitas keping dari kedua lapisan ini, dengan mengansumsikan resistivitas Cu tetap maka perubahan nilai resistivitas keping pada berbagai waktu deposisi hanya dipengaruhi oleh kondisi lapisan Ni.

Tabel 3. Perubahan nilai resistivitas keping setelah proses elektroplating

t (s)	R_{s1} (Ω/sq)	R_{s2} (Ω/sq)	ΔR_s (Ω/sq)	R_s paralel (Ω/sq)
30	0.00200	0.00200	2.484×10^{-4}	0.001108
45	0.00213	0.00213	7.451×10^{-5}	0.001097
60	0.00204	0.00204	1.419×10^{-4}	0.001091
75	0.00210	0.00210	2.307×10^{-4}	0.001078
90	0.00192	0.00192	1.731×10^{-4}	0.001070

R_{s1} : resistivitas keping sebelum deposisi Ni, R_{s2} : resistivitas keping setelah deposisi Ni, $R_{s \text{ paralel}}$: resistivitas keping (Cu/Ni)//(Cu/Ni)



Gambar 4. Hubungan antara waktu deposisi dan resistivitas keping.

Peningkatan resistivitas berbanding terbalik dengan penambahan waktu deposisi, yaitu semakin lama waktu deposisi resistivitasnya semakin menurun. Sedangkan ketebalan lapisan meningkat. Besarnya resistivitas keping disumbang oleh *interface* antara permukaan Cu dan permukaan Ni. Sejalan dengan kenaikan waktu deposisi maka lapisan Ni menjadi lebih kontinyu sehingga menurunkan resistivitas totalnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa, makin lama waktu deposisi pada proses elektroplating maka makin banyak kandungan nikel pada permukaan tembaga. Pada uji resistivitas keping menunjukkan makin besar waktu deposisi semakin kecil nilai resistivitas keping lapisan pada Cu/Ni, dengan mempararelkan kedua sisi pada lapisan (Cu/Ni)/(Cu/Ni), diperoleh nilai resistivitas keping yang lebih kecil.

5. Daftar Pustaka

- [1] Boylestad. 2003. *Introductory Circuit Analysis*, Tenth Edition. Parential Hall Pearson Education International.
- [2] Srinivas, P., S. Hamann, M. Wambach, A. Ludwig and S. R. Dey, Fabrication of a Ni-Cu Thin Film Material Library Using Pulsed Electrodeposition, *Journal of the electrochemical society*, 161 No. 10 (2014 D504-D509).
- [3] Paunivic, Milan dan Mordechay Schlesinger. 1998. *Fundamental of Electrochemical Deposition*. Pennington: The Electrochemical Society
- [4] Panta, G. P. dan D. P. Subedi. 2012. Electrical Characterization Of Alumunium (Al) Thin Film Measured By Using Four-Point Probe Method. *Kathmandu Univercity Journal Of Science Engineering And Technology* Vol. 8 No. II December 2012, pp 34.
- [5] Okamoto, N., F. Wang and T. Watanabe, Adhesion of Electrodeposited Copper, Nickel and Silver Films on Copper, Nickel and Silver Substrates, *Materials Transactions*, Vol. 45, No. 12 (2014) pp. 3332.
- [6] Lutfiati, Leni., Munasir, Eni Sugiarti, dan Kemas A. Zaini T. 2013. Pengaruh Suhu *Pack Cementation* pada Proses Pelapisan NiCoCrAl Terhadap Ketahanan Oksidasi Baja Karbon. *Jurnal Fisika*. Vol. 02.
- [7] Toifur, Moh. 2014. Memahami Resistivitas Berbagai Jenis Probe-Arus Tegangan. *Jurnal. Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII HFI Jateng dan DIY*.