

Analisa Perbandingan Desain Panel Distribusi dengan Metode *Computational Fluid Dynamics*

Adhi Setya Hutama^a, Yohanes Hendra Kurniawan^a, Fajar Pranawa Jati^a, Yudha Samodra^a

^aPoliteknik ATMI Surakarta, Jl. Adisucipto (Mojo) No. 01 Karangasem Laweyan Surakarta, Indonesia

email: setya.hutama@atmi.ac.id

Kata kunci:

Panel Distribusi;
Exhaust Fan;
*Computational Fluid
Dynamics*

ABSTRAK

Panel Distribusi adalah sebuah peralatan atau perangkat yang terdiri dari beberapa komponen listrik yang diatur dan disusun sedemikian rupa sehingga dapat mendistribusikan tenaga listrik. Panel Distribusi dalam penggunaannya harus menjamin keamanan bagi pengguna, sehingga diperlukan pengujian *Type-test* untuk mengetahui keamanan pada panel distribusi, salah satu pengujian *type-test* adalah pengujian *temperature rise*. Pengetesan *temperature rise* berhasil dilakukan, tetapi masih terdapat permasalahan yaitu belum diketahui penyebaran panas. Metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dengan *software flow simulation* dapat digunakan untuk analisis perpindahan panas pada sistem panel distribusi, sehingga didapatkan desain panel yang ideal dalam mengatasi *overheat*. Proses analisa CFD dilakukan dengan membandingkan 3 desain panel distribusi, yaitu desain pertama dengan menggunakan *exhaust fan*, desain kedua dengan satu *output ventilasi*, dan desain tanpa *exhaust fan*. Berdasarkan hasil analisa CFD didapatkan hasil panel distribusi yang paling aman yaitu desain pertama dengan menggunakan *exhaust fan*, desain dengan *exhaust fan* mengalami penurunan suhu sebesar 4°C dibandingkan dengan desain tanpa *exhaust fan* dan desain kedua apabila dilihat dari *surface 9*.

Keywords:

Distribution Panel;
Exhaust Fan;
*Computational Fluid
Dynamics*

ABSTRACT

A distribution panel is a piece of equipment or device that consists of several electrical components that are arranged and arranged in such a way that they can distribute electrical power, and its use must guarantee security for users, so a Type-test is needed to determine the security of the distribution panel, one of the type-test tests is the temperature rise test. The temperature rise test was successfully carried out, but there are still problems, namely the heat distribution is unknown. The Computational Fluid Dynamics (CFD) method with flow simulation software can be used for heat transfer analysis in distribution panel systems, so that an ideal panel design is obtained to overcome overheating. The CFD analysis process is carried out by comparing 3 distribution panel designs, namely the first design using an exhaust fan, the second design with one output ventilation, and the design without an exhaust fan. Based on the results of the CFD analysis, the safest distribution panel results were obtained, namely the first design using an exhaust fan, the design with an exhaust fan experienced a temperature drop of 4°C compared to the design without an exhaust fan and the second design when viewed from surface 9.

1. PENDAHULUAN

Panel Distribusi adalah sebuah peralatan atau perangkat yang terdiri dari beberapa komponen listrik yang diatur dan disusun sedemikian rupa sehingga dapat mendistribusikan tenaga listrik [1], [2]. Didalam penggunaannya, panel listrik harus menjamin keamanan bagi pengguna dan operator ketika melakukan instalasi dan maintenance [3]–[5]. Standar *International Electrotechnical Commission* (IEC) 60439-1 merupakan standar yang mengatur mengenai pengujian yang dilewati oleh sebuah panel listrik [6], [7]. Salah satu pengujian IEC 60439-1 adalah pengujian *type-test* [8]. *Type test* merupakan tipe pengujian pada panel-panel yang memiliki *design mechanical*, *design enclosure* dan *design electrical* beserta isi komponennya yang sudah distandarkan oleh manufaktur, sehingga *request user* untuk jenis panel ini tidak bisa dilakukan modifikasi-

modifikasi baik secara *mechanical* maupun *electrical* [9]. Pada penelitian ini, pengujian *type test* dilakukan untuk meminimalkan kerusakan panel yang diakibatkan oleh suhu yang berlebih.

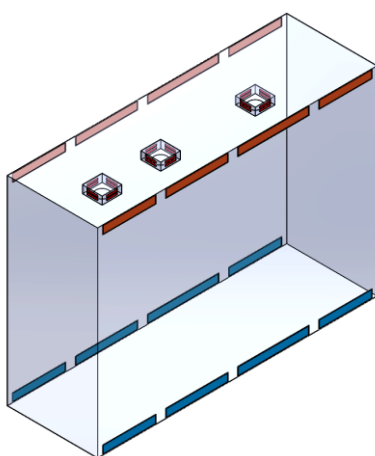
PT. X merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang *cable support system* dan panel listrik. Salah satu produk panel listriknya adalah panel distribusi (Gambar 1). Panel distribusi telah dilakukan pengujian *type-test* dengan jenis pengetesan *temperature rise*. Pengujian *temperature rise* merupakan suatu pengujian untuk mengetahui kenaikan temperatur yang disebabkan oleh rugi-rugi transformator pada saat transformator beroperasi dengan beban penuh [10]–[12]. Hasil pengetesan *temperature rise* berhasil dilakukan, namun analisa penyebaran panasnya belum diketahui. Sehingga perlu dilakukan analisa penyebaran panas dengan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan *software flow simulation*. Hal yang dilakukan adalah dengan perbandingan pada beberapa desain panel distribusi untuk mendapatkan data penyebaran panas yang optimal dan dapat mengoptimalkan efisiensi konsumsi energi pada panel distribusi.



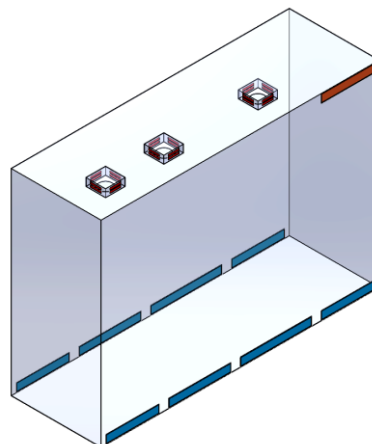
Gambar 1. Pandangan Depan Panel Distribusi

2. METODE PENELITIAN

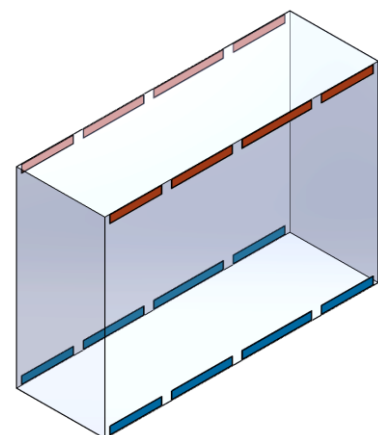
Metode penelitian menggunakan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dengan menggunakan *software flow simulation*. CFD ilmu yang dengan bantuan komputer digital, menghasilkan prediksi kuantitatif fenomena aliran fluida berdasarkan hukum kekekalan (kekekalan massa, momentum, dan energi) yang mengatur gerakan fluida [13]–[15]. Perangkat lunak *flow simulation* digunakan untuk membantu menganalisis. Penggunaan perangkat lunak tersebut dapat mengurangi *trial and error* pada uji coba prototipe [16]–[18]. Analisa CFD dilakukan untuk melihat aliran perpindahan panas, sehingga mendekati aliran secara aktual, dengan membandingkan 3 desain panel distribusi, yaitu desain pertama dengan menggunakan *exhaust fan* dan *output ventilasi*, desain kedua dengan menggunakan *exhaust fan* tetapi hanya terdapat 1 titik *output ventilasi*, dan desain ketiga tanpa *exhaust fan* (Gambar 2 – 4). Dari proses simulasi tersebut didapatkan area yang memungkinkan terjadinya *overheat*.



Gambar 2. Desain Pertama dengan Exhaust fan



Gambar 3. Desain Kedua dengan 1 titik output ventilasi



Gambar 4. Desain Ketiga tanpa Exhaust fan

2.1 Objek Penelitian

Analisa objek penelitian yang dilakukan dengan membandingkan tiga desain panel distribusi, yaitu desain pertama dengan *exhaust fan*, desain kedua dengan 1 titik *output ventilasi*, dan desain ketiga tanpa *exhaust fan*. Dimana ketiga desain panel distribusi yang akan dianalisa sudah dilakukan proses modifikasi sehingga mempermudah dan memperjelas proses simulasi CFD serta melindungi data produk milik PT. X.

2.2 Spesifikasi Exhaust fan

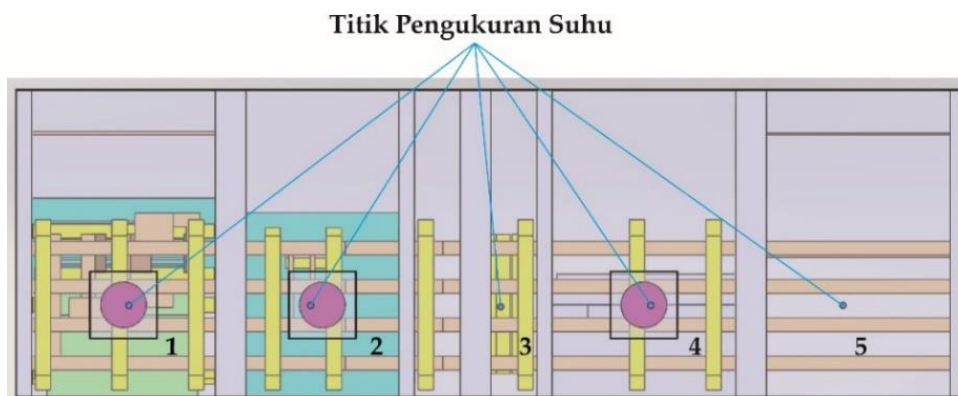
Kriteria panel distribusi yang aman sesuai kebutuhan pada simulasi CFD juga mencakup spesifikasi *exhaust fan* yang sekarang terpakai :

- *Operating Voltage* : 200 AC Volt.
- *Rated Speed* : 2900 Rpm
- *Air Flow* : 187,3 CFM
- *Fan Type* : Tubeaxial

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Titik Pengukuran Suhu 3 Desain Panel Distribusi

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat titik pengukuran suhu pada desain pertama dengan *exhaust fan*, desain kedua dengan 1 titik *output ventilasi*, dan desain ketiga tanpa *exhaust fan*, yang dilakukan pada beberapa titik dimana jarak untuk setiap titiknya adalah sama, pengukuran ini dilakukan pada *surface 9* dan *surface 10*.



Gambar 5. Titik Pengukuran suhu pada Surface 9 dan 10 (Pandangan Atas)

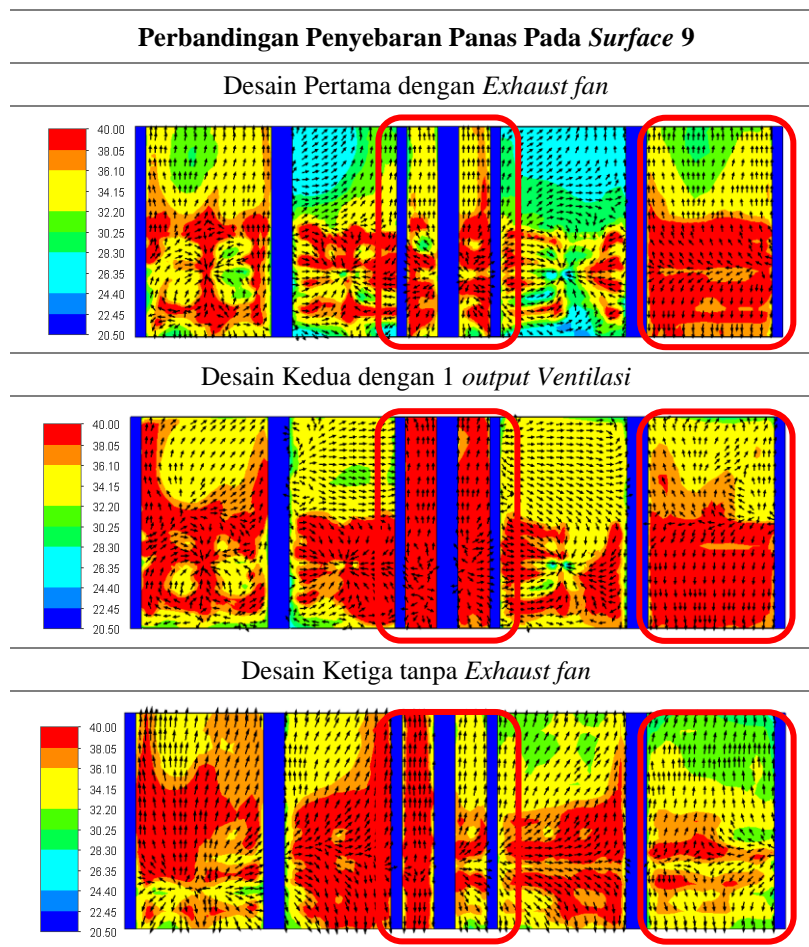
3.2 Hasil Perbandingan Suhu 3 Desain Panel Distribusi

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui perbandingan penyebaran suhu dari ketiga desain yang sudah dilakukan analisa CFD dengan suhu tertinggi pada desain kedua dengan satu *output ventilasi* dan suhu terendah pada desain pertama dengan *exhaust fan*. Dengan menggunakan desain pertama dengan *exhaust fan* terjadi perubahan suhu sebesar 4°C dibandingkan dengan desain kedua dengan 1 *ventilasi* dan desain ketiga tanpa *exhaust fan*, apabila dilihat dari *surface 9*. Sehingga dapat kita simpulkan bahwa desain pertama panel distribusi dengan menggunakan *exhaust fan* dapat menjamin keamanan komponen didalam produk panel distribusi.

Tabel 1 Perbandingan Suhu Desain Pertama, Desain Kedua, dan Desain Ketiga

Letak Pengukuran	Titik Suhu	Desain Pertama (°C)	Desain Kedua (°C)	Desain Ketiga (°C)
Surface 9	1	35,16	39,31	36,27
	2	33,68	36,01	40,35
	3	34,37	40,55	36,40
	4	24,17	27,68	36,90
	5	38,16	41,74	35,35
Rata-rata Suhu		33,11	37,06	37,05

Letak Pengukuran	Titik Suhu	Desain Pertama (°C)	Desain Kedua (°C)	Desain Ketiga (°C)
<i>Surface 10</i>	1	35,01	39,25	38,36
	2	43,55	41,41	37,72
	3	35,21	41,61	35,73
	4	22,67	25,74	36,92
	5	44,45	47,96	33,81
Rata-rata Suhu		36,18	39,19	36,51
<i>Front Output Ventilation</i>	4	41,12	41,92	36,30



Gambar 6. Sebaran Panas Pada Surface 9

Gambar 6 dipaparkan hasil dari simulasi pada *surface 9* terhadap desain pertama dengan *exhaust fan*, desain kedua dengan 1 titik *output ventilasi*, dan desain ketiga tanpa *exhaust fan*, dari hasil simulasi tersebut dilakukan analisa terkait area mana saja yang memungkinkan terjadinya *overheat*, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Pergerakan udara panas pada sel 1: Pada desain pertama udara panas lebih rendah dibandingkan dengan desain kedua, Pada desain pertama udara panas lebih rendah dari pada desain tanpa *exhaust fan*, sedangkan desain kedua udara panas lebih rendah dibandingkan dengan desain tanpa *exhaust fan*. Hasil tersebut membuktikan bahwa penggunaan *exhaust fan* berpengaruh terhadap penurunan panas pada sel 1.
2. Pergerakan udara panas pada sel 2: Pada desain pertama udara panas lebih rendah dibandingkan dengan desain kedua, pada desain pertama udara panas lebih rendah dibandingkan dengan desain tanpa *exhaust fan*, sedangkan pada desain kedua udara panas lebih rendah dibandingkan dengan

desain ketiga tanpa *exhaust fan*. Hasil tersebut membuktikan bahwa penggunaan *exhaust fan* berpengaruh terhadap penurunan panas pada sel 2.

3. Pergerakan udara diantara sel 2 dan sel 3: Pada desain pertama udara panas lebih rendah dibandingkan dengan desain kedua, pada desain pertama udara panas lebih rendah dibandingkan desain ketiga tanpa *exhaust fan*, sedangkan pada desain kedua udara panas lebih tinggi dibandingkan dengan desain ketiga tanpa *exhaust fan*. Hasil tersebut membuktikan bahwa penggunaan *output ventilasi* (desain ketiga tanpa *exhaust fan*) lebih efisien untuk menurunkan panas dibandingkan tanpa *output ventilasi* (desain kedua).
4. Pergerakan udara pada sel 3: Pada desain pertama udara panas lebih rendah dibandingkan dengan desain kedua, pada desain pertama udara panas lebih rendah dibandingkan desain ketiga tanpa *exhaust fan*, sedangkan desain kedua udara panas lebih rendah dibandingkan dengan desain ketiga tanpa *exhaust fan*. Hal tersebut membuktikan bahwa penggunaan *exhaust fan* berpengaruh terhadap penurunan panas pada sel 3.
5. Pergerakan udara pada sel 4: Pada desain pertama udara panas lebih rendah dibandingkan dengan desain kedua, pada desain pertama udara panas lebih tinggi dibandingkan desain ketiga tanpa *exhaust fan*, sedangkan desain kedua udara panas lebih tinggi dibandingkan dengan desain ketiga tanpa *exhaust fan*. Hal tersebut membuktikan bahwa udara panas pada sel 4 (desain pertama) mempunyai kecenderungan untuk keluar menuju *exhaust fan* 3, sehingga waktu untuk mengurangi panas lebih lama dibandingkan tanpa menggunakan *exhaust fan* (desain ketiga tanpa *exhaust fan*).

4. KESIMPULAN

Potensi terjadinya *overheat* pada temperatur udara adalah area diantara sel 2 dan sel 3, hal tersebut dikarenakan proses pembuangan panas cukup jauh apabila dilakukan dengan *exhaust fan* pada sel 2 dan *exhaust fan* pada sel 3, hal tersebut juga ditinjau dari posisi *busbar* vertikal yang berada diantara sel tersebut. Potensi terjadinya *overheat* juga terdapat pada sel 4, hal tersebut terjadi karena kurangnya tekanan untuk mengeluarkan panas yang ada dan panas pada sel 4 cenderung menuju ke *exhaust fan* pada sel 3 sehingga proses pembuangannya lebih lama.

Pembuatan desain kedua dilakukan untuk memaksimalkan kinerja dari penggunaan *exhaust fan*, yaitu dengan menutup semua *output ventilation* dan membuka 1 titik pada *front output ventilation*. Perbandingan perubahan suhu antara desain pertama, desain kedua, dan desain ketiga tanpa *exhaust fan* seperti yang ditampilkan pada Tabel 1 dapat diketahui sistem panel distribusi yang paling aman, yaitu desain pertama dengan menggunakan *exhaust fan*. Desain dengan *exhaust fan* (desain pertama) mengalami penurunan suhu sebesar 4°C dibandingkan dengan desain ketiga tanpa *exhaust fan* dan desain kedua apabila dilihat dari *surface* 9.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Perancangan Manufaktur, PT. X, dan segenap rekan Politeknik ATMI atas dukungan perangkat yang membuat penelitian ini dapat diselesaikan dengan lancar.

REFERENCES

- [1] B. Jenkins, *Handbook of Electrical Installation Practice. Vols 1 & 2*, vol. 29, no. 9. Wiley Online Library, 1983. doi: 10.1049/ep.1983.0313.
- [2] B. H. Chudnovsky, *Electrical Power Transmission and Distribution: Aging and Life Extension Techniques*. CRC Press, 2017. doi: 10.1201/b13012.
- [3] L. Hernández-Callejo, S. Gallardo-Saavedra, and V. Alonso-Gómez, "A review of photovoltaic systems: Design, operation and maintenance," *Sol. Energy*, vol. 188, pp. 426–440, 2019, doi: 10.1016/j.solener.2019.06.017.
- [4] T. Linsley and T. Linsley, *Advanced Electrical Installation Work, 7th ed*. Routledge, 2013. doi: 10.4324/9780203762134.
- [5] P. Gill, *Electrical power equipment maintenance and testing, second edition*. CRC press, 2008.
- [6] K. G. Mastrullo, R. Jones, B. McClung, G. Parise, and P. Hamer, "Globalization of electrical safety

- codes and standards,” in *Record of Conference Papers - Annual Petroleum and Chemical Industry Conference*, IEEE, 2002, pp. 13–22. doi: 10.1109/pcicon.2002.1044980.
- [7] IEEE, “IEEE Recommended Practice for Electrical Installations on Shipboard – AC Switchboards Society,” no. December, 2011.
- [8] J. Breitung, C. Roling, and N. Salish, “Lagrange multiplier type tests for slope homogeneity in panel data models,” *Econom. J.*, vol. 19, no. 2, pp. 166–202, 2016, doi: 10.1111/ectj.12070.
- [9] A. M. Gabor, R. Janoch, A. Anselmo, J. L. Lincoln, H. Seigneur, and C. Honeker, “Mechanical load testing of solar panels - Beyond certification testing,” in *2017 IEEE 44th Photovoltaic Specialist Conference, PVSC 2017*, IEEE, 2017, pp. 1–6. doi: 10.1109/PVSC.2017.8366848.
- [10] S. Iderus, G. Peter, and V. Ganji, “An innovative method to conduct temperature rise test on medium voltage switchgear assembly based on IEC standards in a power grid,” *J. Eng.*, vol. 2023, no. 1, p. e12166, 2023, doi: 10.1049/tje2.12166.
- [11] B. Lahoti and D. E. Flowers, “Evaluation of Transformer Loading Above Nameplate Rating,” *Radiophys. Quantum Electron. (English Transl. Izv. Vyss. Uchebnykh Zaved. Radiofiz.)*, no. 4, pp. 1989–1998, 1980, doi: 10.1109/mper.1981.5511424.
- [12] Putman and Dann, “Loading Transformers by Copper Temperature,” *Trans. Am. Inst. Electr. Eng.*, vol. 58, no. 10, pp. 504–514, 1939, doi: 10.1109/T-AIEE.1939.5057860.
- [13] S. Maulana, “Pemanfaatan Computational Fluid Dynamics (Cfd) Dalama Strategi Penelitian Simulasi Model Pada Teknologi Penghawaan Ruang,” *Educ. Build.*, vol. 2, no. 2, 2016, doi: 10.24114/eb.v2i2.4393.
- [14] I. W. Yudhatama, M. I. P. Hidayat, and W. Jatimurti, “Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) Erosi Partikel Pasir dalam Aliran Fluida Gas Turbulen pada Elbow Pipa Vertikal – Horizontal,” *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, pp. 134–139, 2018.
- [15] Krisdiyanto, R. K. Adi, and Gunawan, “Analysis of the Syringe Barrel Angle Effect,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 2499, no. November, 2022, doi: 10.1063/5.0105210.
- [16] Krisdiyanto, R. K. Adi, Sudarisman, and S. Bin Hamdan, “an Analysis of Tube Thickness Effect on Shell and Tube Heat Exchanger,” *Eastern-European J. Enterp. Technol.*, vol. 1, no. 8–109, pp. 25–35, 2021, doi: 10.15587/1729-4061.2021.225334.
- [17] Y. Stefanditya, F. M. P. A. Kusbagyo, A. Kurniawan, and B. Prabandono, “Design of Rocket Stove with Computational Fluid Dynamics (CFD) Simulation,” in *4th Borobudur International Symposium on Science and Technology 2022 (BIS-STE 2022)*, Atlantis Press, 2023, pp. 12–19. doi: 10.2991/978-94-6463-284-2_3.
- [18] S. H. Choi and S. Samavedam, “Modelling and optimisation of rapid prototyping,” *Comput. Ind.*, vol. 47, no. 1, pp. 39–53, 2002, doi: 10.1016/S0166-3615(01)00140-3.