

Analisis Bentuk dan Jumlah Bilah pada Fan Chip Pendingin Portable untuk Proses Drilling Logam dengan Flow Simulation

A. Sifa^{1*}, S. Syahfitri¹¹, D. Suwandi¹

¹Perancangan Manufaktur, Politeknik Negeri Indramayu, Indramayu, Indonesia.

ABSTRAK – Pada proses pengeboran logam suhu pahat merupakan parameter penting untuk mengoptimalkan kondisi pemotongan, dengan membatasi keausan pahat sehingga kekasaran permukaan dapat meningkat. Kenaikan suhu yang terjadi Pada proses pengeboran logam berkaitan dengan laju, kecepatan bor, dan diameter bor, kecepatan bor yang memiliki pengaruh signifikan. Upaya untuk menurunkan temperature proses pengeboran salah satunya dengan metode Minimum Quantitative Lubricant (MQL). Metode MQL yang lebih efektif dengan memanfaatkan udara sekitar dengan membuat suatu kipas/fan yang menghasilkan udara dingin. Metode Penelitian ini dengan simulasi Computational Fluids Dynamic (CFD) menggunakan flow simulation, dengan parameter 3 bentuk bilah, dan variasi jumlah bilah 3,5 dan 7. Tujuan penelitian ini menganalisis bentuk dan jumlah bilah pada fan chip portable untuk proses pendinginan pengeboran logam. Hasil simulasi CFD yang didapat bentuk Model 2 dan jumlah bilah 3 dengan hasil minimal temperatur sebesar 29,87°C dan maksimal temperatur sebesar 30,19°C.

Kata kunci: *Fan Chip Portable, Drilling, MQL, CFD, Bilah*

ABSTRACT – In the metal drilling process, tool temperature is an important parameter for optimizing cutting conditions, by limiting tool wear so that surface roughness can increase. The temperature rise that occurs in the metal drilling process is related to the rate, drill speed, and drill diameter, the drill speed which has a significant influence. One of the efforts to reduce the temperature of the drilling process is by using the Minimum Quantitative Lubricant (MQL) method. The MQL method is more effective by utilizing the surrounding air by making a fan that produces cold air. The method of this research is Computational Fluids Dynamic (CFD) simulation using flow simulation, with parameters 3 shapes of the blades, and variations in the number of blades 3,5 and 7. The purpose of this study is to analyze the shape and number of blades on a portable chip fan for metal drilling cooling processes. The CFD simulation results obtained from Model 2 and the number of blades 3 with a minimum temperature of 29.87°C and a maximum temperature of 30.19°C.

Keyword: *Portable Chip Fan, Drilling, MQL, CFD, Blade*

Dikirim: 17 Juni 2023; Direvisi: 24 Juni 2023; Diterima: 26 Juni 2023

PENDAHULUAN

Proses pemesinan khususnya pada proses pengeboran logam, terjadi distorsi termal geometris diinduksi oleh fluks panas yang dihasilkan oleh operasi pemotongan, pengeboran adalah operasi yang paling kritis terkait dengan fluks panas [1]. Parameter yang mempengaruhi kualitas hasil pengeboran logam adalah media pendingin, karena berpengaruh terhadap umur tool yang digunakan [2]. Suhu tool merupakan parameter penting untuk mengoptimalkan kondisi pemotongan, dengan membatasi keausan tool sehingga kekasaran

permukaan dapat meningkat [3]. Kenaikan suhu yang terjadi pada proses pengeboran logam berkaitan dengan laju, kecepatan bor, dan diameter bor, kecepatan bor yang memiliki pengaruh signifikan [4]. Proses pengeboran yang rumit menghasilkan panas pada ujung mata bor dianggap sebanding dengan energi pemotongan. Gesekan antara sisi mata bor dan lubang yang dibor sebagai pertimbangan [5].

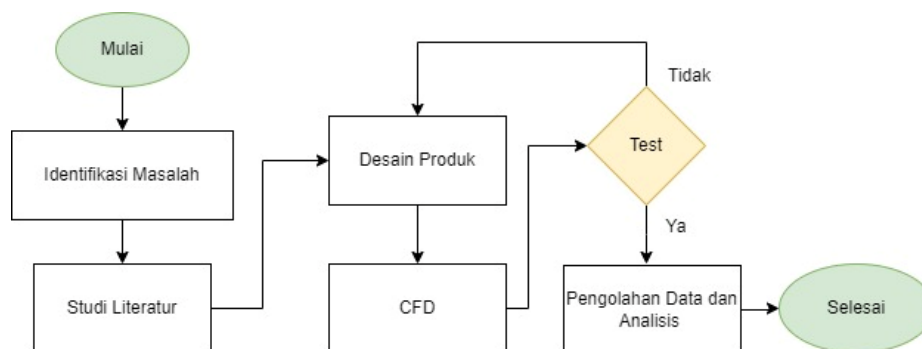
Beberapa sumber panas muncul selama proses pemotongan logam terkait deformasi plastik pada area geser, dan gesekan yang dihasilkan pada antarmuka mata bor dan benda kerja. Suhu yang dihasilkan memiliki pengaruh yang signifikan pada kondisi gesekan pada tool-serpih dan pada benda kerja pahat antarmuka. Peningkatan suhu material benda kerja, dengan demikian mengurangi gaya pemotongan dan energi pemotongan menyebabkan geser lanjutan. Suhu pada kontak tool-serpih mempengaruhi tegangan dan kondisi geser pada permukaan tool [6,7].

Cairan pendingin digunakan untuk pendinginan proses pengeboran, bertujuan untuk menghindari terjadinya peningkatan suhu, memperpanjang umur tool, meningkatkan kualitas permukaan benda kerja dari proses permesinan. Cairan pendingin juga berguna untuk melumasi mata bor dan benda kerja saat proses permesinan [8]. Metode ini disebut dengan nama wet machining. Namun dengan menggunakan metode wet machining memerlukan biaya tinggi dan memberikan efek negatif pada manusia maupun lingkungan[9]. Untuk itu diperlukan metode lain seperti dry machining. Dry machining merupakan metode pemesisinan yang tidak menggunakan cairan pendingin[10]. Keuntungan menggunakan metode dry machining yaitu: tidak menimbulkan residu, mengurangi biaya permesinan, dan tidak membahayakan kesehatan pada manusia [11]. Untuk mengurangi limbah sisa hasil pengeboran dengan teknik Minimum Quantity Lubricant (MQL). Jumlah kecil pelumas dicampur dengan udara terkompresi untuk pengumpanan eksternal melalui nosel atau untuk pengumpanan internal melalui spindel dan mata bor. Kontak benda kerja bor dapat mencapai hasil yang sangat baik dalam hal permukaan akhir dan masa pakai alat [12].

Berdasarkan persoalan tersebut, proses pengeboran logam dan solusi alternative pengganti penggunaan cairan pendingin dengan metode MQL serta meminimalisir biaya operasional proses pengeboran logam tanpa membutuhkan bahan baku operasional pendinginan dengan memanfaatkan udara sekitar, maka perlu adanya teknologi lain untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dengan menganalisis bentuk dan jumlah bilah suatu kipas/fan yang dapat digunakan untuk proses pendinginan pengeboran logam. Pada penelitian yang dilakukan memiliki tujuan untuk menentukan desain bilah dan jumlah bilah suatu fan yang dapat digunakan untuk mendinginkan proses pengeboran logam yang mampu mendinginkan.

METODE

Pada **gambar 1** Menunjukkan langkah-langkah yang dilakukan selama penelitian, dengan kajian literatur, proses desain produk yang disimulasikan dengan Computational Fluids Dynamic (CFD) dengan menggunakan software flow simulation. Pada Simulasi CFD dilakukan untuk mengetahui aliran fluida yang dihasilkan dari fan chips. Selain itu juga membantu dalam memperoleh data temperatur fluida dan kecepatan angin yang dihasilkan. Berikut parameter dalam melakukan simulasi CFD ditampilkan pada **tabel 1**.

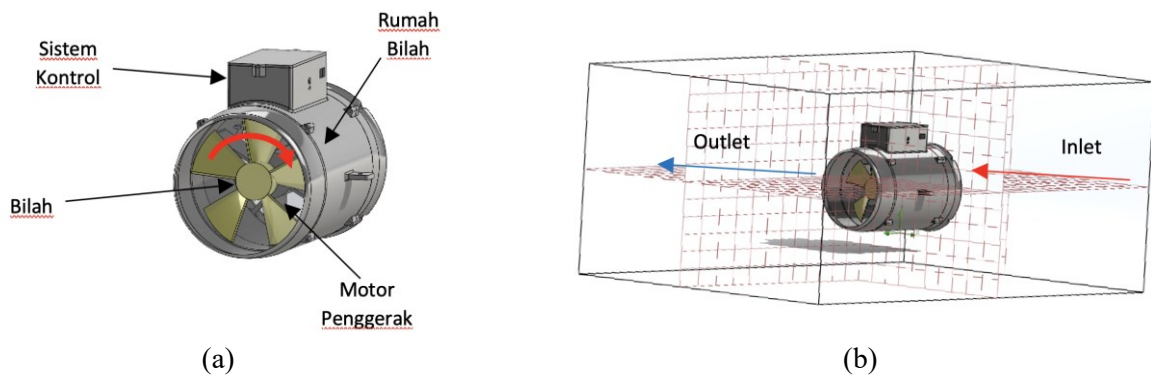


Gambar 1. Flow Chart Penelitian.

Data yang diinginkan pada pengujian simulasi CFD adalah bentuk aliran fluida, data temperatur yang dihasilkan fan chips dan data kecepatan fluida yang dihasilkan oleh fan chips. Metode CFD dipilih sebagai salah satu solusi yang penting dalam proses pengembangan suatu produk khususnya untuk menganalisis karakter *aerodynamics* [13].

Tabel 1. Parameter Simulasi CFD

Parameter	Value
<i>Analysis Type</i>	<i>External</i>
<i>Rotation Type</i>	<i>Global Rotating</i>
<i>Angular Velocity</i>	7000 Rpm
Fluida	Udara
<i>Flow Type</i>	<i>Laminar dan Turbulent</i>
<i>Initial Temperatur Condition</i>	30°C



Gambar 2. Set-up CFD (a) Desain Produk, (b) Meshing dan Input parameter inlet dan outlet

Pada simulasi CFD yang akan dilakukan, pada **gambar 2(a)** menunjukkan desain produk dan komponen produk pada fan chip portable untuk proses pendinginan, dan **gambar 2(b)** domain simulasi CFD dan input parameter untuk inlet dan outlet dengan analisis yang dipilih tipe external dan global rotation dengan input putaran 7000 rpm dan fluida udara dengan temperature awal sebesar 30 °C.

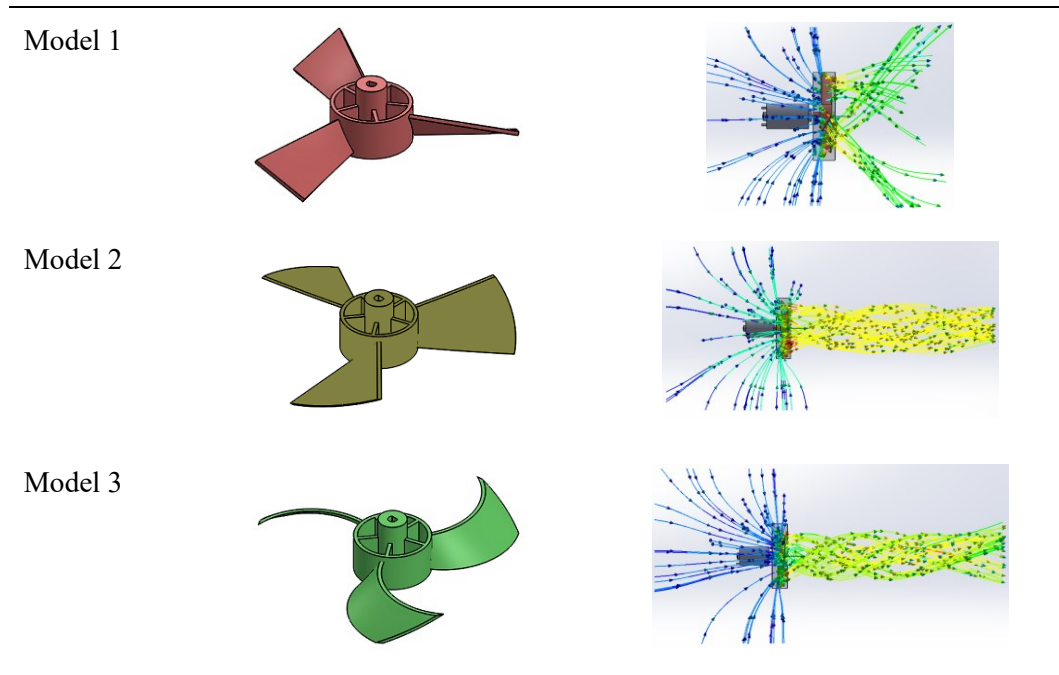
HASIL DAN PEMBAHASAN

Bentuk Bilah

Desain fan chips dibuat beberapa pilihan untuk melihat profil udara yang ditupkan dari fan chips. Desain fan chips kemudian disimulasikan dengan kecepatan yang digunakan adalah 7000 rpm pada putaran motor DC, dapat dilihat pada **tabel 2**.

Tabel 2. Pemilihan Desain Bilah

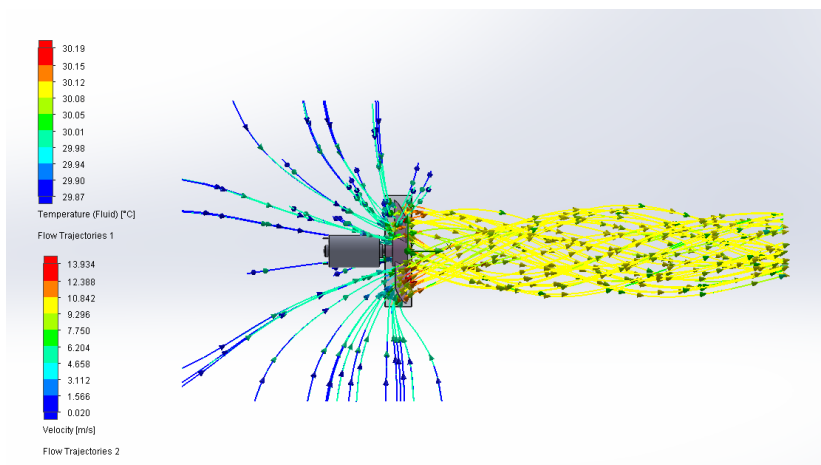
Desain	Gambar <i>Fan Chips</i>	Aliran Fluida
--------	-------------------------	---------------



Dari **tabel 2** dapat dilihat bahwa bentuk fan chips yang memiliki profil udara focus ke tengah fan untuk memenuhi kebutuhan dalam penelitian ini, desain fan chips yang terpilih seperti desain 2 dan desain 3. Bentuk bilah curvature dan menyudut akan berpengaruh pada arah dan gaya aliran fluida [14].

Jumlah Bilah

Dalam pemilihan desain fan chips akan disimulasikan pada software solidwork dengan mengubah jumlah bilah. Jumlah bilah yang disimulasikan yaitu, 3,5 dan 7 bilah. Dengan mengasumsikan temperatur yang disimulasikan adalah 30°C dengan kecepatan putaran motor DC 7000 rpm. Simulasi ini diperlukan untuk mengetahui minimal velocity dan temperatur yang dihasilkan dari desain fan chips. Hasil simulasi dapat dilihat pada **tabel 3**.



Gambar 3. CFD Jumlah Bilah 3

Pada **gambar 3** Menunjukkan hasil simulasi CFD bilah model 2 dengan jumlah 3 bilah fan chip portable untuk pendinginan proses pengeboran logam, dimana ditunjukkan pada hasil simulasi kecepatan dan temperature udara, dimana nilai maksimum temperature udara sebesar 30,19 °C dan nilai minimum temperature udara sebesar 29,87 °C, minimum temperatur sebagai pendingin untuk udara dingin fan chip yang ditiupkan pada proses pendinginan *tool* [15].

Pada **tabel 3** dan **tabel 4**, menunjukkan hasil yang berbeda dari setiap desain fan chip. Jumlah bilah fan chip pada temperatur minimal tidak ada perbedaan yang signifikan. Namun pada desain 2 dengan jumlah 3 bilah mendapatkan hasil minimal temperatur sebesar 29,87°C dan maksimal temperatur sebesar 30,19°C. Sedangkan pada desain 3 dengan jumlah 3 bilah mendapatkan hasil minimal temperatur sebesar 29,97°C dan maksimal temperatur sebesar 30,24°C. Nilai minimal velocity pada desain 2 dan desain 3 memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 0,02(m/s), tetapi untuk nilai maksimal velocity desain 2 lebih kecil dari nilai maksimal desain 3. Oleh karena itu desain fan chip yang terpilih adalah desain fan chip 2 karena memiliki bentuk aliran yang fokus, dapat menurunkan temperatur dan memiliki velocity yang kecil, jumlah bilah berpengaruh pada kecepatan [16].

Tabel 3. Temperatur dan Kecepatan Aliran Fluida Desain 2

Jumlah bilah	Temperatur (°C)			Velocity (m/s)		
	Min	Max	Rata-Rata	Min	Max	Rata-Rata
3	29,87	30,19	30,03	0,02	13,93	6,98
5	29,93	30,17	30,05	0,06	13,80	6,93
7	29,93	30,19	30,06	0,11	14,89	7,50

Tabel 4. Temperatur dan Kecepatan Aliran Fluida Desain 3

Jumlah bilah <i>blade</i>	Temperatur (°C)			Velocity (m/s)		
	Min	Max	Rata-Rata	Min	Max	Rata-Rata
3	29,97	30,24	30,11	0,02	14,84	7,43
5	29,98	30,26	30,12	0,03	16,52	8,28
7	29,97	30,30	30,14	0,04	15,67	7,86

KESIMPULAN

Hasil analisis yang sudah dilakukan dengan menggunakan software Flow Simulation dari bentuk bilah dan jumlah bilah fan chip portable untuk proses pendinginan pengeboran logam, maka dapat disimpulkan bahwa yang memiliki bentuk profil udara yang fokus didapat desain bentuk bilah model 2. Kemudian dilakukan proses simulasi dengan penambahan bilah. Simulasi jumlah bilah yang sudah dilakukan dengan variasi 3, 5 dan 7 diperoleh yang terbaik adalah dengan jumlah bilah 3, mendapatkan hasil minimal temperatur sebesar 29,87°C dan maksimal temperatur sebesar 30,19°C hal tersebut menghasilkan udara lebih dingin dibandingkan dengan jumlah 5 dan 7.

UCAPAN TERIMA KASIH (JIKA ADA)

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Jurusan Teknik Mesin-Politeknik Negeri Indramayu, dan Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Indramayu atas dukungan, akses dan fasilitas yang telah diberikan.

REFERENSI

1. Han, S., Faverjon, P., Valiorgue, F., & Joël, R. *Heat flux density distribution differences in four machining processes of AlSi7 block: MQL drilling, tapping, reaming and dry milling*. in *Procedia CIRP*, 58, 61-66. 2017.
2. Sifa, A., Suwandi, D., Endramawan, T., & Rachman, A. A.. *Performance of fan chips on drilling aluminium process*. in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 1098, No. 6, p. 062081. 2021
3. Le Coz, G., Marinescu, M., Devillez, A., Dudzinski, D., & Velnom, L., *Measuring temperature of rotating cutting tools: Application to MQL drilling and dry milling of aerospace alloys*. *Applied Thermal Engineering*, 2012. **36**: p. 434 - 441.
4. Liu, Z., Yao, Z., Jiang, W., & Wang, J., *Analysis of the influence of surgical robot drilling parameters on the temperature of skull drilling based on Box-Behnken design*. *Science Progress*, 2023. **106**(2): p. 00368504231180027.
5. Amewoui, F., Le Coz, G., Bonnet, A. S., & Moufki, A. (2020). *An analytical modeling with experimental validation of bone temperature rise in drilling process*. *Medical Engineering & Physics*, 2020. **84**: p. 151 - 160.
6. E.O. Ezugwu, Z.M. Wang, *Titanium alloys and their machinability e a review*, *Journal of Materials Processing Technology*, 1997. **68**: p. 262e274.
7. A.R. Machado, J. Wallbank, *Machining of titanium and its alloys e a review*, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers* 204. 53e60. 1990.
8. Petrilin, A., *Which is better: dry or wet machining?* Retrieved from <https://www.ctemag.com/news/articles/which-better-dry-or-wet-machining>. 2016
9. D. P. Adler, W. W.-S., *Examining the Role of Cutting Fluids in Machining and Efforts to Address Associated Environmental/Health Concerns*. 2006
10. Shane. *Dry Machining*. Retrieved from <https://www.machinemfg.com/dry-machining/#:~:text=Dry%20machining%20is%20a%20processing,the%20environment%20and%20reduce%20costs>. 2021.
11. P.S. Sreejith, B. N., *Dry machining: Machining of the future*. *Journal of Materials Processing Technology*, 2000. **101**: p. 287 - 291.
12. F. Klocke, G. Eisenblätter, *Dry cutting*, *CIRP Annals e Manufacturing Technology*, 1997. **46**: p. 519e526.
13. Ramlan, I. B., & Darlis, N. B., *Comparison between Solidworks and Ansys Flow Simulation on Aerodynamic Studies*. *Journal of Industry, Engineering and Innovation*, 2019. **1**(1).
14. Prasetyo, H., Budiana, E. P., Tjahjana, D. D. D. P., & Hadi, S., *The Simulation Study of Horizontal Axis Water Turbine Using Flow Simulation Solidworks Application*. in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 308, No. 1, p. 012022. 2018.
15. Sifa, A., Suwandi, D., Endramawan, T., & Rachman, A. A. (2021). *The Design and Implementation of Fan Chips as Cooling for Milling Process on Aluminum Alloy 5086 to Increase Tool Life*. *International Journal Applied Technology Research*, 2021. **2**(1): p. 29 - 42.
16. Sifa, A., Badruzamman, B., & Tito, E., *Perancangan variasi jumlah blade pada kincir angin horizontal type untuk pemompa air garam*. in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, Vol. 8, pp. 428-434. 2017.