

TUGAS AKHIR

PENGARUH TEMPERATUR *SINTERING* PADA PELAPISAN ELEKTRODA *STAINLESS STEEL* (AISI 304) DENGAN *GRAPHENE* MENGGUNAKAN METODE EPD UNTUK PENURUNAN *WETTABILITY* ALAT PEMISAH HIDROGEN

Oleh :

ZIKRI ALHAMDI

NIM. 2010912012



Dosen Pembimbing :

1. **Prof. Dr. Eng. Gunawarman**
2. **Prof. Dr. Eng. Jon Affi**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2025

ABSTRACT

Stainless steel (AISI 304) is widely used as an electrode in water electrolysis for hydrogen production due to its corrosion resistance and economic cost. However, its naturally high surface wettability (water contact angle of 77.65°) leads to excessive hydrogen bubble accumulation, reducing gas separation efficiency. This study aims to enhance the hydrophobicity of stainless steel (AISI 304) surfaces through graphene coating using the Electrophoretic Deposition (EPD) method. The sintering process was carried out at temperatures of 200°C, 300°C, and 400°C to evaluate changes in the structure of the formed layer. Morphological observations using Scanning Electron Microscopy (SEM) showed that graphene distribution was uneven at 200°C and 400°C due to particle agglomeration and shrinkage during sintering. Contact angle measurements indicated an increase from 81,1° at 200°C to 91.27° at 300°C, but then decreased again to 86,21° at 400°C. The highest increase at 300°C was attributed to a more uniform particle distribution and the formation of a denser graphene layer. In contrast, the 400°C temperature led to thermal degradation, reducing layer stability. Surface roughness measurements showed a value of 0,202 µm at 200°C, decreasing to 0,102 µm at 300°C, and increasing again to 0,154 µm at 400°C. The minimum roughness at 300°C indicated a more homogeneous and smoother layer, supporting increased hydrophobicity. The graphene layer thickness was also more optimal at this temperature, reaching 14,075 µm compared to 13,5 µm at 200°C and 13,775 µm at 400°C, demonstrating that sintering at 300°C resulted in good adhesion without structural degradation. Overall, sintering at 300°C provided the best results in terms of uniform graphene distribution, increased hydrophobicity, and lower surface roughness, making it the optimal condition for improving stainless steel electrode performance in water electrolysis applications.

Keywords: Stainless Steel AISI 304, Electrophoretic Deposition, Sintering, Graphene, Hydrophobicity

ABSTRAK

Stainless steel (AISI 304) banyak digunakan sebagai elektroda dalam elektrolisis air untuk produksi hidrogen karena ketahanan korosi dan biaya ekonomisnya. Namun, *wettability* permukaan alaminya yang tinggi (sudut kontak air $77,65^\circ$) menyebabkan akumulasi gelembung hidrogen berlebihan, yang mengurangi efisiensi pemisahan gas. Penelitian ini bertujuan meningkatkan hidrofobisitas permukaan *stainless steel* (AISI 304) melalui pelapisan *graphene* menggunakan metode Electrophoretic Deposition (EPD). Proses sintering dilakukan pada suhu 200°C , 300°C , dan 400°C untuk mengevaluasi perubahan struktur lapisan yang terbentuk. Hasil pengamatan morfologi menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) menunjukkan bahwa distribusi *graphene* tidak merata pada suhu 200°C dan 400°C akibat aglomerasi partikel serta penyusutan selama sintering. Pengukuran sudut kontak menunjukkan peningkatan dari $81,1^\circ$ pada 200°C , menjadi $91,27^\circ$ pada 300°C , namun menurun kembali ke $86,21^\circ$ pada 400°C . Peningkatan tertinggi pada 300°C disebabkan oleh distribusi partikel yang lebih seragam dan pembentukan lapisan *graphene* yang lebih padat. Sebaliknya, suhu 400°C menyebabkan degradasi termal yang mengurangi stabilitas lapisan. Pengukuran kekasaran permukaan menunjukkan nilai $0,202\ \mu\text{m}$ pada 200°C , menurun menjadi $0,102\ \mu\text{m}$ pada 300°C , dan meningkat kembali menjadi $0,154\ \mu\text{m}$ pada 400°C . Kekasaran minimum pada 300°C mengindikasikan lapisan yang lebih homogen dan halus, yang mendukung peningkatan hidrofobisitas. Ketebalan lapisan *graphene* juga lebih optimal pada suhu ini yaitu $14,075\ \mu\text{m}$ dibandingkan suhu lainnya yaitu $13,5\ \mu\text{m}$ pada 200°C dan $13,775\ \mu\text{m}$ pada 400°C , hal ini menunjukkan bahwa *sintering* pada 300°C menghasilkan adhesi yang baik tanpa degradasi struktural. Secara keseluruhan, *sintering* pada suhu 300°C memberikan hasil terbaik dalam hal distribusi *graphene* yang seragam, peningkatan hidrofobisitas, serta kekasaran permukaan yang lebih rendah, menjadikannya kondisi optimal untuk meningkatkan kinerja elektroda *stainless steel* dalam aplikasi elektrolisis air.

Kata kunci: *Stainless Steel* (AISI 304), Electrophoretic Deposition, *Sintering*, *Graphene*, Hidrofobisitas