

KARAKTERISTIK AERODINAMIKA PONTOON PESAWAT N219 VERSI AMFIBI

Andreas Maulana Irsabudi¹, Gaguk Jatisukanto², Hary Sutjahjono²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121

Email: andreas.irsabudi@gmail.com

ABSTRAK

Pesawat amfibi adalah pesawat yang dapat lepas landas dan mendarat di air. Persyaratan unik pesawat amfibi adalah kebutuhannya untuk lepas landas dan mendarat di air yang dilengkapi dengan pontoon. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui korelasi dari variasi kombinasi geometri deadrise angle, step height, dan constant cross-section length dengan nilai koefisien drag (C_D), koefisien lift (C_L), dan koefisien momen (C_M). Metodologi penelitian dilakukan dengan simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD). Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa deadrise angle mempengaruhi koefisien drag (C_D), koefisien lift (C_L), dan koefisien momen (C_M) dengan masing-masing nilai 0,0055; 0,0044; -0.0036, sedangkan step height tidak berdampak signifikan terhadap koefisien drag (C_D) dan koefisien lift (C_L) serta tidak berpengaruh terhadap koefisien momen (C_M). constant cross-section length tidak berdampak signifikan terhadap koefisien drag (C_D) dan koefisien lift (C_L) tetapi peningkatan constant cross-section length dapat meningkatkan koefisien momen (C_M) dengan nilai -0.0039 koefisien momen (C_M).

Keywords: Pesawat amfibi, Pontoon, C_D , C_L , C_M .

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar dengan jumlah pulau yang dimiliki yaitu 17.504 pulau (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2017). Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki potensi wisata yang besar dan hasil laut yang melimpah. Tantangan dalam pengembangan sektor pariwisata maritim dan pengembangan potensi perikanan memerlukan moda transportasi yang dapat bergerak cepat di dua kondisi. Pesawat N219 Versi Amfibi merupakan salah satu pesawat yang akan diproduksi PT. Dirgantara Indonesia dan paling strategis untuk memenuhi kebutuhan sektor pariwisata dan hasil maritim. Pesawat ini dirancang untuk dapat beroperasi di dua kondisi sekaligus yaitu darat dan perairan dengan dilengkapi wahana apung atau pontoon.

Pesawat amfibi memiliki beberapa fitur yang harus diteliti antara lain: geometri dan karakteristik aerodinamika (Parkinson, dkk, 1943). Bagian terpenting dalam mendesain hull antara lain *deadrise angle*, *step height*, dan *constant cross-section length* (Jenkinson, 2003). Selain itu, karakteristik aerodinamika pada pontoon juga penting ditinjau untuk mengetahui besaran nilai koefisien drag (C_D), koefisien lift (C_L), dan koefisien momen (C_M).

Qiu dan Song, (2013), meneliti tentang pengaruh pesawat amfibi terhadap hidrodinamika ketika mendarat dan aerodinamika ketika lepas landas. Metode yang digunakan adalah metode simulasi menggunakan ANSYS/CFX. Hasil yang diperoleh yaitu mendapatkan bahwa nilai koefisien drag, $C_D \leq 0.05$. Frediani, dkk, (2015), meneliti tentang optimasi prototipe pesawat amfibi berbentuk PrandtlPlane dari

sebelumnya T400 dibandingkan dengan T700 dengan Metode CFD (*Computational Fluid Dynamics*). Bentuk hull atau pontoon dioptimasi dengan cara mengatur panjang hull, step height, deadrise angle, lebar hull, constant cross-section length, dan sudut kenaikan ekor dengan variasi sudut serang 6°, 8°, 10°, 12°, 14°, 16°, 18°, 20°, dan 22°. Hasil yang diperoleh yaitu nilai koefisien lift maksimum (C_{Lmax}) pada sudut serang $\alpha = 16^\circ$ dengan nilai mendekati 2.00.

Penelitian ini akan mengkaji karakteristik aerodinamika pada variasi pontoon pesawat N219 Versi Amfibi menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh karakteristik aerodinamika yang akan digunakan sebagai pedoman untuk menentukan desain pontoon berikutnya.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. Dirgantara Indonesia, khususnya di Bidang Aerokonfigurasi, Divisi Aerodinamika. Penelitian ini menggunakan metode simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk pemodelan 3D. Simulasi menggunakan software OpenFOAM v5.0. Parameter penelitian yaitu variasi sudut serang -10°, -5°, 0°, 3°, 5°, 10°, dan 15° serta variasi geometri seperti Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Variasi Geometri Pontoon

No.	Geometri	Variasi		
		1	2	3
1	Deadrise Angle, D (deg)	18	29	37
2	Step Height, h (mm)	80	100	127
3	Constant Cross-Section Foebody Length, L (mm)	1500	2388	3185

Kombinasi konfigurasi *pontoon* ditunjukkan pada Tabel 2 yang mengacu nilai pada Tabel 1.

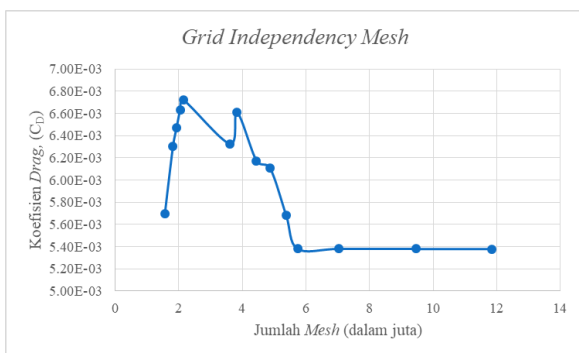
Tabel 2. Konfigurasi Geometri *Pontoon*

Nama	Deskripsi	Gambar
Konfigurasi 1 (K1)	D2h2L1 (Basic)	
Konfigurasi 2 (K2)	D1h2L1	
Konfigurasi 3 (K3)	D2h1L1	
Konfigurasi 4 (K4)	D2h2L2	
Konfigurasi 5 (K5)	D2h2L3	
Konfigurasi 6 (K6)	D2h3L1	
Konfigurasi 7 (K7)	D3h2L1	

Simulasi dilakukan dalam tiga proses yaitu: *pre-processing*, *solver* dan *post-processing*. Tahap *pre-processing* digunakan untuk menghasilkan *meshing*, sedangkan *solver* dan *post processing* digunakan untuk penentuan metode dan input parameter yang diperlukan pada *software OpenFOAM v5.0*.

HASIL DAN PEMBAHASAN
Grid Independency Mesh

Sensitivitas *mesh* atau *grid independency mesh*. *Grid independency mesh* merupakan bagian yang penting dalam mengevaluasi kualitas *mesh* pada simulasi CFD. Hal tersebut melibatkan perbaikan *mesh* dan menjalankan simulasi hingga memperoleh hasil objektif secara konvergen dengan nilai $\leq 10^{-5}$. Pada tahap ini menggunakan *software OpenFOAM v5.0* untuk melakukan simulasi dalam bentuk 3D model pada konfigurasi D2h2L1 *Basic* dengan nilai sudut serang 0° .

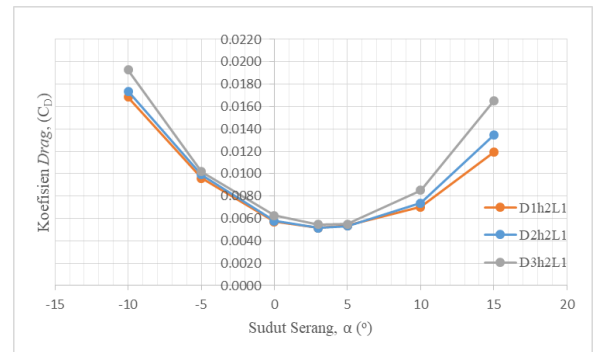


Gambar 1. Plot Sensitivitas *Mesh* terhadap Koefisien Drag (C_D)

Hasil grafik *grid independency mesh* ditunjukkan pada Gambar 1. Grafik tersebut merupakan plot sensitivitas *mesh* yang menjelaskan jumlah elemen berpengaruh terhadap akurasi hasil CFD. Jumlah elemen *mesh* ditambah hingga mencapai 12 juta elemen yang berpengaruh terhadap besaran nilai koefisien *drag*. Nilai koefisien *drag* mengalami konvergen pada jumlah lima juta elemen hingga 12 juta elemen sehingga komputasi berikutnya dilakukan dengan mengambil lima jumlah elemen atau jumlah elemen terendah yang konvergen.

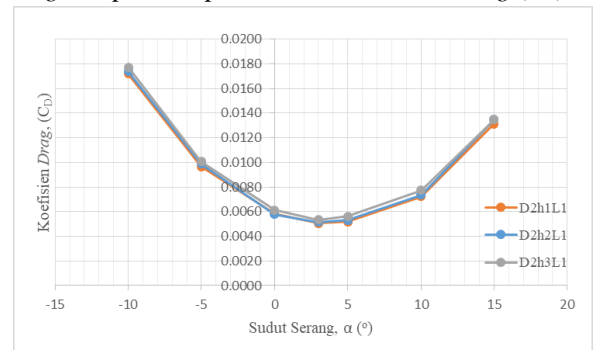
Koefisien Drag (C_D)

Gambar 2. menunjukkan konfigurasi D3h2L1 memiliki nilai koefisien *drag* (C_D) paling tinggi disusul konfigurasi D2h2L2 dan konfigurasi D1h2L1. Hal tersebut berarti menambah nilai *deadrise angle* dapat memperbesar nilai koefisien *drag* (C_D).



Gambar 2. Korelasi antara Sudut Serang (α) dengan Koefisien Drag (C_D) Pada Perbedaan *Deadrise Angle*

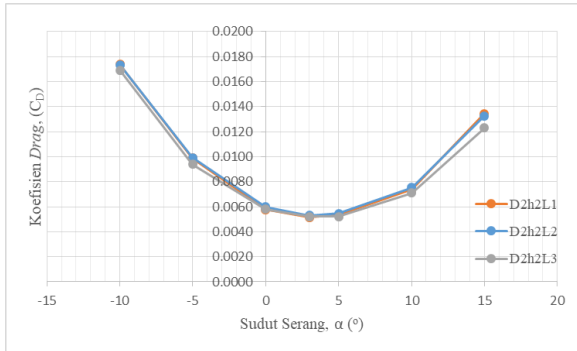
Gambar 3. menunjukkan konfigurasi D2h3L1 memiliki nilai koefisien *drag* (C_D) paling tinggi disusul konfigurasi D2h2L1 dan konfigurasi D2h1L1. Hal tersebut berarti menambah nilai *step height* dapat memperbesar nilai koefisien *drag* (C_D).



Gambar 3. Korelasi antara Sudut Serang (α) dengan Koefisien Drag (C_D) Pada Perbedaan *Step Height*

Gambar 4. Menunjukkan konfigurasi D2h2L3 memiliki nilai koefisien *drag* (C_D) paling rendah dibandingkan dua konfigurasi yang

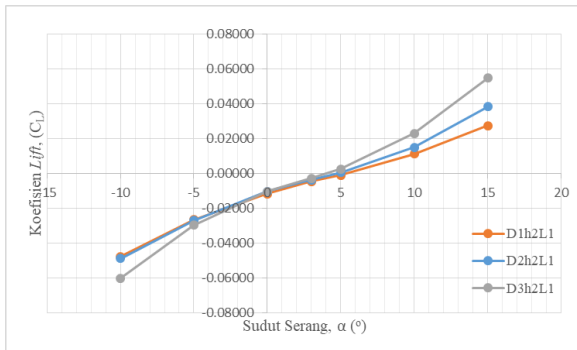
disimulasikan. Di samping itu, konfigurasi D2h2L1 Basic dan konfigurasi D2h2L2 tidak memiliki interval nilai koefisien drag (C_D) yang signifikan.



Gambar 4. Korelasi antara Sudut Serang (α) dengan Koefisien Drag (C_D) Pada Perbedaan Constant Cross-Section Length

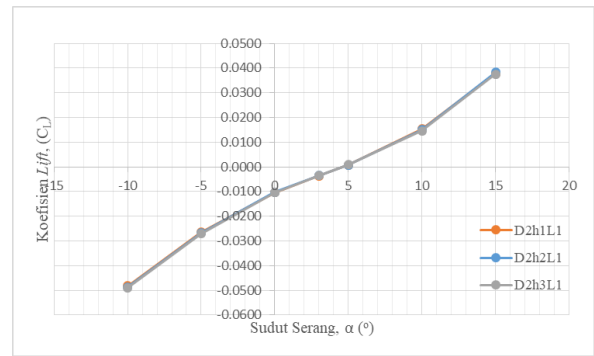
Koefisien Lift (C_L)

Gambar 5. menunjukkan pada sudut serang $\alpha = -10^\circ$ dan -5° , konfigurasi D3h2L1 memiliki nilai koefisien lift (C_L) paling rendah di antara semua konfigurasi, sedangkan pada sudut serang sudut serang $\alpha = 0^\circ, 3^\circ, 5^\circ, 10^\circ$, dan 15° , konfigurasi D3h2L1 memiliki nilai koefisien lift (C_L) paling tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa menambah nilai *deadrise angle* dapat memperbesar kelengkungan kurva (*slope*) yang ditunjukkan pada sudut serang negatif, menambah nilai *deadrise angle* dapat menurunkan nilai koefisien lift (C_L) dan pada sudut serang positif dapat meningkatkan koefisien lift (C_L).



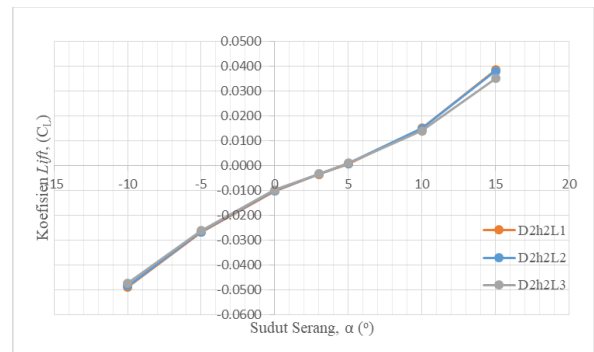
Gambar 5. Korelasi antara Sudut Serang (α) dengan Koefisien Lift (C_L) Pada Perbedaan *Deadrise Angle*

Gambar 6. menunjukkan perbedaan *step height* tidak berdampak secara signifikan terhadap perbedaan nilai koefisien lift (C_L). Hal tersebut dapat dilihat yang mana kurva dari semua nilai koefisien angkat (C_L) saling tumpang tindih.



Gambar 6. Korelasi antara Sudut Serang (α) dengan Koefisien Lift (C_L) Pada Perbedaan *Step Height*

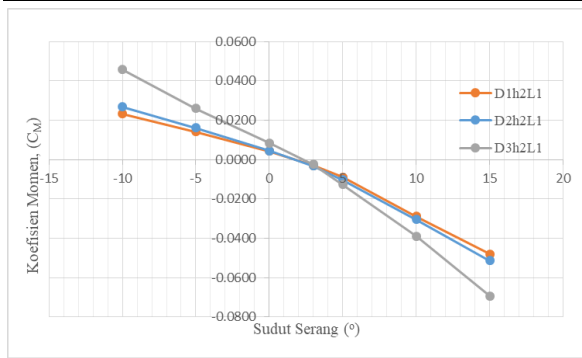
Gambar 7. menunjukkan bahwa perbedaan *constant cross-section length* tidak menunjukkan interval yang signifikan terhadap masing-masing nilai koefisien lift (C_L). Namun, pada sudut serang $\alpha = -10^\circ, -5^\circ, 0^\circ, 3^\circ$, dan 5° , nilai koefisien lift (C_L) tertinggi ditunjukkan konfigurasi D2h2L3 yang berarti konfigurasi tersebut memberi daya angkat yang cukup baik pada sudut serang negatif dan sudut serang normal saat *cruise*. Sedangkan, nilai sudut serang $\alpha = 10^\circ$ dan 15° membuktikan bahwa nilai koefisien lift (C_L) tertinggi diperoleh konfigurasi D2h2L1 yang artinya konfigurasi memberi daya angkat tambahan pada nilai sudut serang yang besar.



Gambar 7. Korelasi antara Sudut Serang (α) dengan Koefisien Lift (C_L) Pada Perbedaan *Constant Cross-Section Length*

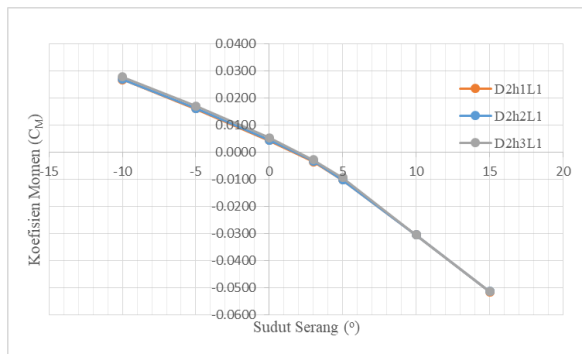
Koefisien Momen (C_M)

Gambar 8. menunjukkan perbedaan interval yang besar antar konfigurasi. Pada sudut serang $\alpha = -10^\circ, -5^\circ, 0^\circ$, dan 3° , konfigurasi D3h2L1 memiliki nilai koefisien momen (C_M) tertinggi tetapi memiliki nilai koefisien momen (C_M) terendah pada sudut serang $\alpha = 5^\circ, 10^\circ$, dan 15° . Sebaliknya, konfigurasi D1h2L1 menunjukkan nilai koefisien momen (C_M) paling rendah pada pada sudut serang $\alpha = -10^\circ, -5^\circ, 0^\circ$, dan 3° serta nilai koefisien momen (C_M) tertinggi pada sudut serang $\alpha = 5^\circ, 10^\circ$, dan 15° . Hal tersebut juga menjelaskan bahwa memperbesar *deadrise angle* berakibat memperbesar *slope* dari koefisien momen (C_M).

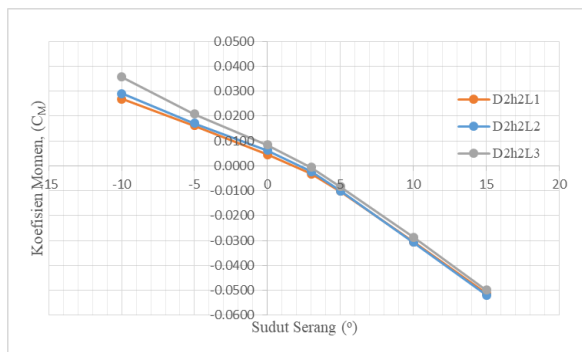


Gambar 8. Korelasi antara Sudut Serang (α) dengan Koefisien Momen (C_M) Pada Perbedaan Deadrise Angle

Gambar 9. menunjukkan bahwa konfigurasi D2h3L1 memiliki nilai koefisien momen (C_M) paling tinggi dibandingkan dengan dua konfigurasi lainnya. Selain itu, nilai koefisien momen (C_M) konfigurasi D2h2L1 dan konfigurasi D2h1L1 tidak memiliki interval yang signifikan. Hal tersebut berarti perbedaan nilai *step height* membuat nilai koefisien momen (C_M) juga bergeser semakin tinggi.



Gambar 9. Korelasi antara Sudut Serang (α) dengan Koefisien Momen (C_M) Pada Perbedaan Step Height



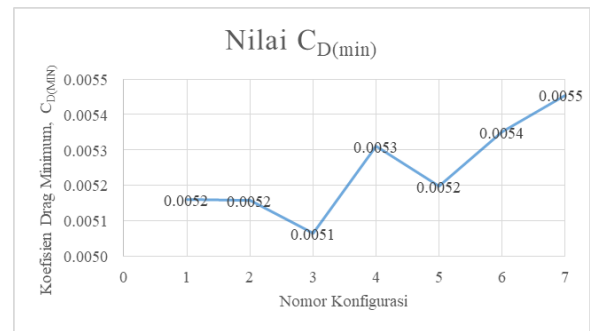
Gambar 10. Korelasi antara Sudut Serang (α) dengan Koefisien Momen (C_M) Pada Perbedaan Constant Cross-Section Length

Gambar 10. menunjukkan bahwa konfigurasi D2h2L3 memiliki nilai koefisien momen (C_M) paling tinggi dibandingkan dengan dua konfigurasi lainnya. Selain itu, nilai koefisien momen (C_M) konfigurasi D2h2L1 dan konfigurasi D2h2L2 tidak memiliki interval yang signifikan. Hal tersebut berarti bahwa memperbesar *constant cross-section length* berakibat

memperbesar nilai koefisien momen (C_M) tetapi tidak terjadi perubahan *slope* pada grafik.

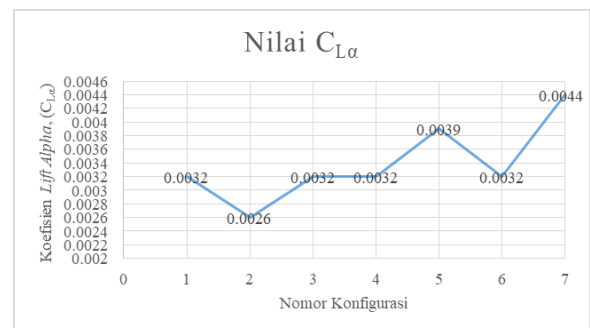
Hasil Keseluruhan

Gambar 11. menunjukkan bahwa konfigurasi 3 atau D2h1L1 adalah konfigurasi terbaik dengan memiliki nilai koefisien tahan minimum ($C_{D(\min)}$) paling kecil di antara semua konfigurasi, sebesar 51 *drag count* (1 *drag count* = 0.0001 C_D). Hal tersebut telah membuktikan bahwa konfigurasi 3 atau D2h1L1 memiliki nilai koefisien *drag* (C_D) lebih baik dari konfigurasi semula D2h2L1 *Basic*.

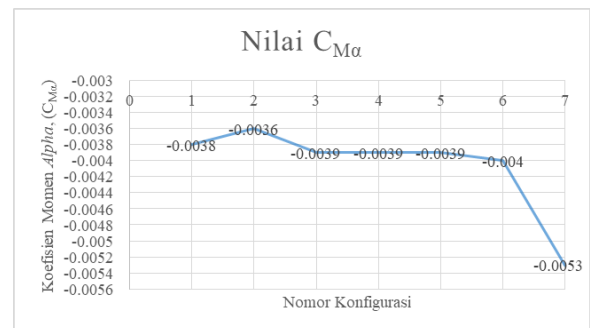


Gambar 11. Grafik Nilai $C_{D(\min)}$ Tiap Konfigurasi

Gambar 12. menunjukkan konfigurasi 7 atau D3h2L1 memiliki nilai koefisien *lift alpha* ($C_{L\alpha}$) paling tinggi. Sementara itu, konfigurasi 2 atau D1h2L1 memiliki nilai Nilai koefisien *lift alpha* ($C_{L\alpha}$) paling rendah di antara semua konfigurasi.



Gambar 12. Grafik Nilai $C_{L\alpha}$ Tiap Konfigurasi



Gambar 13. Grafik Nilai $C_{M\alpha}$ Tiap Konfigurasi

Grafik pada Gambar 13. menunjukkan konfigurasi D3h2L1 memiliki nilai koefisien momen *alpha* ($C_{M\alpha}$) paling kecil yang berarti memiliki kestabilan yang baik dibandingkan dengan

konfigurasi D1h2L1 yang memiliki nilai koefisien momen α (C_{Ma}) terbesar.

KESIMPULAN

1. Variasi waktu penyemprotan 5, 8 dan 10 menit menghasilkan nilai resistivitas 88,45 ohm.cm, 69,6 ohm.cm dan 51,5 ohm.cm. Variasi waktu penyemprotan tersebut juga menghasilkan nilai transmitansi 85,15 %, 75,38 %, 65,11 %.
2. Hasil karakteristik dari pengujian SEM menunjukkan bahwa bentuk morfologi dari lapisan semikonduktor terbentuk rongga.
3. DSSC dengan variasi *dye* daun pandan, *dye* daun jambu, dan *dye* campuran menghasilkan nilai efisiensi 0186 %, 0,0502 % dan 0,1525 %.

SARAN

1. Merapikan kabel pada tungku agar dapat tertutup dengan sempurna.
2. Proses pelapisan bahan semikonduktor dilapisi 2 kali agar terbentuk lapisan yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abideen, I., Y. Gbadebo, dan F. Abass. 2017. Substrate temperature effect on the photophysical & microstructural properties of fluorine-doped tin oxide nanoparticles. *Journal of Semiconductors*. 38(7)
- [2] Fernando, T., S. Ridwan, M. Gratzel, dan O. Regan. 2013. Dye sensitized solar cells (dssc) berbasis nanopori tio 2 menggunakan antosianin dari berbagai sumber alami. 155–162.
- [3] Hwang, D. K., B. Lee, dan D. H. Kim. 2013. Efficiency enhancement in solid dye-sensitized solar cell by three-dimensional photonic crystal. *RSC Advances*. 3(9):3017–3023.
- [4] Jasim, K. E. 2011. Dye sensitized solar cells - working principles, challenges and opportunities. *Solar Cells - Dye-Sensitized Devices*
- [5] Martineau, D. 2012. *DYE SOLAR CELLS*
- [6] Perednis, D. dan L. J. Gauckler. 2005. Thin film deposition using spray pyrolysis. *Journal of Electroceramics*. 14(2):103–111.
- [7] Yusuf, M. 2020. Fabrikasi lapisan nano fluorine doped tin oxide (fto) dengan variasi temperature. 1(2):88–94.