

# Pengembangan Proses Hybrid Milling dan Biomachining pada Manufaktur Solid Microneedle Menggunakan Tembaga dan Nikel = Development of Hybrid Milling and Biomachining Processes in Solid Microneedle Manufacturing Using Copper and Nickel

Mohammad Haikal, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920545137&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

Microneedle adalah teknologi kesehatan berukuran mikro untuk menginjeksikan cairan atau obat ke lapisan luar kulit. Pendekatan hybrid milling dan biomachining diharapkan meningkatkan efisiensi dan presisi dalam pembuatan microneedle dengan dimensi mikro dan akurasi tinggi. Hybrid milling menggabungkan teknik pemesinan konvensional dengan biomachining, menggunakan bakteri *Acidithiobacillus ferrooxidans* untuk mengurangi dimensi material sesuai rencana. Penelitian ini menguji dua jenis material, tembaga dan nikel, untuk menentukan material optimal berdasarkan aspek rasio (diameter terhadap ketinggian). Hasil menunjukkan bahwa hybrid milling dan biomachining dapat menghasilkan microneedle yang sangat mendekati ukuran ideal pada material tembaga, namun tembaga tidak disarankan untuk aplikasi medis karena mudah korosi, yang dapat membahayakan pasien. Maka dari itu, tembaga hanya digunakan sebagai perbandingan dengan nikel dan cocok untuk proses biomachining. Sebaliknya, nikel menunjukkan performa lebih baik dalam hal kekuatan dan ketahanan korosi, menjadikannya pilihan lebih aman dan efektif. Akan tetapi, hasil penelitian pada material nikel masih kurang maksimal. Penelitian pada proses biomachining dilakukan selama 72 jam dengan ukuran pola dalam proses maskless photolithography sebesar 800  $\mu\text{m}$ . Selanjutnya, terdapat hasil diameter dan ketinggian dari material tembaga setelah dilakukan proses biomachining, yaitu 713  $\mu\text{m}$  dan 1777,625  $\mu\text{m}$ . Selain itu, pada material nikel memiliki hasil diameter dan ketinggian, yaitu 800,21  $\mu\text{m}$  dan 1854,75  $\mu\text{m}$ . Aspek rasio yang dihasilkan pada material tembaga dan nikel, yaitu sebesar 0,401 dan 0,431.

.....Microneedle technology, designed for micro-scale health applications, injects fluids or drugs into the outer skin layer. The hybrid milling and biomachining approach aims to enhance efficiency and precision in manufacturing microneedles with micro dimensions and high accuracy. Hybrid milling combines conventional machining techniques with biomachining, using *Acidithiobacillus ferrooxidans* bacteria to reduce material dimensions as planned. This study tests two types of materials, copper and nickel, to determine the optimal material based on the aspect ratio (diameter to height). Results indicate that hybrid milling and biomachining can produce microneedles that closely approach the ideal size in copper. However, copper is not recommended for medical applications due to its susceptibility to corrosion, which can endanger patients. Therefore, copper is used only for comparison with nickel and is suitable for the biomachining process. Conversely, nickel demonstrates better performance in terms of strength and corrosion resistance, making it a safer and more effective choice. However, the results for nickel are still not optimal. The biomachining process was conducted for 72 hours with a pattern size of 800  $\mu\text{m}$  in the maskless photolithography process. The copper material resulted in a diameter and height of 713  $\mu\text{m}$  and 1777,625  $\mu\text{m}$ , respectively, after biomachining. Additionally, the nickel material showed a diameter and height of 800,21  $\mu\text{m}$  and 1854,75  $\mu\text{m}$ . The aspect ratios for copper and nickel materials were 0,401 and 0,431.