

STUDI SIFAT MEKANIK DAN FISIK PADUAN NIKEL, TEMBAGA DAN SENG PADA APLIKASI MATERIAL INDUSTRI

Erwin^{1*}, Yefri Chan¹, Trisna Ardi Wiradinata¹, Husen Asbanu¹, Asyari Daryus¹, Amar Ahmad Fahrezi²

¹Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

²Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada
Jl. Taman Malaka Selatan No.22, Pondok Kelapa, Duren Sawit, DKI Jakarta, Indonesia 13450

*Koresponden : erwin@ft.unsada.ac.id

Abstrak

Kebutuhan logam dalam industri global yang masif semakin tinggi sehingga dibutuhkanlah variasi paduan logam salah satunya paduan alpaca (paduan nikel, tembaga, seng). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji dampak penggunaan paduan alpaca (nikel, tembaga, seng) dalam industri global. Metodologi penelitian akan menjadi tinjauan literatur dan analisis data dan informasi tentang aplikasi terbaru dari paduan alpaca di industri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan paduan alpaca dalam industri global memiliki kelebihan dan tantangan yang harus diperhatikan. Keuntungan menggunakan paduan alpaca adalah kemampuannya untuk menahan tekanan, kelelahan dan suhu tinggi, serta ketahanan terhadap korosi. Namun, penggunaan paduan logam alpaca juga menghadirkan tantangan seperti : tingkat kesulitan produksi serta dampak lingkungan dan kesehatan yang harus diperhitungkan. Solusi dari tantangan ini adalah pengembangan teknik produksi yang lebih baik serta penggunaan metode produksi yang lebih ramah lingkungan. Singkatnya, hasil penelitian ini memberikan pemahaman yang mendalam mengenai dampak penggunaan paduan alpaca di industri di seluruh dunia dan dapat menjadi referensi bagi para pelaku industri ketika mereka mempertimbangkan penggunaannya.

Kata kunci: *Nikel; Industri; Paduan Alpaca; Pengaplikasian; Tembaga,*

Abstract

The need for metal in the massive global industry is getting higher, so a variety of metal alloys is needed, one of which is alpaca alloy (an alloy of nickel, copper, and zinc). The purpose of this study was to examine the impact of the use of alpaca alloys (nickel, copper, zinc) in the global industry. The research methodology will be a literature review and analysis of data and information about the latest applications of alpaca alloys in the industry. The results of the study show that the use of alpaca alloys in the global industry has advantages and challenges that must be considered. The advantage of using alpaca alloy is its ability to withstand stress, fatigue, and high temperatures, as well as corrosion resistance. However, the use of alpaca metal alloys also presents challenges such as the difficulty level of production as well as the environmental and health impacts that must be taken into account. The solution to this challenge is the development of better production techniques and the use of environmentally friendly production methods. In short, the results of this study provide a deeper understanding of the impact of the use of alpaca alloys in industries around the world and can serve as a reference for industry players when they consider their use.

Keywords: *Nickel; Industry; Alpaca Alloy; Application; Copper.*

1. Pendahuluan

Industri global terus berkembang dan mengalami perkembangan pesat dalam hal teknologi dan produksi. Untuk memenuhi kebutuhan produksi yang terus meningkat, bahan dan bahan berkualitas tinggi sangat penting. Bahan yang luar biasa adalah paduan alpaca, yang terdiri dari nikel, tembaga, dan seng. Paduan ini memiliki sifat mekanik yang sangat baik dan tahan terhadap korosi serta memiliki sifat termal yang mumpuni, sehingga banyak digunakan di berbagai industri seperti manufaktur baterai, pembangkit listrik, penyimpanan energi, pengolahan limbah elektroplating otomotif, dan konstruksi. Penggunaan paduan alpaca dalam industri global terus meningkat seiring dengan pertumbuhan industri yang semakin cepat. Namun penggunaan campuran alpaca ini tidak lepas dari kendala serta tantangan yang dihadapi. Misalnya, paduan alpaca lebih sulit dibuat daripada bahan lain karena lebih keras dan lebih rapuh. Selain itu, penggunaan campuran alpaca juga memiliki implikasi kesehatan lingkungan dan manusia yang harus diperhatikan pada setiap tahap penggunaan, dengan metode manufaktur atau fabrikasi yang tepat dapat mengurangi terjadinya cacat produk yang dapat meningkatkan kualitas (Erwin, et al., 2024).

Mengingat pentingnya penggunaan paduan alpaca dalam industri global, tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh paduan alpaca yang digunakan dalam industri global. Dengan menganalisis data dan informasi terkini, kami berharap hasil dari penelitian ini dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang manfaat dan tantangan penggunaan paduan alpaca di industri global. Secara khusus, penelitian ini melihat penggunaan paduan alpaca dalam industri manufaktur baterai, pembangkit listrik, penyimpanan energi, pengolahan limbah elektroplating, otomotif, dan konstruksi. Selain itu, penelitian ini juga membahas hambatan dan tantangan dalam penggunaan paduan alpaca serta solusi untuk mengatasi hambatan tersebut.

Hasil penelitian kami diharapkan dapat memberikan masukan dan arahan kepada pemangku kepentingan industri yang terlibat dalam penggunaan campuran alpaca sebagai bahan produksi. Paduan alpaca atau paduan alpaka adalah paduan logam yang terdiri dari berbagai macam konsentrasi logam tembaga (Cu), nikel (Ni), dan seng (Zn) tergantung pada tujuan penggunaannya. Keunggulan paduan alpaka sebagai material adalah kemampuannya menahan stres dan kelelahan serta ketahanannya terhadap suhu tinggi. Selain itu, alpaka juga memiliki kemampuan yang baik dalam menghantarkan listrik dan panas, sehingga banyak digunakan dalam aplikasi elektronik dan kelistrikan. Karena sifatnya yang unik, paduan alpaka telah menjadi pilihan populer di industri global.

2. Metodologi

Jurnal ilmiah ini mencakup berbagai topik termasuk paduan alpaka (nikel, tembaga dan seng). Metode yang kami gunakan dalam karya ini adalah dengan menerapkan metode penelitian literasi pada beberapa literatur bacaan yang relevan berdasarkan jurnal penelitian berstandar internasional (Elsevier). (Times New Roman 10pt Normal). Metodologi penelitian yang diusulkan dalam penelitian ini adalah studi kasus analitis deskriptif, tujuannya adalah untuk mempelajari dampak penggunaan paduan alpaka (nikel, tembaga, seng) di industri global. Pendekatan yang digunakan berbeda dari pendekatan lain dalam literatur. Penelitian literatur dan analisis bahan dan informasi tentang aplikasi terbaru campuran alpaka di industri. Dalam penelitian deskriptif analitis, masalah diambil atau disajikan sebagaimana adanya pada saat penyelidikan. Hasil penelitian kemudian dibahas dan ditarik kesimpulan.

3. Pembahasan Dan Diskusi

Pengaruh Dari Pengolahan Panas Pada Zinc Oxide Nanostruktur Film Ditanam Dengan Metode Pencelupan Untuk Aplikasi Nanogenerator (Kamaruzaman Et Al., 2023)

Film Seng oksida (ZnO) dan ZnO (Cu:tembaga- doping ZnO) disintesis dengan perendaman dalam aluminium foil sebagai substrat. Studi tersebut meneliti bagaimana perlakuan panas mempengaruhi efisiensi, morfologi permukaan dan sifat struktural dari nanogenerator. Mikroskopi elektron pemindaian emisi lapangan (FESEM) dan difraksi sinar-X (XRD) digunakan untuk mengkarakterisasi sifat struktural ZnO dan Cu: generator triboelektrik Nanogene berbasis film ZnO (TENG) dan osiloskop digunakan untuk mendemonstrasikan respons triboelektrik. Film ZnO dan Cu:ZnO menunjukkan peningkatan ukuran diameter rata-rata dan kristalinitas yang baik setelah perlakuan panas. Daya keluaran film ZnO dan Cu:ZnO berbasis TENG dalam mode kontak dan diskriminasi ujung jari dipelajari. Tegangan keluaran film ZnO dan Cu:TENG berbasis ZnO mencapai tegangan maksimum 0,63 V dan 1,65 V setelah perlakuan panas. Studi ini memberikan informasi penting tentang TENG berbasis ZnO tanpa pelapisan biji melalui teknik fabrikasi langsung dan murah untuk aplikasi nanogenerator.

Dalam penelitian ini, film ZnO dan Cu:ZnO diendapkan pada substrat film Al dengan metode pencelupan kemudian diberi perlakuan panas pada suhu 150 °C. Hasil XRD menunjukkan bahwa struktur film Cu:ZnO terdiri

dari kristal ZnO dengan difraksi ganda. Di atas. Karya ini menunjukkan bahwa perlakuan panas memengaruhi morfologi permukaan dan daya produksi NG berbasis film ZnO dan Cu:ZnO. Diameter film ZnO dan Cu:ZnO meningkat pada 150 °C karena pemuai termal yang disebabkan oleh perlakuan panas. Perlakuan panas dapat mengubah gambaran morfologi dan sifat struktural film dengan mengubah ukuran diameter dan meningkatkan kristalinitas film ZnO. Respon triboelektrik dari Film ZnO dan Cu:ZnO diamati sebelum dan sesudah perlakuan panas. Tegangan keluaran TENG setelah perlakuan panas berdasarkan film ZnO dan Cu:ZnO meningkat. Perlakuan panas meningkatkan ukuran diameter film ZnO dan Cu:ZnO meningkatkan efisiensi TENG, membuatnya cocok untuk digunakan sebagai lapisan triboelektrik dalam aplikasi nanogenerator. Perlakuan panas juga bisa menjadi cara yang layak untuk membuat struktur nano ZnO dan Cu:ZnO pada substrat film Al tanpa pelapis benih. (Times New Roman 10pt Normal).

Nanokomposit Nickel-Zinc Tungstate Disimpan Pada Permukaan Tembaga Untuk Proteksi Korosi Dalam Larutan Klorida (Chukwuike Et Al., 2021)

Nanokomposit tungstat nikel-seng yang diendapkan pada permukaan tembaga untuk proteksi korosi pada larutan klorida V.I. Namun, lapisan ini meskipun memiliki sifat penghalang yang kuat, namun kurang efektif dalam bidang proteksi korosi karena porositas dan daya rekat yang buruk. Sintesis oksida logam campuran yang baru dirancang dilakukan melalui proses kimia basah sederhana dengan adanya DNA dan tanpa adanya DNA. (Chukwuike, S.S. Sankar, S. Kundu, R.C. Barik.). Analisis elektrokimia mengkonfirmasi peningkatan perlindungan korosi Cu sekitar dua kali lipat dengan menggunakan nikel-seng tungstate dengan DNA dibandingkan dengan hanya sampel tanpa DNA dan sistem kosong (tanpa inhibitor). Namun, senyawa ini memiliki tantangan berupa adhesi yang buruk, porositas, dan agregasi partikel; semua hal tersebut berdampak buruk pada penggunaannya sebagai inhibitor korosi meskipun memiliki sifat mekanik dan penghalang yang kuat.

Sifat penghambatan korosi dari nikelzinc tungstate dipertimbangkan dari fakta bahwa inhibitor anorganik seperti Ce_2O_3 , Na_2WO_4 , $CoWO_4$, dll. Telah diuji dan ditemukan untuk bertindak secara normal sebagai inhibitor katodik [17,20-22]. Untuk mengatasi tantangan ini, kami memilih untuk menggunakan DNA sebagai bagian organik dari nanokomposit dalam pekerjaan saat ini karena sifatnya yang luar biasa, kompatibilitas dengan nanopartikel oksida logam campuran dan kemungkinan penghambatan sinergis karena DNA telah dilaporkan sebagai penghambat korosi untuk baja karbon di mana ia menunjukkan efek anodik [24-30]. Kami sangat yakin bahwa mungkin untuk membuat inhibitor korosi dengan dampak katodik dan anodik yang lebih baik dengan menyiapkan nikel-seng tungstate dengan DNA yang akan dibandingkan dengan nikel-seng tungstate tanpa DNA dan sampel Cu kosong. Pemandu molekuler biasanya terdiri dari material lunak yang secara fisik dapat memandu material berskala nano ke dalam geometri yang kompleks.

Molekul DNA sebagai salah satu pemandu molekuler yang paling luar biasa dapat digunakan dalam jumlah yang relatif kecil sebagai bahan struktural yang potensial karena adanya tulang punggung fosfat yang bermuatan negatif di mana kation logam dapat dilampirkan pada rantai dan kemudian diubah menjadi bahan nanokomposit dengan suprastruktur yang menutupi permukaan Cu seperti yang diilustrasikan dalam skema 1. Ini adalah cara baru untuk mengembangkan inhibitor korosi dengan berbagai sifat dan kemampuan dengan menggabungkan material nano dan komponen organik dalam satu moiety untuk membentuk lapisan oksida pasif. Oleh karena itu, kami mempersembahkan untuk pertama kalinya proses sintesis kimia basah sederhana yang dapat mengarah pada pengembangan material komposit nanopartikel nikel-seng tungstat dengan adanya DNA sebagai nanokomposit dengan adsorpsi dan perlindungan penghalang yang unggul. Kinerja perlindungan korosi dari tungstat nikel-seng yang disintesis saat ini dengan sampel DNA dibandingkan dengan tungstat yang disintesis sebelumnya seperti $NiWO_4$ yang ditutup, [11], dan $CoWO_4 + TX-100$ [17], dan penghambat korosi mutakhir lainnya yang dilaporkan oleh penulis lain.

Menemukan Alternatif Untuk Nikel Yang Digunakan Pada Paduan (Tembaga-Nikel) Pada Pembangkit Listrik (Salih Ekbal Mohammed Saeed Et Al., 2021)

Paduan tembaga biasanya digunakan dalam penukar panas dan industri kelautan lainnya. Meskipun paduan tembaga-nikel memiliki sifat yang lebih baik daripada paduan tembaga-seng standar, harganya sangat mahal. Tujuan dari penelitian saat ini adalah untuk menyediakan paduan yang menawarkan sifat unggul paduan kuningan (paduan termurah) untuk meningkatkan efisiensinya dan memperpanjang umur bagian terpenting dari penukar panas (tabung). Elemen peleburan dan perlakuan panas digunakan, dan peleburan dilakukan untuk memastikan pelunakan butiran untuk meningkatkan sifat. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja paduan seperti kekerasan, oksidasi dan kejutan termal. Pengaruh suhu dan ketebalan lapisan oksida pada perilaku oksidasi juga

diperiksa. Hasilnya menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam ketahanan kejut termal, perubahan positif dalam perilaku oksidasi dan peningkatan yang signifikan dalam plastisitas dan adhesi lapisan oksida.

Ada tiga eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini antara lain tes kekerasan (alat uji kekerasan tipe Digital Vickers digunakan dengan piramida berlian berbasis persegi untuk mengukur kekerasan sampel), tes oksidasi siklik (untuk mempelajari ketahanan oksidasi spesimen, oksidasi siklik dilakukan pada suhu tinggi di tungku dengan lama 5 jam), dan tes kejut termal (pengujian dilakukan terhadap semua sampel yang ditempatkan dalam tanur listrik dengan suhu (50-850) C (30 menit), kemudian didinginkan dalam air dan dilanjutkan dengan pemanasan, masing-masing suhu dinaikkan (50 C)).

Didapatkan hasil dari penelitian ini yaitu penambahan unsur-unsur seperti germanium dan yttrium memberi lapisan oksida ketahanan yang tinggi terhadap tekanan yang terkait dengan kejut termal, baik pada suhu rendah atau tinggi, tingkat oksidasi paduan yang mengandung germanium dan yttrium menurun pada suhu tinggi dibandingkan dengan paduan dasar. Ketika ukuran butir berkurang, laju oksidasi akan menurun karena ukuran butir menurun, yang berarti meningkatkan batas butir untuk membuat ion mudah dipindahkan, oksida pertumbuhan yang dihasilkan pada permukaan paduan, kecuali untuk paduan dasar yang mengalami kerusakan dapat berkembang dengan sendirinya setelah oksidasi dan kejut termal pada suhu tinggi. lapisan tipis oksida lebih tahan daripada ketebalannya oksidasi dan kejut termal., cangkang yang tumbuh pada paduan (90Cu/10Ni) mengalami retak dan terkelupas.

Deteksi Titik Nikel Dan Kobalt Dari Baterai Habis Dengan Sensor Elektrokimia (Selvolini & Marrazza, 2022)

Pada penelitian ini didapatkan, karakteristik permukaan elektroda oleh SEM bahwa mikroskop yang dihasilkan menunjukkan deposisi bismut meningkatkan struktur nano elektroda kerja grafit. Diharapkan bahwa pengendapan bismut berhasil. Didapatkan pula karakteristik elektrokimia sensor menunjukkan aliran muatan yang lebih cepat, disebabkan oleh meningkatnya luas permukaan elektroaktif. Penelitian yang didapatkan bahwa commercial graphite screen-printed electrodes (GSPEs) yang dimodifikasi dengan bismuth film (Bi-GSPEs) dan diuji sebagai perangkat pendeteksi untuk menentukan Ni dan Co oleh SWAdSV dengan DMG sebagai agen pelengkap dapat mendeteksi nikel dan kobalt tidak hanya dalam larutan standar tetapi juga dalam matriks kompleks seperti limbah baterai dan sampel tanah dari berbagai daerah. Setelah optimasi parameter elektrokimia dan kalibrasi kurva (pengendapan -0.8 v; 120 detik) dapat mendeteksi Nikel dan Kobalt. Presentase nilai standar deviasi relative pada sensitivitas saat melakukan 10 kali kalibrasi kurva di dapatkan 6% dan 16% untuk deteksi Nikel dan Kobalt. Tujuan penelitian ini untuk mendeteksi kandungan Nikel dan Kobalt dengan elektroda yang dimodifikasi dengan bismut.

Efek Kombinasi Nanopartikel Kitosan Terlapis Tembaga Oksida Dan Nikel Oksida Yang Teradsorpsi Pada Bakteri Resin Styrofoam Pada Bakteri Lentur (Mudigonda, Dahms, Hwang, & Li, 2022)

Pada penelitian ini didapatkan, bahwa aktivitas antibakteri NPa tergantung bentuk, dimensi dan tergantung pada tingkat pelepasan ion-ion logam yang membuat penghambatan dari CuO Nps dan CuO/CS NPs dan bakteri tidak dihambat oleh NiO NPs dan NiO/CS NPs. Resin SF memberikan dampak negative bagi laut karena berfungsi sebagai pembawa zat/elemen beracun dan logam. Hasil penelitian mendapatkan resin SF dalam jumlah kecil tidaklah berbahaya, tetapi jika dalam jumlah yang banyak akan menjadi beracun, apalagi di gabungkan dengan NP (nano partikel) yang dimodifikasi dengan antibakteri yang tinggi. Sifat anti bakteri dan potensi antibiofilm dari NP yang disintesis muncul karena resin SF (Styrofoam) dilapisi dengan NP yang berbeda. Interaksi SF dan polutan di lingkungan membutuhkan penelitian lebih lanjut terutama pada mekanisme aksi-toksik. Beberapa jenis NP yang melekat pada MP dapat memberikan efek adiktif dan sinergis yang berbeda, contoh lainnya pada kontaminasi mikro seperti pestisida, obat-obatan dan mikroorganisme lainnya.

Plastik semakin menjadi ancaman global terhadap lingkungan, fragmen plastik bertahap terurai menjadi mikroplastik (MP) melalui proses fisika, kimia dan biologi. MP dapat menginduksi efek merugikan di lingkungan, bahkan laporan terbaru saluran pencernaan manusia semakin terakumulasi yang menyebabkan mudah stress, toksisitas dan lesi inflamasi. Didapatkan tujuan penelitian ini untuk memberikan pemahaman lebih baik tentang resiko NP dan SF yang direkayasa/di combain dan resin SF yang berbahaya di laut.

Penghilangan Adsorptif Dari Logam Berpotensi Beracun (Kadmium, Tembaga, Nikel, Dan Seng) Dengan Laterit Yang Diperlakukan Secara Kimia: Studi Batch Dan Kolom Tunggal Dan Multikomponen (Chatterjee Et Al., 2017)

Efisiensi laterit yang diolah secara kimia diuji untuk menghilangkan, tembaga, kadmium, seng, dan nikel (logam yang berpotensi beracun) dari air minum) Adsorpsi bersifat endotermik dan fisik. Studi kolom unggul tetap dilakukan dengan menggunakan umpan multikomponen yang memiliki konsentrasi 5 mg/L dari setiap logam yang berpotensi beracun, dan efek kedalaman unggul dan laju aliran diamati untuk logam yang berpotensi beracun, bila larutannya sangat asam (pH kurang dari 3). Namun, permukaan adsorben menjadi bermuatan negatif ketika pH operasional melebihi pHZPC. Dengan demikian, daya tarik spesies logam bermuatan positif lebih disukai pada kisaran pH dari 6 hingga 9. Matriks Taguchi yang disesuaikan dibangun dengan bantuan elemen kode untuk faktor-faktor, seperti konsentrasi adsorben, pH dan ukuran. Elemen kode diambil dalam rentang dari satu hingga empat, yang menandakan angka berikut untuk berbagai faktor: pH: 1 (2,5); 2 (5); 3 (7); 4 (12). responnya, yaitu efisiensi penghilangan logam berat dalam hal ini untuk menilai kondisi operasi yang sesuai. Hasil yang diperoleh persis menguatkan kondisi operasi optimal yang diperoleh dalam metode umum. Efisiensi penghilangan total logam yang berpotensi beracun dalam mode dinamis (tanpa dimensi) Penugasan numerik untuk masing-masing logam beracun dalam campuran multikomponen (tanpa dimensi) Saya Penyerapan logam berpotensi beracun kesetimbangan oleh unggul TL (mg/g) e TL dalam campuran multikomponen (%) Total volume efluen yang terkumpul hingga terobosan selama menjalankan kolom (L) Ch Poin data eksperimental (satuan kuantitas fisik masing-masing) Waktu terobosan (jam) T. Konsentrasi fase cair non-dimensi dari adsorbat hanya berdekatan dengan permukaan adsorben pada waktu t (tanpa dimensi) Waktu reaksi (tanpa dimensi) Larutan stok terpisah dari 1000 mg/L kadmium, tembaga, seng dan nikel dibuat dengan melarutkan CdCl₂.

Penghapusan tembaga, kadmium, seng dan nikel dilakukan dengan laterit yang diolah. Perlakuan kimia meningkatkan porositas dan luas permukaan laterit mentah, menghasilkan pengendapan oksihidroksida besi dan aluminium di permukaannya. Ini meningkatkan kapasitas adsorpsi sebesar 460% untuk tembaga, 516% untuk kadmium, 100% untuk nikel dan 300% untuk seng, dibandingkan dengan laterit mentah. Adsorpsi bersifat endotermik dan fisik. Terobosan yang tertunda dicapai untuk peningkatan kedalaman lapisan, karena pemuatan adsorben yang lebih tinggi sementara terobosan yang lebih cepat untuk peningkatan laju aliran, karena interaksi adsorben-adsorbat yang lebih rendah. Tembaga > kadmium > seng > nikel, yang dikuatkan dengan penurunan energi adsorpsi dalam urutan di atas. Juga, selektivitas zat terlarut pada permukaan TL dari umpan multi komponen memainkan peran penting dalam penentuan perilaku terobosan. Jumlah logam yang berpotensi beracun yang teradsorpsi oleh lapisan dalam kondisi percobaan ini juga mengikuti urutan yang sama. Namun, tergantung pada perbedaan batas yang diperbolehkan dari logam yang berpotensi beracun, waktu terobosan tidak mengikuti tren tertentu. Sebagai contoh, waktu tembus untuk tembaga, kadmium, seng dan nikel masing-masing adalah 44 jam, 2 jam, 22 jam dan 3 jam. Penghapusan masing-masing oleh lapisan masing-masing adalah 16,7%, 12%, 15,5% dan 15% untuk tembaga, kadmium, seng dan nikel. Dapat juga diamati bahwa pada peningkatan kedalaman lapisan, waktu penerobosan dan kelelahan meningkat. Misalnya, waktu terobosan meningkat dari 57 jam menjadi 62 jam untuk peningkatan kedalaman lapisan dari 5 cm menjadi 7 cm, untuk tembaga. Demikian pula, waktu kelelahan meningkat dari 81 jam menjadi 86 jam. Tren serupa diamati untuk semua logam berpotensi beracun lainnya. Kemanjuran laterit yang diolah juga ditunjukkan dengan menggunakan air yang terkontaminasi kehidupan nyata.

Studi Komparatif Teknik Pemulihan Tembaga Selektif Dari Limbah Linci Laterit Nikel Menuju Proses Ekstraktif Berkelanjutan Yang Kompetitif (Perez Isadora Dias Et Al., 2020)

Teknologi telah berkembang untuk menyediakan bahan baku pembuatan alat elektronik dari berbagai sumber (Adeola, 2018). Unsur utama dari peralatan tersebut adalah tembaga (misalnya >50% dari semua logam), yang menjadi Limbah Peralatan Listrik dan Elektronik (WEEE) pada akhir masa pakainya (Ahiq et al., 2019). Tindakan seperti daur ulang WEEE dan eksplorasi bijih berkadarnya rendah dan sisa mineral harus dipertimbangkan untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat (Hencens et al., 2016). Solusi sintetik dibuat dengan melarutkan garam sulfat dari logam yang sesuai dalam air deionisasi. Untuk mengilustrasikan komposisi larutan yang digunakan dalam penelitian ini, pH disesuaikan menjadi 0,5 dengan asam sulfat (H₂SO₄ P.A.), yang sesuai dengan pH sebenarnya dari larutan disolusi nikel laterit, dan juga untuk menentukan konsentrasi sulfat (SO₂) untuk mencapai. 4 Gugus fungsi resin pengkelat Dowex XUS 43605 adalah hidroksipropil picolamine (HPPA) (Squadrone et al., 2016). Urutan teoretis selektivitas adalah Cu(II).

Literatur komparatif dan tantangan yang berkembang untuk proses yang berkelanjutan Ringkasan studi tentang resin chelating yang berbeda untuk pemulihan tembaga. Juga disertakan untuk perbandingan adalah hasil pemisahan tembaga dari natrium dithionite. Tidak ada penelitian lain yang dilakukan untuk tes deposisi serupa.

Studi dipilih berdasarkan kesamaan dengan solusi yang dipelajari dan kondisi eksperimental. Data yang disajikan merupakan kondisi dimana adsorpsi tembaga lebih selektif. Resin khelat yang paling umum digunakan adalah gugus fungsi iminodiasetat dan bispikolamin. Menurut Liebenberg et al. (2013) penulis menggunakan resin khelat Dowex XUS 4360 5 dari proses biohidrometalurgi bijih nikel laterit. Konsentrasi tembaga dan besi yang digunakan oleh penulis masing-masing empat kali lebih tinggi dan seratus kali lebih rendah. Kesimpulan Tujuan utama dari pekerjaan ini adalah untuk membandingkan pertukaran ion tembaga dan teknik sekuestrasi untuk memisahkan residu pelindian laterit nikel dengan proses penambangan berkelanjutan yang kompetitif. Resin khelat XUS43605 mencapai hingga 84% pada pH 2,0 selama 120 menit dan 25 °C. Penyerapan tembaga lebih cocok dengan isoterm Langmuir dan urutan kedua yang tampak. Sementara itu, presipitasi tembaga mencapai 97% pada pH 0,5 selama 45 menit pada suhu 25 °C dan kecepatan pengadukan 45 rpm. Dalam kedua kasus, pemulihan tembaga menurun dengan meningkatnya suhu. Hasilnya menunjukkan bahwa presipitasi lebih bermanfaat untuk pemulihan tembaga karena tekniknya selektif terhadap tembaga. Di sisi lain, hidrogen sulfida dilepaskan oleh penguraian natrium dithionite. Oleh karena itu, masalah lingkungan yang terkait dengan kemungkinan pemrosesan berkelanjutan dari teknologi pertukaran menjadikannya paling cocok untuk aplikasi industri dalam proses yang aman bagi lingkungan. Proses ekstraksi dapat memanfaatkan teknik selektif dengan larutan yang mengandung besi (g/l) konsentrasi tinggi, yang sejalan dengan pemulihan logam dari bijih atau tailing kadar rendah.

Konversi Non-Topologi Operando Membangun Anoda Baterai Nikel-Seng Berkinerja Tinggi (Ding Et Al., 2021)

Baterai nikel-seng memiliki keunggulan yang jelas seperti keamanan yang tinggi, ramah lingkungan, dan kepadatan energi yang tinggi, menjadikannya sebagai alternatif yang paling menjanjikan untuk menggantikan baterai timbal-asam tradisional. Namun, masalah seng dendrit yang terkenal sangat menghambat pengembangan baterai nikel-seng. Mengingat In₂O₃ dapat menghambat seng dendrit secara efektif, maka penting untuk mendapatkan elektroda seng dengan In₂O₃ yang terdispersi merata. Di sini, melalui penerapan reaksi konversi non-topologi operando ZnIn₂S₄, anoda komposit seng oksida dengan In₂O₃ yang terdistribusi secara merata dapat dibangun. Konversi non-topologi operando membangun anoda baterai nikel-seng berkinerja tinggi keamanan yang tinggi, dan ramah lingkungan. Tantangan yang paling kritis adalah masalah seng dendrit, yang berkaitan dengan pembentukan tonjolan seng ketika pelapisan / pengupasan seng terjadi, disertai dengan efisiensi coulombik yang rendah dan ketidakstabilan siklus panjang yang sesuai.

Sebuah metode sintesis dimodifikasi diterapkan. Biasanya, 1 mmol seng nitrat, 2 mmol indium nitrat, dan 1 mmol natrium sitrat adalah ditambahkan ke dalam air deionisasi (60 mL). Dan kemudian campuran di atas disonikasi selama 5 menit dan diaduk dengan kuat pada kondisi sekitar selama 30 menit. Selanjutnya, 8 mmol thioacetamide (CH₃CSNH₂, 0,601 g) ditambahkan ke dalam larutan di atas. Campuran yang diperoleh disonikasi selama 5 menit dan diaduk dengan kuat selama 30 menit. Larutan yang diperoleh dipindahkan ke reaktor hidrotermal dengan 100 mL. Setelah perlakuan hidrotermal dengan kondisi berbeda 160 °C selama 1, 5, 10, dan 15 jam dan 180 °C selama 1 dan 5 jam, produk dengan bubuk kuning dikumpulkan dengan sentrifugasi, dicuci dengan etanol dan air deionisasi, dan dikeringkan dalam oven vakum pada suhu 80 °C selama 12 jam.

ZnIn₂S₄ yang disintesis di atas dimasukkan ke dalam tungku tabung dalam atmosfer udara. Untuk mempelajari sepenuhnya mekanisme konversi non-topologi operando, di bawah laju kenaikan suhu 5 °C min⁻¹, perlakuan termal dari ZnIn₂S₄ yang disintesis dilakukan pada suhu yang berbeda (300, 500, 700, 900, dan 1100 °C) dan waktu reaksi (1, 2, dan 5 jam). Sampel yang diperoleh dianalisis melalui difraksi sinar-X, mikroskop elektron pemindaian emisi lapangan, mikroskop elektron transmisi resolusi tinggi, pengukuran brunner-emmet-teller, spektrum fotoelektron sinar-X dan instrumen lainnya. Sel tipe koin 2032 dirakit pada suhu dan tekanan sekitar. Anoda ZnO murni, ZnO/ In₂O₃, dan ZnO@In₂O₃ dibuat dengan mencampur bahan aktif, super-P, dan polytetra fluoroethylene (PTFE) dengan rasio berat 7:2:1 dalam air deionisasi.

Untuk mencapai ZnO dengan distribusi In₂O₃ yang seragam melalui reaksi konversi non-topologi operando, kami menggunakan sulfida bimetalik (seng indium sulfida, ZnIn₂S₄) sebagai prekursor, yang telah digunakan dalam berbagai bidang seperti fotokatalisis, termoelektrik, dan penyimpanan energi. Untuk mendapatkan ZnIn₂S₄ dengan kemurnian dan kristalinitas tinggi, metode hidrotermal sederhana dengan parameter preparasi yang berbeda diterapkan dengan menggunakan indium nitrat, seng nitrat, dan tioasetamida (TAA) sebagai sumber seng, indium, dan belerang. Untuk menganalisis struktur fasa dan informasi komposisi ZnIn₂S₄ yang diperoleh dan produk yang diperoleh melalui konversi operan non topologi, digunakan difraksi sinar-X (XRD).

Investigasi Praktis Pada Penyebar Panas Tembaga Berlapis Nikel Dengan Proses Aktivasi Katalitik Yang Berbeda Untuk Paket Array Flip-Chip Ball Grid (Amin Et Al., 2009)

Artikel ini mengeksplorasi dampak dari dua teknik aktivasi katalitik yang berbeda pada kinerja termal penyebar panas flip-chip. Studi ini menyimpulkan bahwa inisiasi galvanik mungkin merupakan pilihan yang lebih baik karena menghasilkan penyebar panas dengan difusivitas termal yang lebih tinggi dibandingkan dengan aktivasi pemogokan tembaga tipis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik aktivasi katalitik mempengaruhi komposisi dan ketebalan lapisan pada penyebar panas. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa kekasaran permukaan penyebar panas dapat dengan mudah diatasi dengan menggunakan bahan antarmuka termal yang lebih baik. Studi ini memberikan wawasan berharga untuk meningkatkan kinerja termal paket semikonduktor.

Dalam artikel yang ditulis oleh Chang JY, Santos I, Dani A, et al. (2005), dibahas mengenai pemilihan material antarmuka dan teknik manajemen termal pada platform generasi kedua yang dibangun di atas teknologi mobile Intel Centrino. Artikel ini memberikan wawasan tentang tantangan manajemen termal pada perangkat mobile dan pentingnya memilih material dan teknik yang tepat untuk meningkatkan kinerja termal. Artikel ini membahas secara rinci mengenai material antarmuka yang digunakan pada platform generasi kedua, yaitu paduan nikel-tembaga dan paduan aluminium-silikon. Artikel ini juga membahas teknik manajemen termal yang digunakan pada platform generasi kedua, yaitu teknik pendinginan udara dan teknik pendinginan cairan. Selain itu, artikel ini juga membahas tentang penggunaan bahan termal antarmuka, seperti paduan timah-perak, paduan timah-perak-indium, dan paduan timah-perak-tembaga.

Artikel ini juga membahas tentang penggunaan teknik manajemen termal yang lebih canggih, seperti teknik manajemen termal adaptif dan teknik manajemen termal berbasis perangkat lunak. Teknik manajemen termal adaptif memungkinkan perangkat untuk menyesuaikan kinerja termalnya dengan kondisi lingkungan yang berbeda, sedangkan teknik manajemen termal berbasis perangkat lunak memungkinkan pengguna untuk mengatur kinerja termal perangkat sesuai dengan kebutuhan mereka. Selain itu, artikel ini juga membahas tentang tantangan manajemen termal pada perangkat mobile, seperti ukuran yang kecil, daya yang rendah, dan kepadatan daya yang tinggi. Artikel ini juga membahas tentang pentingnya pengembangan teknologi manajemen termal yang lebih canggih untuk memenuhi kebutuhan perangkat mobile yang semakin kompleks. Secara keseluruhan, artikel ini memberikan wawasan yang sangat berguna tentang pemilihan material antarmuka dan teknik. Dokumen ini juga membahas tentang teknik aktivasi katalitik galvanik dan aktivasi pemogokan tembaga tipis pada penyebar panas dan bagaimana teknik inisiasi galvanik dapat meningkatkan kinerja termal relatif terhadap aktivasi pemogokan tembaga tipis karena teknik inisiasi galvanik tidak membentuk lapisan elektrodeposisi nikel-tembaga yang memiliki konduktivitas termal yang rendah.

Peramalan Harga Nikel Jangka Menengah Sampai Panjang Menggunakan Jaringan Lstm Dan Gru (Ali Can Ozdemir Et Al., 2022)

Jurnal ini membahas tentang perkembangan nikel pada beberapa tahun terakhir. Nikel telah menjadi logam penting serta strategis bagi warga berkembang dan modern. Ketahanan yang tinggi terhadap korosi serta noda merupakan beberapa keunggulan nikel yg paling penting dibandingkan menggunakan logam lainnya. Oleh karena itu, nikel banyak dipergunakan di industri peralatan rumah tangga, otomotif, software militer, pembuatan koin, dan pembuatan komponen komputer (Henckens and Worrell, 2020). Secara khusus, penggunaannya dalam baja tahan karat, paduan, dan baterai isi ulang secara signifikan berkontribusi pada pertumbuhan dan perkembangan ekonomi negara mana pun (Eckelman, 2010; Yan et al., 2012; Liu et al., 2017 ; Wang et al., 2018). Yang dimana dengan pesatnya perkembangan ekonomi dunia, pelepasan emisi gas rumah kaca (GRK) pada jumlah yang besar ke atmosfer telah menyebabkan peningkatan dramatis pemanasan global yg menyebabkan perubahan iklim (Fu et al., 2021).

Disini penulis juga menyertakan bahwa Selama beberapa dekade terakhir, peramalan harga logam tetap terkenal, serta banyak peneliti yang sudah menerapkan aneka macam teknik buat menaikkan akurasi peramalan harga logam. misalnya, Brunetti dan Gilbert (1995) melakukan keseimbangan perihal volatilitas harga logam serta berbagi model yang menghubungkan volatilitas logam dengan keseimbangan logam. Temuan membagikan bahwa volatilitas tidak menunjukkan kecenderungan meningkat selama periode 1972-1995 buat enam logam London Metal Exchange (LME) seperti nikel, aluminium, tembaga, timbal, timah, dan seng. Panas (2001) meneliti perilaku harga pada London Metal Exchange (LME) dan menguji long memory dan analisis chaos pada enam logam yg sama untuk mengevaluasi sikap harga logam. akibat penelitian membagikan bahwa dinamika LME dapat dikaitkan menggunakan memori panjang, sikap memori pendek, anti-persisten, dan proses kekacauan deterministik. Cortez et al. (2018) mengusulkan model yang menggabungkan teori chaos serta pendekatan pembelajaran mesin. Dapat disimpulkan bahwa Tujuan primer dari penelitian ini ialah memperhitungkan harga nikel dalam jangka menengah hingga panjang. tidak seperti pendekatan lain dalam literatur, dua arsitektur deep learning tingkat lanjut diimplementasikan, yaitu jaringan LSTM dan GRU. model yang diusulkan diuji di deretan

data yang terdiri berasal data harga bulanan delapan logam (nikel, aluminium, tembaga, emas, besi, timah, perak, dan seng.

Pemulihan Selektif Tembaga, Nikel Dan Seng Dari Abu Yang Dihasilkan Dari Biomassa Terkontaminasi *Saccharomyces Cerevisiae* Yang Digunakan Dalam Pengolahan Efluen Elektroplating Nyata (Machado Et Al., 2010)

Pemulihan selektif tembaga, nikel, dan seng dari abu yang dihasilkan dari biomassa terkontaminasi *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan dalam pengolahan limbah cair pelapisan logam (Manuela D. Machado,a, Eduardo V. Soares,a,c, Helena M.V.M.). Penelitian ini mengusulkan proses hibrida untuk pemulihan selektif tembaga, nikel dan seng dari biomassa *Saccharomyces cerevisiae* yang terkontaminasi, yang digunakan dalam bioremediasi limbah elektroplating. Skema pemisahan yang dikembangkan terdiri dari lima langkah berurutan: (1) pembakaran biomassa yang terkontaminasi; (2) pencernaan asam gelombang mikro (HCl) pada abu; (3) pemulihan tembaga dari larutan asam dengan elektrolisis pada potensial terkontrol; (4) daur ulang nikel, sebagai nikel hidroksida, dengan alkalisasi larutan sebelumnya pada pH 14; (5) pemulihan seng, sebagai seng hidroksida, dengan menyesuaikan pH larutan sebelumnya pada 10.

Pendekatan terpadu ini memungkinkan pemulihan setiap logam dengan rendemen yang tinggi (>99% untuk semua logam) dan kemurnian (99,9%, 92% dan 99,4% untuk tembaga, nikel dan seng, masing-masing). Aliran limbah pelapisan logam ini tidak dapat dilepaskan di lingkungan atau dikirim langsung ke saluran pembuangan sanitasi kota. Meskipun limbah ini mengandung konsentrasi logam berat yang cukup tinggi untuk menimbulkan bahaya lingkungan yang serius, konsentrasi logam yang ada dalam larutan limbah ini terlalu rendah untuk dipulihkan secara langsung. Meskipun upaya penelitian besar telah dipromosikan dalam pengembangan alternatif berbasis biologis untuk pemurnian limbah yang mengandung logam, perhatian terbatas telah didedikasikan untuk pemulihan logam untuk penggunaan kembali atau penjualan berikutnya.

Pada dasarnya, ada dua pendekatan yang dapat dilakukan: (i) desorpsi logam dari biomassa; (ii) pelarutan biomassa (dengan asam kuat) atau pembakaran. Desorpsi logam dari biomassa memungkinkan tercapainya regenerasi biomassa dan pemulihan logam secara simultan dari fase cair. Secara teoritis, proses ini diinginkan untuk menekan biaya proses. Di sisi lain, ketika biomassa tidak mahal, seperti penggunaan sel ragi pembuat bir (produk sampingan dari industri fermentasi), pelarutan atau pembakarannya menguntungkan karena menghasilkan larutan logam berat yang pekat; aspek ini sangat penting karena dapat menentukan kelayakan pemulihan logam. Pembakaran mikroorganisme dan pemulihan logam dari abu, dengan pelindian asam, tampaknya merupakan pendekatan yang menjanjikan. Proses ini mengurangi jumlah residu dan memekatkan logam. Kemudian, logam dapat dipulihkan dari larutan asam dengan proses pemisahan seperti elektrolisis atau pengendapan kimiawi.

Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Pemisahan Selektif Nikel Dari Residu Pabrik Zinc Cd–Ni (Safarzadeha Mohammad Sadegh Et Al., 2010)

Yang dibahas dalam artikel ini adalah pengaruh perlakuan panas terhadap perilaku pelarutan seng, kadmium, dan nikel dari residu pabrik seng Cd-Ni. Usulan tersebut dipertimbangkan untuk mengetahui kemungkinan efek positif dari perlakuan panas terhadap pemisahan nikel yang terdapat dalam residu, karena beberapa transformasi fasa. Percobaan pelindian dilakukan dengan residu yang diberi perlakuan panas pada kondisi pelindian yang identik. Hasilnya jelas menunjukkan bahwa perlakuan panas mengurangi pelarutan seng tetapi tidak mempengaruhi pelarutan kadmium. Penelitian ini menawarkan kendaraan yang memungkinkan untuk pemisahan nikel dari residu. Sumber utama kadmium adalah residu yang tersisa setelah pemurnian larutan seng sulfat dengan menambahkan bubuk seng ke dalam tangki yang diaduk. Proses ini menghilangkan kadmium, tembaga dan pengotor lainnya (seperti nikel) sebagai produk kenyal yang disebut sebagai lumpur tembaga, residu kadmium, kue kadmium atau filtercake pemurnian dingin. Pengotor yang paling penting dalam pemulihan kadmium adalah seng, tembaga, besi, arsenik, talium, dan dalam beberapa kasus, sejumlah kecil nikel dan kobalt.

Ekstraksi kadmium dari residu pabrik seng mengikuti beberapa langkah proses yang sudah dikenal luas, dengan menggunakan teknik pemurnian tertentu yang tidak terlalu rumit. Perbedaan antara sifat elektrokimia tembaga dan kadmium memungkinkan pemisahan yang mudah dari keduanya dengan kontrol yang cermat terhadap kondisi pelindian, yang dalam hal ini secara dominan dikontrol oleh Penulis korespondensi di: Laboratorium Proses Pencucian dan Pemurnian, Pusat Penelitian dan Pengembangan, The Iranian Zinc Mines Development Company (IZMDC), P.O. Seperti yang telah dilaporkan sebelumnya, perhatian utama dari produksi kadmium di Iran adalah pemisahan nikel dari kadmium sebagai akibat dari tingginya jumlah nikel dalam residu kadmium. Nikel mudah larut bersama dengan komponen lain selama pelindian seng kalsin dan diendapkan bersama dengan kadmium, tembaga dan pengotor lainnya kemudian dengan penambahan bubuk seng dalam

jumlah yang memadai ke dalam larutan pelindian. Dalam sebuah proyek baru-baru ini, pengaruh pemanasan awal pada berbagai suhu terhadap pelarutan seng, kadmium dan nikel telah dipertimbangkan.

Pengaruh Perlakuan Panas Permukaan Pra Dan Pasca Friksi Terhadap Struktur Mikro Dan Perilaku Korosi Nickel-Aluminide Yang Diperkuat Al-Cu-Mg Alloy (Farajollahia Ramezanali, Hamed Jamshidi Avala Et Al., 2022)

Jurnal yang dibahas dalam dokumen tersebut membahas tentang teknik friction surfacing dan karakteristik material yang digunakan dalam teknik tersebut. Penelitian ini fokus pada pengaruh perlakuan panas pada mechtrod dan aging pada lapisan aluminium yang diperkuat dengan nikel-aluminida terhadap mikrostruktur dan perilaku korosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan panas solid solution memberikan efisiensi pelapisan yang lebih baik daripada perlakuan homogenisasi. Selain itu, lapisan yang diperkuat dengan nikel-aluminida memiliki ukuran butir yang lebih kecil dan kekuatan mekanik yang lebih rendah setelah penuaan, namun memiliki arus korosi yang lebih rendah daripada lapisan tanpa nikel- aluminida. Jurnal ini membahas secara rinci tentang teknik friction surfacing dan pengaruh perlakuan panas pada lapisan aluminium yang diperkuat dengan nikel-aluminida terhadap mikrostruktur dan perilaku korosi.

Berdasarkan pembahasan dalam jurnal tersebut, dapat disimpulkan bahwa teknik friction surfacing dapat digunakan untuk membuat lapisan pelindung pada material dengan karakteristik yang diinginkan. Pengaruh perlakuan panas pada mechtrod dan aging pada lapisan aluminium yang diperkuat dengan nikel-aluminida terhadap mikrostruktur dan perilaku korosi juga telah diteliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan panas solid solution memberikan efisiensi pelapisan yang lebih baik daripada perlakuan homogenisasi. Selain itu, lapisan yang diperkuat dengan nikel-aluminida memiliki ukuran butir yang lebih kecil dan kekuatan mekanik yang lebih rendah setelah penuaan, namun memiliki arus korosi yang lebih rendah daripada lapisan tanpa nikel-aluminida. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pemahaman tentang pengaruh perlakuan panas pada lapisan aluminium yang diperkuat dengan nikel-aluminida dan dapat digunakan untuk pengembangan material tahan aus dan korosi yang lebih baik di masa depan. Namun, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memperdalam pemahaman tentang teknik friction surfacing dan karakteristik material yang digunakan dalam teknik tersebut.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan paduan nikel, tembaga, dan seng dalam berbagai industri memiliki keuntungan dan tantangan yang harus dipertimbangkan. Keuntungan meliputi kemampuan untuk menahan tekanan, kelelahan, suhu tinggi, dan ketahanan terhadap korosi. Namun, tantangan termasuk tingkat kesulitan produksi dan dampak lingkungan dan kesehatan. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan paduan tembaga-nikel-zinc dalam berbagai industri semakin meluas, termasuk dalam pembuatan baterai, pembangkit listrik, penyimpanan energi, dan pengolahan limbah elektroplating. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk pemulihan selektif tembaga, nikel, dan seng dari berbagai sumber, termasuk biomassa dan sisa tanaman. Selain itu, penelitian ini juga membahas penggunaan nikel dalam berbagai industri, seperti tangga, otomotif, dan pembuatan komponen komputer. Dalam kesimpulannya, penelitian ini memberikan wawasan tentang penggunaan paduan nikel, tembaga, dan seng dalam berbagai industri dan menawarkan solusi untuk mengatasi tantangan yang terkait. Selain itu, penelitian ini juga memberikan informasi tentang penggunaan nikel dalam berbagai industri.

Pengaplikasian paduan alpaca (tembaga, nikel, seng) pada industri secara global kini sangat beragam mulai dari industri manufaktur baterai, pembangkit listrik, penyimpanan energi, pengolahan limbah elektroplating, dan masih banyak lagi. Manfaat dari paduan alpaca sangat berarti bagi industri. Studi lebih lanjut dapat dilakukan mengenai topik ini sehingga pengaplikasiannya dalam industri dapat memberikan manfaat yang semakin lebih di masa yang akan datang

Ucapan Terima kasih

Terima kasih Kami sampaikan kepada Pimpinan Fakultas Teknik Unsada dan seluruh Dosen Prodi Teknik Mesin yang telah membantu penyelesaian artikel ini. Akhir kata, kami berharap hasil penelitian kami dapat memberikan manfaat dan kontribusi yang signifikan pada bidang studi yang relevan. Kami mengucapkan terima kasih atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan

Daftar Pustaka

- [1] Machado, M. D., Soares, E. V., & Soares, H. M. V. M. (2010). Selective recovery of copper, nickel and zinc from ashes produced from *saccharomyces cerevisiae* contaminated biomass used in the treatment of real electroplating effluents. *Journal of Hazardous Materials*, 184(1–3), 357–363. doi:10.1016/j.jhazmat.2010.08.044.
- [2] Amin, N., Lim, V., Seng, F. C., Razid, R., & Ahmad, I. (2009). A practical investigation on nickel plated copper heat spreader with different catalytic activation processes for flip-chip ball grid array packages. *Microelectronics Reliability*, 49(5), 537–543. doi:10.1016/j.microrel.2009.02.013.
- [3] Kamaruzaman, D., Mamat, M. H., Kamal Ariffin, N. I., Abdullah, M. H., Parimon, N., Yaakob, M. K., ... Rusop, M. (2023). Influence of heat treatment on zinc oxide nanostructured film grown by immersion method for Nanogenerator Application. *Materials Today: Proceedings*, 75, 31–38. doi:10.1016/j.matpr.2022.09.584.
- [4] Chatterjee, S., Sivareddy, I., & De, S. (2017). Adsorptive removal of potentially toxic metals (cadmium, copper, nickel and zinc) by chemically treated laterite: Single and multicomponent batch and column study. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(4), 3273–3289. doi:10.1016/j.jece.2017.06.029.
- [5] Ding, J., Zheng, H., Gao, H., Wang, S., Wu, S., Fang, S., & Cheng, F. (2021). Operando non-topological conversion constructing the high- performance nickel-zinc battery anode. *Chemical Engineering Journal*, 414, 128716. doi:10.1016/j.cej.2021.128716.
- [6] Farajollahi, R., Jamshidi Aval, H., Jamaati, R., Hájovská, Z., & Nagy, Š. (2022). Effects of pre- and post-friction surfacing heat treatment on microstructure and corrosion behavior of nickel-aluminide reinforced Al-Cu-Mg alloy. *Journal of Alloys and Compounds*, 906, 164211. doi:10.1016/j.jallcom.2022.164211.
- [7] Safarzadeh, M. S., & Moradkhani, D. (2010). The effect of heat treatment on selective separation of nickel from CD–ni zinc plant residues. *Separation and Purification Technology*, 73(2), 339–341. doi:10.1016/j.seppur.2010.03.019.
- [8] Chukwuike, V. I., Sankar, S. S., Kundu, S., & Barik, R. C. (2019). Capped and Uncapped nickel Tungstate (Niwo4) nanomaterials: A comparison study for anti-corrosion of copper metal in NaCl solution. *Corrosion Science*, 158, 108101. doi:10.1016/j.corsci.2019.108101.
- [9] Bohac, V. (2017). Thermal properties of materials and their characterization by classic and transient methods. *2017 11th International Conference on Measurement*. doi:10.23919/measurement.2017.798 3535.
- [10] Fu, R., Jin, G., Chen, J., & Ye, Y. (2021). The effects of poverty alleviation investment on carbon emissions in China based on the multiregional input–output model. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120344. doi:10.1016/j.techfore.2020.120344.
- [11] Salih, E. M., Al-Jubori, H. A. H., & Abbas, R. J. (2022). Finding an alternative to nickel used in an alloy (copper-nickel) in electric power plants. *Materials Today: Proceedings*, 61, 700–705. doi:10.1016/j.matpr.2021.08.269.
- [12] Selvolini, G., & Marrazza, G. (2023). On spot detection of nickel and cobalt from exhausted batteries by a smart electrochemical sensor. *Talanta*, 253, 123918. doi:10.1016/j.talanta.2022.123918.
- [13] Mudigonda, S., Dahms, H.-U., Hwang, J.-S., & Li, W.-P. (2022). Combined effects of copper oxide and nickel oxide coated chitosan nanoparticles adsorbed to styrofoam resin beads on hydrothermal vent bacteria. *Chemosphere*, 308, 136338. doi:10.1016/j.chemosphere.2022.136 338.
- [14] Ozdemir, A. C., Buluş, K., & Zor, K. (2022). Medium- to long-term nickel price forecasting using LSTM and GRU Networks. *Resources Policy*, 78, 102906. doi:10.1016/j.resourpol.2022.102906.
- [15] Safarzadeh, M. S., & Moradkhani, D. (2010a). The effect of heat treatment on selective separation of nickel from CD–ni zinc plant residues. *Separation and Purification Technology*, 73(2), 339–341. doi:10.1016/j.seppur.2010.03.019.
- [16] Perez, I. D., Anes, I. A., Botelho Junior, A. B., & Espinosa, D. C. (2020). Comparative study of selective copper recovery techniques from nickel laterite leach waste towards a competitive sustainable extractive process. *Cleaner Engineering and Technology*, 1, 100031. doi:10.1016/j.clet.2020.100031.
- [17] Erwin, Chan, Y., Lenardo, Y. ., Supriatna, A., & Faturachman, D. (2024). The effect of quality control standard implementation for quality improvement of the casting process on the jewellery manufacturing industry. *Journal of Research and Technology*, 10(1), 103–111. <https://doi.org/10.55732/jrt.v10i1.1206>.