

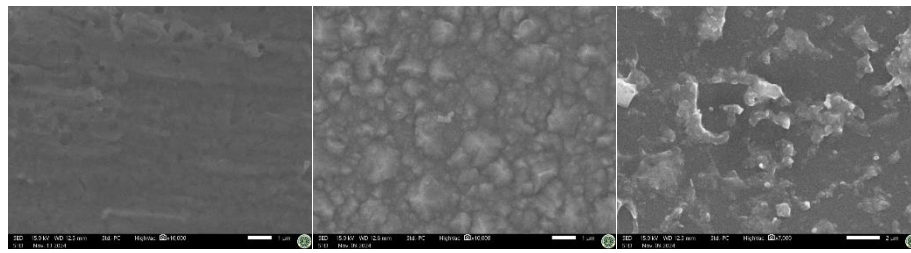
Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

A. Telah dilakukan hasil penelitian sifat fisis sensor

Tabel 1. Besaran-besaran pada Cu sebelum dan setelah dilapisi Ni

Massa pelat Cu	: 2,93608 ± 0,00005 g
Massa pelat Cu/Ni	: 2,95316 ± 0,00005 g
Massa lapisan nikel	: 17,08 ± 0,07 mg
Tebal lapisan Ni	: 128,57 ± 70,71 µm
Tebal lapisan NC	: 19,98 ± 0,06 µm
Resistivitas keping	: 1,062 ± 0,019 Ω/sq

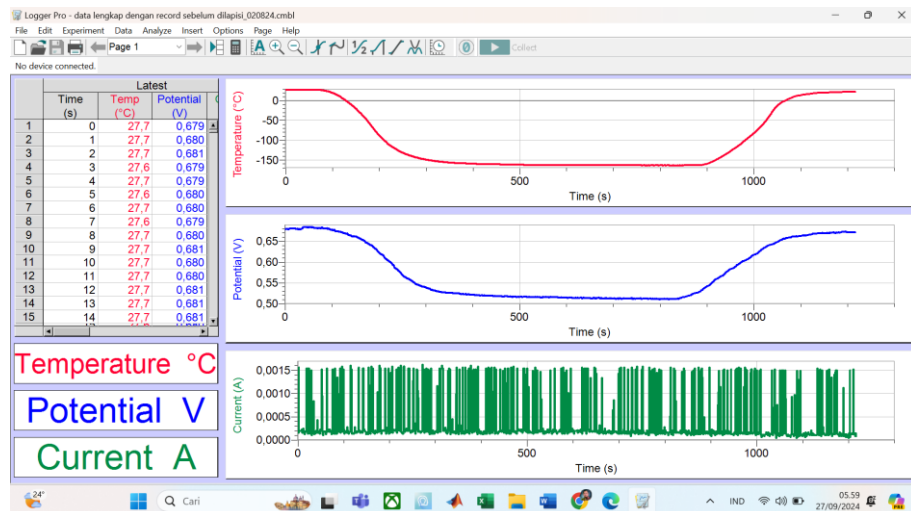


(a) Substrat Cu; (b) Sampel Cu/Ni; (c) Sampel Cu/Ni/NC

Gambar 1. Foto SEM Cu, Cu/Ni, dan Cu/Ni/NC

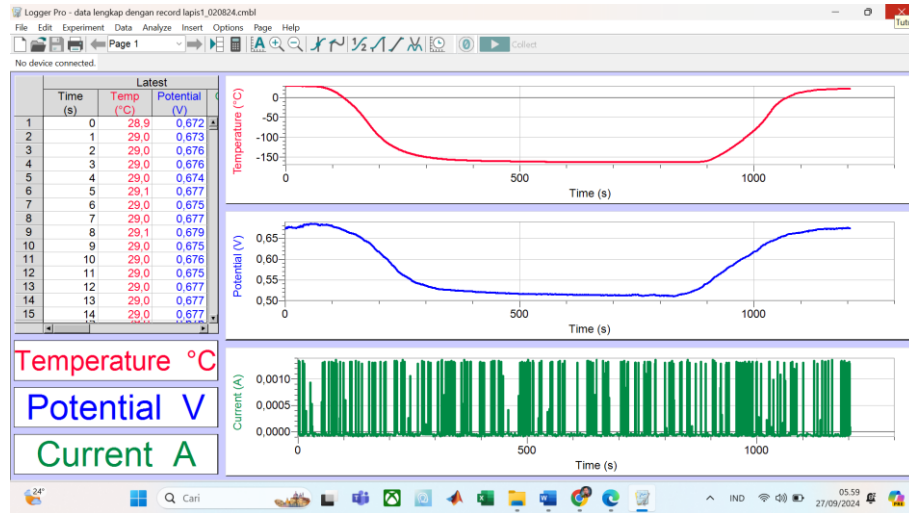
B. Telah dilakukan hasil penelitian kinerja sensor

1. Tegangan output sensor Cu/Ni (sebelum dilapisi nitroselulose, NC) pada variasi suhu medium



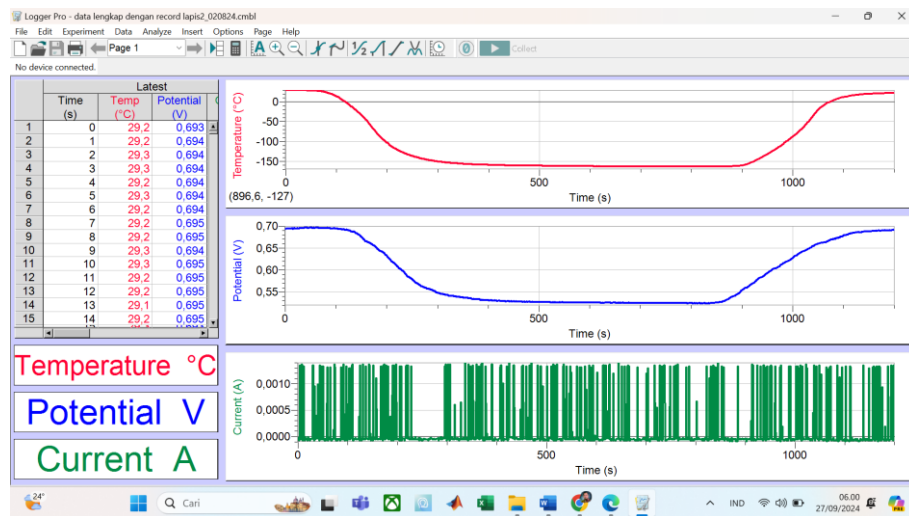
Gambar 2. Suhu dan tegangan pada suhu -160 °C – 0 °C

2. Tegangan output sensor Cu/Ni/NC-1 (setelah dilapisi nitroselulose ke - 1) pada variasi suhu medium



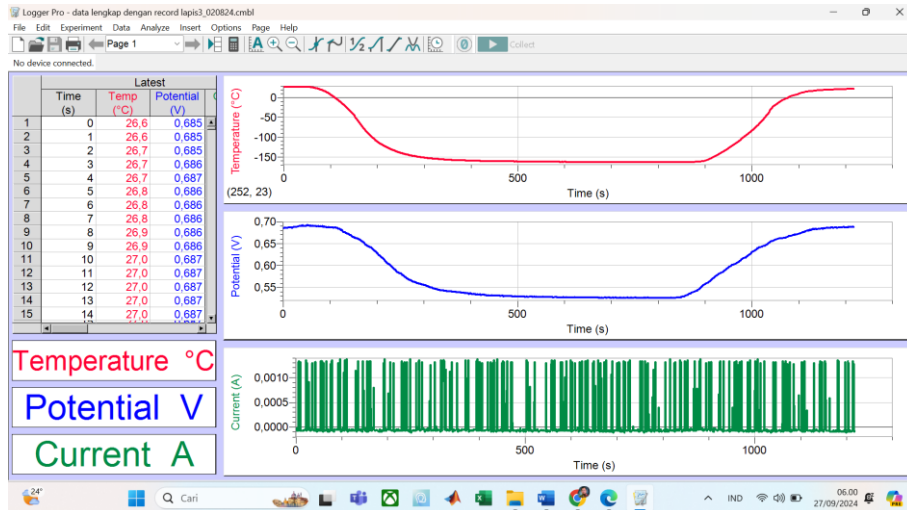
Gambar 3. Suhu dan tegangan pada suhu -160 °C – 0 °C untuk Cu/Ni/NC-1

3. Tegangan output sensor Cu/Ni/NC-2 (setelah dilapisi nitroselulose ke - 2) pada variasi suhu medium



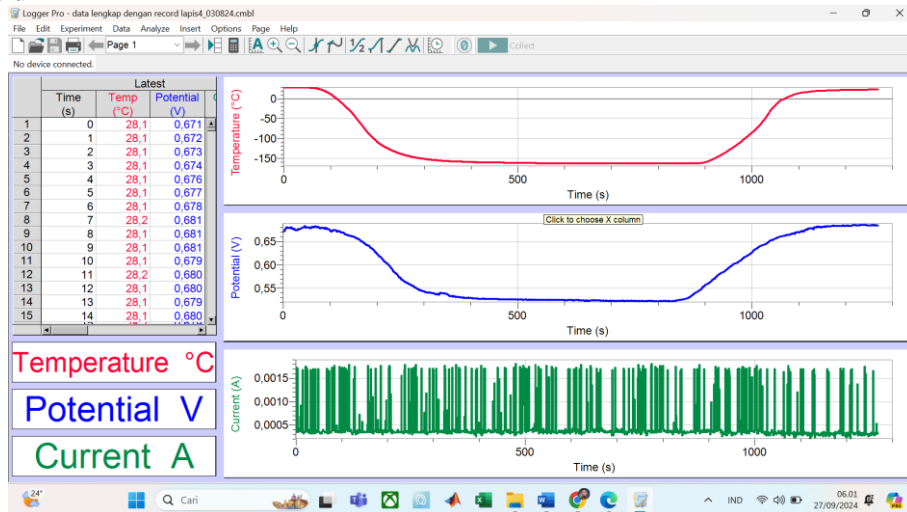
Gambar 4. Suhu dan tegangan pada suhu -160 °C – 0 °C untuk Cu/Ni/NC-2

4. Tegangan sensor Cu/Ni/NC-3 (setelah dilapisi nitroselulose ke - 3) pada variasi suhu medium



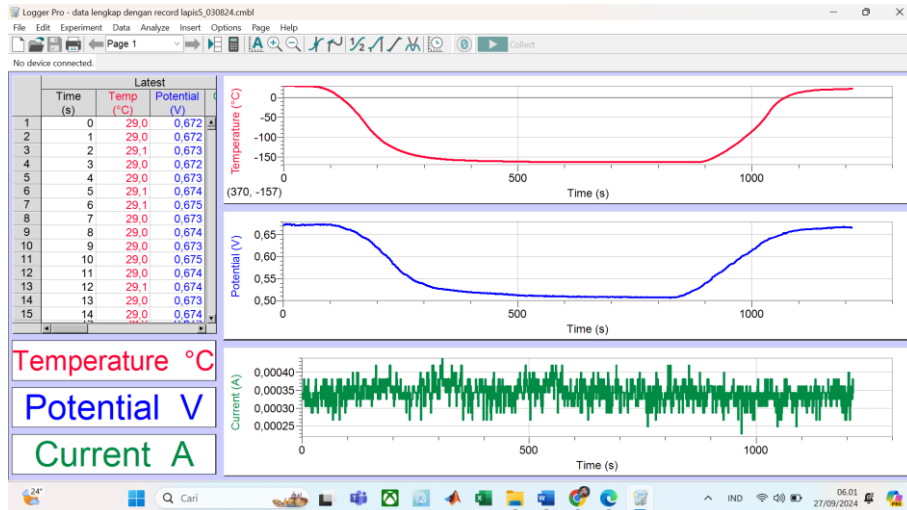
Gambar 5. Suhu dan tegangan pada suhu $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk Cu/Ni/NC-3

5. Tegangan output sensor Cu/Ni/NC-4 (setelah dilapisi nitroselulose ke - 4) pada variasi suhu medium



Gambar 6. Suhu dan tegangan pada suhu $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ untuk Cu/Ni/NC-4

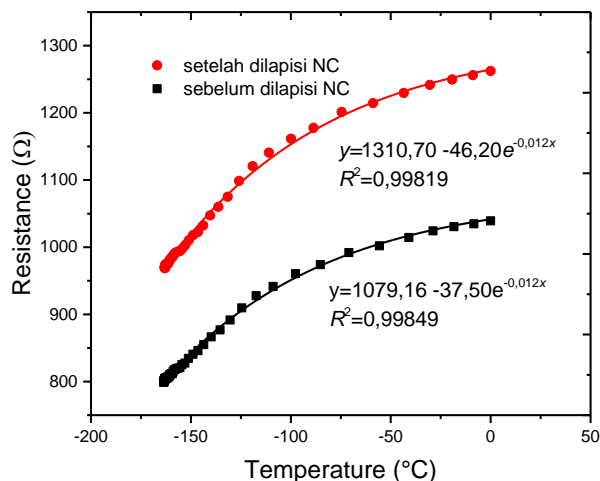
6. Tegangan output sensor Cu/Ni/NC-5 (setelah dilapisi nitroselulose ke - 51) pada variasi suhu medium



Gambar 7. Suhu dan tegangan pada suhu -160°C – 0°C untuk Cu/Ni/NC-5

Untuk mengetahui watak lapisan Cu/Ni sebagai sensor suhu rendah sampel Cu/Ni (yang belum dilapisi NC, disebut S0) dijadikan komponen elektronik pada rangkaian 4 WCB yang dialiri arus sebesar 0,64 mA (sensor DCP-BTA), dimasukkan bersama-sama dengan termokopel TCA-BTA ke dalam termos nitrogen dengan volume 10 L dengan kecepatan 1,07 cm/menit. Perubahan resistansi sensor dalam merespon perubahan suhu dideteksi melalui tegangan output pada kedua ujung sensor menggunakan sensor tegangan VP-BTA. Setelah mencapai suhu terendah kemudian sampel digerakkan naik samapi keluar termos. Hal yang sama dilakukan untuk sampel Cu/Ni/NC. Selanjutnya profil tegangan output kedua sampel dibandingkan. Hasilnya seperti ditampilkan pada **Error! Reference source not found.** Kedua kurva tegangan output sensor berhimpit pada saat suhu diturunkan hingga dari 0°C hingga -160°C maupun ketika dinaikkan. Hal ini menunjukkan bahwa pelapisan NC setebal $19,98 \pm 0,06 \mu\text{m}$ tidak mengganggu kemampuan sensor dalam merespon perubahan suhu.

C. Telah diperoleh hubungan antara resistansi sensor terhadap suhu



Gambar 8. Resistansi sensor terhadap suhu dari -170 – 0°C

Pada Gambar 8 ditampilkan kurva resistansi terhadap suhu (R vs T) sesuai dengan persamaan (3). Penggunaan lapisan NC dapat menaikkan resistansi sensor Cu/Ni pada semua suhu dari -160°C – 0°C . Pada suhu -160°C resistansi Cu/Ni sebesar $823,37 \Omega$ sedangkan resistansi Cu/Ni/NC sebesar $995,57 \Omega$

atau terdapat kenaikan sebesar 172,20 Ω . Pada suhu 0°C resistansi Cu/Ni sebesar 1041,66 Ω sedangkan resistansi Cu/Ni/NC sebesar 1264,5 Ω atau terdapat kenaikan sebesar 222,84 Ω . Persamaan yang menyatakan kenaikan resistansi ΔR sensor Cu/Ni setelah dilapisi NC sebagai fungsi suhu medium T adalah,

$$\Delta R = 231,56 - 8,72e^{-0,0012T} \quad (9)$$

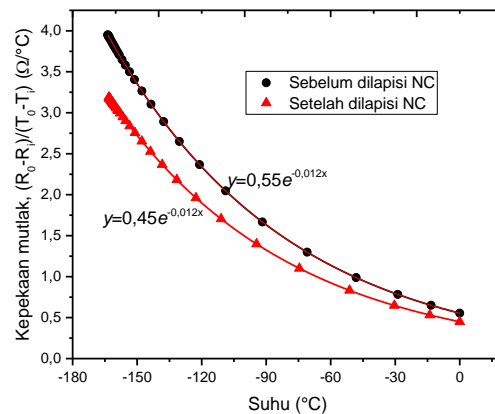
Dalam bentuk persen kenaikan resistansi relatifnya pada semua suhu adalah 21%.

D. Telah diperoleh hubungan antara kepekaan mutlak dan suhu medium

Untuk memperoleh tingkat kepekaan sensor digunakan kepekaan mutlak yang didefinisikan sebagai perubahan resistansi terhadap suhu. secara formulatif diperoleh dengan menurunkan persamaan **Error! Reference source not found.** terhadap suhu (Haris and Lu, 2021).

$$S(x) = -Pe^{Qx} \quad (1)$$

Dengan S kepekaan, P, Q konstanta, dan x suhu.



Gambar 9. Kepekaan mutlak untuk sampel yang belum dilapisi NC dan setelah dilapisi NC.

Dari kurva ini kepekaan tidak sama di setiap suhu, semakin rendah suhu semakin peka sensor. Pada S0 kepekaan merentang dari 0,5544 $\Omega/^\circ\text{C}$ – 3,95088 $\Omega/^\circ\text{C}$ sedangkan untuk Cu/Ni/NC kepekaan dari 0,45 $\Omega/^\circ\text{C}$ – 3,18416 $\Omega/^\circ\text{C}$. Dari rentang nilai tersebut ditemukan perbedaan kepekaan sensor yaitu Cu/Ni lebih peka Cu/Ni/NC. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian lapisan pelindung NC akan mengurangi kepekaan. Namun, keduanya memiliki konstanta kepekaan sama yaitu -0,012 /°C. Ini menunjukkan bahwa pada perubahan suhu tertentu perubahan kepekaan antara S0 dan S1 sama.

Persamaan hubungan kepekaan terhadap suhu untuk sensor Cu/Ni sesuai dengan persamaan (4) adalah,

$$S_{\text{Cu/Ni}} = 0,55e^{-0,012T}$$

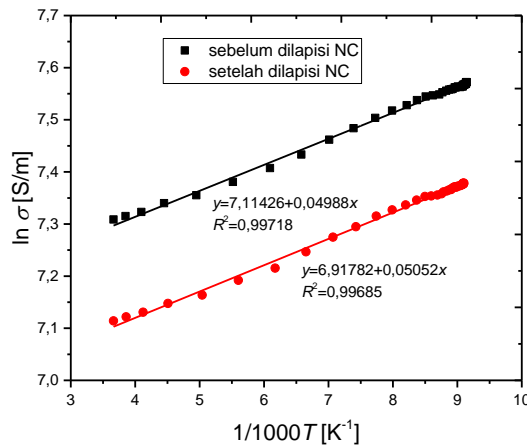
Sedangkan untuk sensor Cu/Ni/NC,

$$S_{\text{Cu/Ni/NC}} = 0,45e^{-0,012T}$$

Pada rentang suhu antara -160°C – 0°C, kepekaan Cu/Ni berkisar dari 0,55 $\Omega/^\circ\text{C}$ – 3,95 $\Omega/^\circ\text{C}$ sedangkan setelah dilapisi NC kepekaan berkisar dari 0,45 $\Omega/^\circ\text{C}$ – 3,18 $\Omega/^\circ\text{C}$. Perbedaan antara persamaan (10) dan (11) hanya pada konstanta P yaitu 0,55 $\Omega/^\circ\text{C}$ untuk Cu/Ni dan 0,45 $\Omega/^\circ\text{C}$ untuk Cu/Ni/NC sedangkan konstanta eksponensial suhu kedua kurva bernilai sama yaitu 0,012/°C. Ini artinya penggunaan lapisan pelindung NC pada sensor Cu/Ni dapat mengurangi kepekaan sensor, namun tidak mengubah laju perubahan kepekaannya terhadap suhu. Dari perhitungan, diperoleh kepekaan sensor menurun hingga 18,9%. Hubungan antara berkurangnya kepekaan ΔS terhadap suhu T dinyatakan dengan,

$$\Delta S = 0,10e^{-0,012T}$$

E. Telah diperoleh hubungan antara energi aktivasi dan suhu medium



Gambar 10. Energi aktivasi Cu/Ni dan Cu/Ni/NC

Dari slope grafik diperoleh energi aktivasi Cu/Ni adalah $(4,298 \pm 0,009) \times 10^{-9}$ eV dan untuk Cu/Ni/NC adalah $(4,353 \pm 0,010) \times 10^{-9}$ eV. Antara keduanya terdapat selisih sebesar 0,055 eV atau 1,3%. Walaupun kecil namun penggunaan lapisan NC berdampak pada kenaikan E_a sehingga pemakaian NC berkontribusi pada kenaikan hamburan elektron konduksi pada sensor. Ini menunjukkan bahwa pada saat sensor digunakan untuk mengukur suhu medium maka sensor Cu/Ni/NC membutuhkan energi yang lebih besar untuk menggerakkan elektron konduksi supaya terjadi aliran arus listrik dibandingkan sensor Cu/Ni. Energi tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan yang disebabkan oleh interface antara Cu dan Ni, dan antara Ni dan NC. Selain itu adanya cacat kristal dan ketidakseragaman ukuran kristal hasil elektroplating juga dapat menambah E_a (Aljubouri et al, 2024). Dari perhitungan, persentase kenaikan energi aktivasi.

Oleh karena itu kepada para produsen sensor suhu rendah umumnya dan sensor Cu/Ni khususnya penggunaan lapisan pelindung supaya dijadikan bahan pencermatan sehingga kepekaan sensor tidak terlalu turun serta energi aktivasi tidak terlalu naik.

F. Telah dihasilkan artikel yang terbit di Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Fisika (JIPFRI)-Jurnal Sinta 3.

Notifications

[JIPFRI] Editor Decision

2024-12-02 02:00 PM

Miftahus Surur, Moh. Toifur, Okimustava Okimustava, Siti Zahra Helmania Putri:

The editing of your submission, "Perlindungan Sensor Suhu Cu/Ni dengan Nitroselulosa," is complete. We are now sending it to production.

Submission URL: <https://journal.unuha.ac.id/index.php/JIPFRI/authorDashboard/submission/3820>

[JIPFRI \(Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah\)](#)

JIPFRI, Vol. 8 No. 2
Halaman: 92-97
November 2024

JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah)
<https://doi.org/10.30599/jipfri.v8i2.3820>



Perlindungan Sensor Suhu Cu/Ni dengan Nitroselulosa

Miftahus Surur, Moh. Toifur*, Okimustava, dan Siti Zahra Helmania Putri

Lab. Sentral, Magister Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta 55161

Jl. Pramuka No. 42 Sidikan Umbulharjo Yogyakarta

*E-mail: toifur@mpfis.uad.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan pelapisan Cu/Ni dengan nitroselulose (NC) dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan NC sebagai lapisan pelindung terhadap kepekaan dan energi aktivasi sensor. Sampel yang dipakai adalah Cu/Ni dan Cu/Ni/Cu dimana pelapisan NC pada Cu/Ni dilakukan dengan metode semprot bertekanan 1,2 Mpa. Kedua sampel sensor digunakan untuk mengukur suhu nitrogen cair (N₂ cair) yang suhunya divariasasi dari -160°C – 0°C. Selain suhu diukur juga tegangan dan arus. Nilai kepekaan diperoleh dari *slope* kurva resistansi terhadap suhu, sedangkan energi aktivasi diperoleh dari *slope* logaritma konduktivitas terhadap satu per suhu mutlak. Dari uji kepekaan diketahui bahwa kedua sensor memiliki kecenderungan semakin peka ketika suhu diturunkan, namun adanya lapisan NC menyebabkan menurunnya kepekaan sampai 18,9% yaitu dari 3,95

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran melalui BIMA.

Luaran	Jenis luaran	Status
Luaran wajib	Publikasi ke Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah.	Sudah terbit di JIPFRI, Vol. 8, No. 2 Halaman: 92-97 November 2024

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* serta mengunggah bukti dokumen pendukung sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra dapat diunggah melalui BIMA.

Catatan:

Bagian ini wajib diisi untuk penelitian terapan, untuk penelitian dasar (Fundamental, Pascasarjana,

PKDN, Dosen Pemula) boleh mengisi bagian ini (tidak wajib) jika melibatkan mitra dalam pelaksanaan penelitiannya

Tidak ada

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Tidak ada

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian selanjutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

1. Akan dilakukan perluasan variasi tebal lapisan NC. Direncanakan sampai 5 variasi, kemudian diteliti pengaruhnya pada kepekaan sensor serta energi aktivasi. Dari data ini dapat dibuat relasi dalam bentuk persamaan hubungan antara tebal lapisan NC terhadap kepekaan.
2. Memperluas penelitian perlindungan sensor suhu Cu/Ni untuk jenis lapisan pelindung epoksi serta memperbanyak variasi komposisi bahan lapisan pelindung.
3. Membuat rangkaian elektronik untuk memfasilitasi sensor Cu/Ni menjadi unit termometer suhu rendah.

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Jain R, Gawre SK. Monitoring and Control of COVID Vaccine Storage Temperature Using IoT and Machine Learning. 2022 Presented at: 2022 IEEE International Students' Conference on Electrical, Electronics and Computer Science (SCEECS); February 19-20, 2022, Bhopal, India.
2. Xiao, X. 2022. Facile Fabrication of Flexible Sustainable Light Energy Harvester for Selfpowered Sensor System In Food Monitoring, *Sensors Int.* 3,100133.
3. Giametta, F., Perone, C., Di Iorio, M., Rusco, G., Catalano, P., & Iaffaldano, N. (2021). A New Freezing Box for the Managing of Semen Cryopreservation Process. *Chemical Engineering Transactions*, 87, 265-270.
4. Toifur, M., Khusnani, A., Okimustava. 2019. Effect of Mass Fraction of Ni in Solution on the Microstructure and Sensitivity of Cu/Ni Film as Low-Temperature Sensor, *Universal Journal of Electrical and Electronic Engineering*, 6(5B), 76 – 83.
5. Nam, V.B., Lee, D. 2021. Evaluation of Ni-Based Flexible Resistance Temperature Detectors Fabricated by Laser Digital Patterning. *Nanomaterials*, 11(576),1–13.
6. Ihsan, M., Toifur, M., Khusnani, A. (2021). Effect of Temperature of Electrolyte Solution On Cu/Ni Layer On Low-Temperature Voltage Range Measurement Performance, *Indonesian Journal of Science and Education*, 5(2), 106-110.
7. Sarkar, S. 2018. Platinum RTD Sensor Based Multi-Channel Highprecision Temperature Measurement System for Temperature Range -100°C to $+100^{\circ}\text{C}$ using single quartic function, *Cogent Engineering*, 5, 2-15.
8. Mizunami, T. 2001. A High-Sensitivity Cryogenic Fiber-Grating Temperature Sensor, *Meas. Sci. Technol.*12.914-917.
9. Toifur, M., Khusnani, A. 2020. Microstructure And Resistivity of The Electroplated Ni Aided By The Magnetic Field Parallel To The Electric Field On The Deposition Voltage Variation. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*, 11(10), 357-365.
10. Singgih S, Toifur M. Pengukuran Nilai Resistivitas Plat Tipis Cu-Ni Hasil Elektroplating Variasi Konsentrasi Larutan dan Jarak Katoda sebagai Sensor Suhu Rendah Berbasis Resistance Temperature Detector (RTD). *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika*, June 2020.
11. Toifur, M., Khansa, M.L., Okimustava, Khusnani, A., and Ridwan, "The Effect of Deposition Time on the Voltage Range and Sensitivity of Cu/Ni as Low-Temperature Sensor Resulted from Electroplating Assisted by a Transverse Magnetic Field, *Key Eng. Mater.*, 855(), 185–190.
12. Haris, C.T., and Lu, T.M. (2021). A PtNiGe resistance thermometer for cryogenic applications, *Rev. Sci. Instrum* (92), 1-5.
13. Aljubouri, A.A., Faisal, A. D., Khalef, W. (2018). Fabrication of temperature sensor based on copper oxide nanowires grown on titanium coated glass substrate, *Materials Science-Poland*, 36(3), 460-468.