

DESAIN DAN ANALISIS CASE *LINFLOW WATER METER* DENGAN METODE CAD

Design and Case Analysis of Linflow Water Meter with CAD Method

Rio Arian Syaputra^{1*}, Dedi Suryadi¹, Ahmad Nizam²

- 1) Program Studi Teknik Mesin Universitas Bengkulu
Jl. W.R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu
- 2) Pusat Riset Mekatronika Cerdas, Badan Riset dan Inovasi Nasional Kawasan Sains dan Teknologi
Samaun Samadikun, Jl. Sangkuriang, Dago, Kota Bandung
Email : rioarian2002@gmail.com

Submitted: 03 Februari 2025

Revised: 24 Maret 2025

Accepted: 08 April 2025

ABSTRACT

Linflow water meter is a smart technology-based water consumption meter designed to improve accuracy and efficiency in water resource management, both in the household, commercial, and industrial sectors. To protect the sensitive components inside and ensure the durability of the tool in a wide range of environmental conditions, a reliable case design is required. This study aims to design and analyze the linflow water meter casing by considering the aspects of pressure resistance, protection against moisture and temperature, as well as conducting static and thermal analysis to evaluate the structural integrity and performance of the water meter, ensuring that it meets industry standards for efficiency and durability. The methodology used includes the selection of materials that are resistant to stress and corrosion, the design of ergonomic casing structures, and durability simulations using the finite element analysis (FEA) method. The results of the analysis show that the high-quality polymer material with the addition of an anti-corrosion coating provides optimal protection for the operational environment. In addition, the modular design of the case makes it easy to install and maintain without affecting the integrity of the device. These findings are expected to improve the design process and operational reliability of water meters, thereby supporting effective drainage management and infrastructure protection.

Keywords: *Linflow water meter, Finite element analysis, CAD method.*

1. PENDAHULUAN

Linflow water meter adalah alat ukur air berbasis teknologi mutakhir yang dirancang untuk mengukur konsumsi air dengan akurasi tinggi. Water meter memainkan peran penting dalam manajemen sumber daya air. Pemasangan water meter memungkinkan pengguna, baik individu maupun perusahaan air minum, untuk memonitor penggunaan air secara efektif dan efisien. Data yang dihasilkan oleh alat ini membantu dalam mengurangi pemborosan air, mengoptimalkan biaya, serta mendukung pelestarian sumber daya air [1]. Pengelolaan air bersih yang efisien menjadi kebutuhan utama di berbagai sector industri dan komersial. *linflow water meter*. hadir sebagai solusi canggih untuk mengukur penggunaan air secara presisi dan memantau konsumsi air secara *real-time* dan memberikan data akurat untuk efisiensi penggunaan sumber daya [2].

Water meter merupakan perangkat esensial dalam infrastruktur pengelolaan air, memungkinkan deteksi kebocoran, perhitungan konsumsi, dan penagihan yang adil. Dengan teknologi modern, seperti yang diusung *Linflow*, water meter kini dilengkapi dengan sistem digital dan konektivitas IoT (*Internet of Things*), mempercepat proses pengambilan keputusan berbasis data [3]. *Linflow water meter* menggunakan teknologi ultrasonik untuk mengukur aliran air tanpa komponen mekanis yang bergerak, sehingga meminimalkan risiko kerusakan dan meningkatkan akurasi. Selain itu, fitur integrasi IoT memungkinkan pengumpulan data secara jarak jauh dan pelaporan yang terautomasi [4].

Linflow water meter telah digunakan secara luas di berbagai sektor, termasuk perumahan, hotel, dan pabrik. Sistem ini memungkinkan perusahaan untuk memantau penggunaan air secara rinci dan mengidentifikasi pola konsumsi yang dapat dioptimalkan untuk efisiensi. Dengan memberikan data yang akurat dan real-time, *Linflow* memungkinkan deteksi dini kebocoran serta penyusunan strategi konservasi air. Pengguna dapat mengurangi pemborosan air hingga 30% melalui analisis data konsumsi yang lebih baik [5].

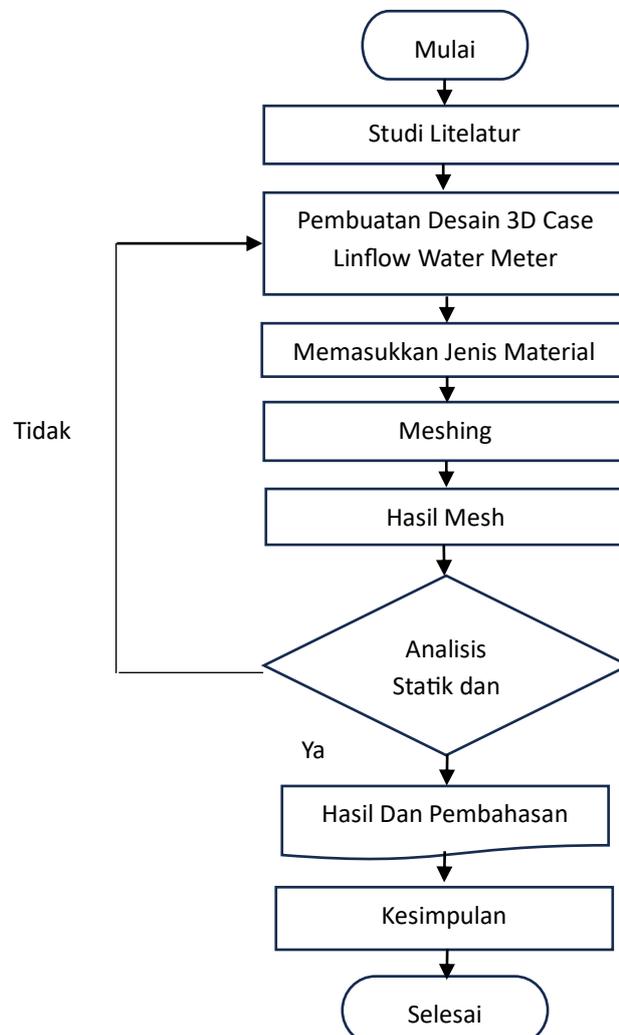
Fluktuasi suhu yang semakin ekstrem di Bandung, akibat dampak perubahan iklim dan urbanisasi, memengaruhi kebutuhan air masyarakat. Ketika suhu meningkat, konsumsi air untuk aktivitas domestik seperti minum, mandi, dan irigasi meningkat signifikan. Dalam hal ini, teknologi seperti *linflow water meter*. sangat relevan untuk memastikan pengelolaan air yang efisien. Linflow dapat memberikan data akurat terkait konsumsi air, sehingga masyarakat dan pemerintah dapat mengatur distribusi air secara lebih baik [6-7].

Dalam kondisi didaerah Bandung dengan memiliki yang tidak terlalu ekstrim *linflow water meter*. menawarkan solusi teknologi canggih yang dapat diintegrasikan dengan sistem pengelolaan air pintar (smart water management). Untuk mendukung pengembangan tersebut dan dapat melindungi perangkat canggih dari suhu di Bandung maka diperlukan perancangan dan analisis *case linflow water meter*. Perancangan desain *case linflow water meter* bertujuan untuk mengetahui besaran distribusi tegangan *von mises stress, displacement dan factor of safety* serta mengetahui *temperatur, total heat flux dan directional heat flux* pada *case linflow water meter*.

2. METODOLOGI

2.1 Diagram Alir

Dalam proses mendesain dan menganalisis dilakukan beberapa tahap yaitu study literatur dari berbagai referensi pada permodelan yang akan dibuat. Desain *case linflow water meter* dilakukan meshing sebelum melakukan analisis. Selanjutnya menganalisis static dengan menggunakan solidworks dan analisis thermal dengan menggunakan ansys. Setelah melakukan simulasi analisis terdapat hasil yang kemudian menyatakan bahwa gambar tersebut sudah memenuhi standar yang ditentukan atau tidak. Ketika tidak, maka pembuatan kembali atau memperbaiki desain. Ketika kondisi sudah memenuhi standar maka akan didapatkan hasil dan pembahasan dari simulasi analisis static dan thermal, kemudian ditarik kesimpulan. Tahapan tahapan ini ditampilkan dalam bentuk diagram alir. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir penelitian

2.2 Prosedur Desain dan Analisis

2.2.1 Desaian

Langkah awal melakukan desain *case inflow water meter* menggunakan Software Solidworks merupakan hasil perancangan dan pengukuran. Permodelan dengan dimensi yang telah ditentukan yaitu memiliki dimensi panjang 70,40 mm, lebar 60,51 mm dan tinggi 56,38 mm. Tebal dari komponen *case inflow water meter* sebesar 2,60 mm kemudian membuat desain 3D untuk membentuk suatu komponen *case inflow water meter*.

2.2.2 Analisis Statik

Prosedur dari analisis statik pada *case inflow water meter* dengan menggunakan Solidworks adalah sebagai berikut.

- 1) Memilih material pada komponen *case inflow water meter* menggunakan bahan material PVC Rigit. Material PVC Rigit memiliki daya tahan terhadap korosi sehingga cocok digunakan dalam aplikasi yang melibatkan air dan bahan kimia, tahan lama dan mampu bertahan dari kondisi cuaca serta harga terjangkau. Spesifikasi dari material dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Tabel Spesifikasi Material

Mechanical Properties	Metric Units
<i>Tensile Strength, Ultimate</i>	14.3 - 55.2 MPa
<i>Tensile Strength, Yield</i>	3.45 - 7.31 MPa
<i>Elongation at Break</i>	2.00 - 330%
<i>Elongation at Yield</i>	3.0 - 6.0%
<i>Modulus of Elasticity</i>	1.82 - 7.03 GPa
<i>Flexural Yield Strength</i>	50.7 - 104 MPa

- 2) Pada komponen *case inflow water meter* diberikan tumpuan (*fixed geometry*) pada bagian bawah dan pada lobang baut. Pembebanan (*force value*) diberikan pada permukaan bagian atas.
- 3) Proses meshing dilakukan untuk membagi struktur ke elemen-elemen komponen yang lebih kecil, Proses meshing dilakukan dengan ukuran elemen maksimum sebesar 10 mm dan ukuran minimum sebesar 0.2 mm. Pembatasan dilakukan untuk menghemat waktu dalam proses analisis statik yang akan dilakukan dan proses run study dilakukan untuk menjalankan analisis statik, hasil yang didapat dari proses run study ini adalah tegangan von mises, deformasi, *safety of factor*

2.2.3 Analisis Thermal

Prosedur dari analisis thermal pada *case inflow water meter* dengan menggunakan Software Ansys adalah sebagai berikut.

- 1) Pada menu ansys terdapat beberapa pilihan analisis. analisis yang digunakan adalah transient thermal. Dengan menggeser menu ke dalam tampilan untuk diolah dan terdapat beberapa menu di dalamnya yaitu Engineering Data, Geometri, Model, Setup, Solution dan Results.
- 2) Engineering data merupakan menu untuk menginput jenis material dan data data mengenai material yang dipilih sesuai dengan simulasi yang akan dijalankan. Jenis material yang dipilih adalah PVC Rigit. Untuk spesifikasi Thermal dari material PVC rigid dapat dilihat pada Tabel 2.
- 3) Geometri merupakan menu yang digunakan untuk mendesain gambar yang akan dianalisis. Pada Langkah ini yaitu menginput desain *case inflow water meter* yang telah dibuat di solidworks yang akan dianalisis.
- 4) Pada proses model mengacu pada tahapan dan pendekatan dalam mengelola alur kerja simulasi. Ansys Workbench menggunakan proses model untuk mengintegrasikan berbagai alat dan modul analisis secara terstruktur. Ada beberapa bagian dari model ini yaitu *geometri reaction, mesh generation, physics setup, solve setup dan post procesing*.
- 5) Proses meshing dilakukan untuk membagi struktur ke elemen-elemen komponen yang lebih kecil. Pembatasan dilakukan untuk menghemat waktu dalam proses analisis thermal. Selanjutnya Post

processing merupakan proses simulasi dari penyelesaian hasil simulasi analisis dari case inflow water meter. Hasil simulasi analisis dari *post processing* berupa temperatur, *total heat flux* dan *directional heat flux* dari case inflow water meter.

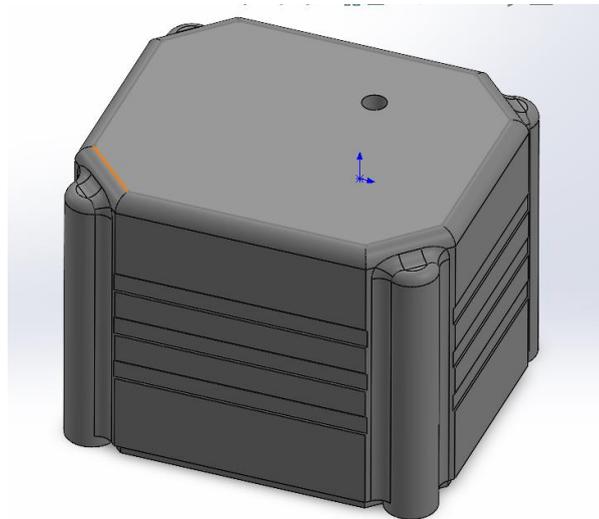
Tabel 2 Spesifikasi Thermal Material

Mecanical Properties	Matric Units
<i>Density</i>	1413 kg/m ³
<i>Thermal Diffusivity</i>	1,45 x 10 m/s
<i>Specific Heat Capacity</i>	1015 J/(kW)
<i>Thermal Conduktivity</i>	0,208 W/(mK)
<i>Emission Coefficient</i>	0,963
<i>Heat Transfer Coefficient</i>	9 W/(m ² K)

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.2 Hasil Desain

Hasil desain *Case Linflow Water Meter* dengan menggunakan *software solidworks student 2024* dengan menggunakan jenis material PVC Rigit. *Case Linflow Water Meter* memiliki dimensi panjang 70,40 mm, lebar 60,51 mm dan tinggi 56,38 mm. Tebal dari komponen case *Linflow Water Meter* sebesar 2,60 mm. Hasil desain *Case Linflow Water Meter* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Hasil Desain Case Linflow Water Meter

3.3 Hasil Analisis Statik

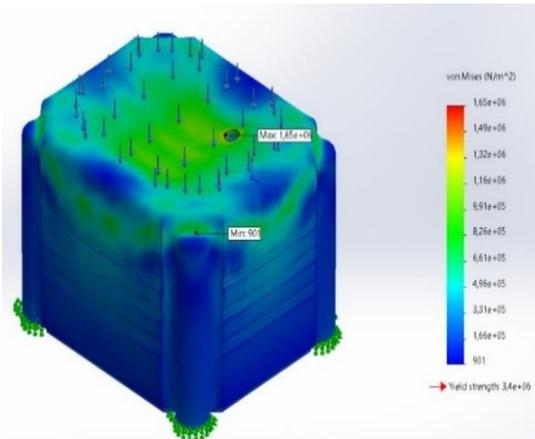
Dari hasil simulasi analisis statik menggunakan *solidworks* pada komponen case *linflow water meter*, kemudian diperoleh nilai *von mises stress*, *displacement* dan *safety of factor* pada komponen case *linflow water meter* adalah sebagai berikut.

1. *Von Mises stres*

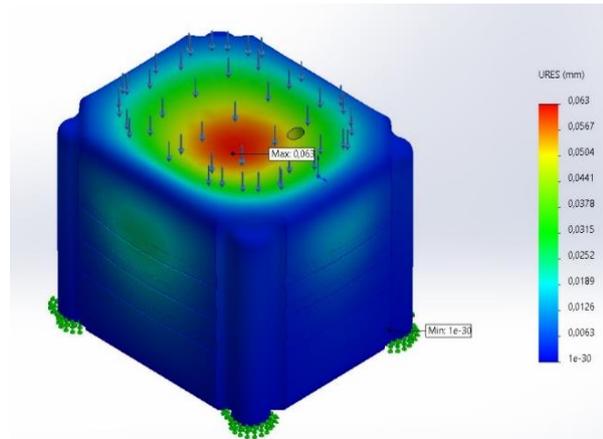
Pada desain *case linflow water meter* dilakukan analisis *von mises stress* dan didapatkan hasil untuk tegangan maksimum sebesar 1,65e+06 MPa. Tegangan paling tinggi terdapat pada atas, sedangkan tegangan minimum terdapat pada bagian sudut sebesar 901 MPa. Hasil simulasi von misse stress dapat dilihat pada Gambar 3.

2. *Displacement*

Displacement merupakan pergeseran atau perpindahan yang terjadi pada komponen akibat pembebanan yang diberikan. Jika dilihat dari hasil analisis pembebanan yang berada pada bagian atas, terlihat hasil *displacement* maksimum yaitu sebesar 0,0063 mm yang ditunjukkan dengan warna merah dan *displacement* minimum sebesar 1e-30 mm yang ditunjukkan dengan warna biru. Dapat dilihat pada Gambar 4.



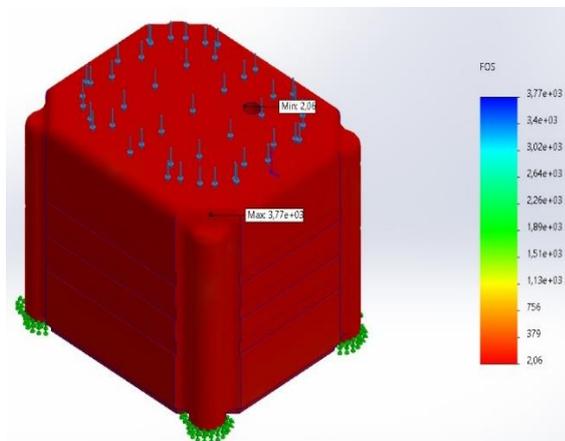
Gambar 3 Hasil Von Mises Stress



Gambar 4 Hasil Displacement

3. Safety of factor

Pada desain case *linflow water meter* dilakukan analisis *safety of factor* untuk melihat nilai maksimum dan minimum keamanan. Didapatkan nilai maksimum *safety of factor* sebesar 3770 dan nilai minimum *safety of factor* sebesar 2,1. *Safety of factor case Linflow Water Meter* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil Safety of Factor

3.4 Analisis Thermal

Dari hasil simulasi analisis thermal menggunakan Ansys Workbench R1 pada komponen case *linflow water meter*, kemudian diperoleh nilai temperatur, total heat flux dan directional heat flux pada komponen case *linflow water meter* adalah sebagai berikut.

1. Temperatur

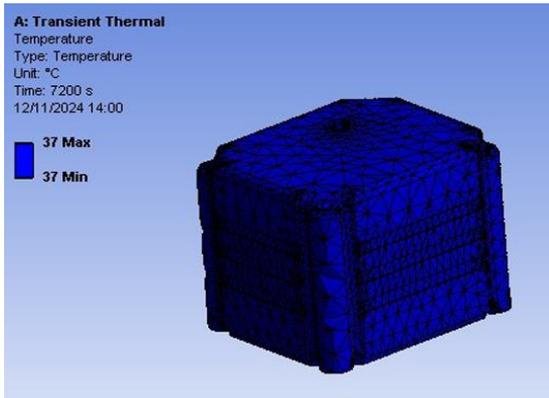
Simulasi ini penting dalam memahami bagaimana suatu komponen case *Linflow Water Meter* bereaksi terhadap beban panas dan lingkungan termal, sehingga memungkinkan untuk menganalisis ketahanan, stabilitas, dan performa material dalam berbagai kondisi suhu. Pada analisis ini didapatkan bahwa suhu maksimal dan minial sebesar 37°C, dengan rentan waktu selama 7200 detik atau sekitar 2 jam. Pada hasilnya menunjukkan bahwa komponen masih dalam kategori aman ketika berada disuhu 37°C. Hasil Analisis temperatur pada case *Linflow Water Meter* dapat dilihat pada Gambar 6.

2. Heat Flux

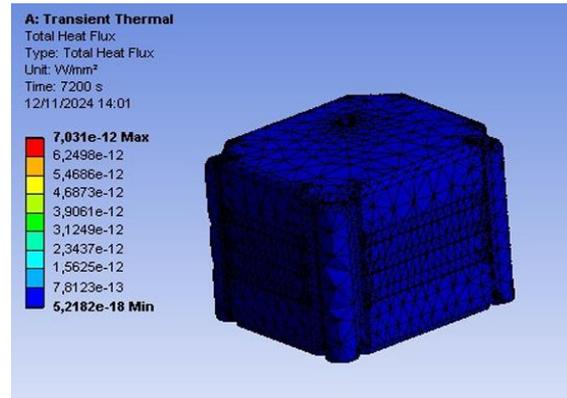
Analisis ini penting untuk melihat jalur perpindahan panas dalam material. Pada analisis total heat flux mendapatkan nilai maksimal 7,031e-12 dan nilai minimum nya sebesar 5,2182e-18. Dengan waktu selama 7200 detik atau 2 jam. Didapatkan hasil pada analisis tersebut tidak mengalami heat flux yang berlebihan. Hasil analisis total *heat flux* dapat dilihat pada Gambar 7.

3. Directional Heat Flux

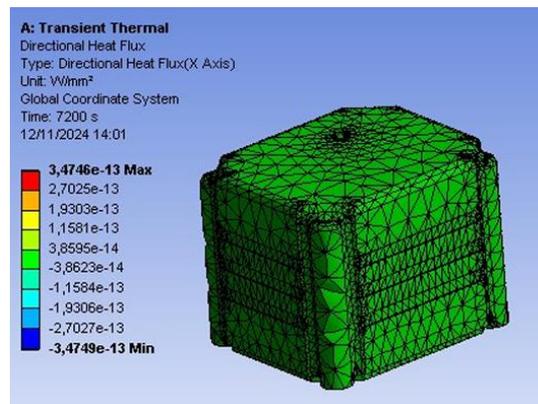
Pada analisis directional heat flux didapatkan nilai maksimal sebesar $3,4746 \times 10^{-13}$ dan nilai minimum sebesar $-3,4749 \times 10^{-14}$ dengan waktu 7200 detik atau 2 jam. Hasilnya didiapatkan yaitu antara $3,8595 \times 10^{-14}$ dan $-3,8595 \times 10^{-14}$. Hasil analisis *Directional Heat Flux* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6 Hasil Analisis Temperature



Gambar 7 Hasil Analisis Total Heat Flux



Gambar 8 Hasil Analisis Directional Heat Flux

3.5 Hasil Analisis Simulasi Statik dan Thermal

Hasil dari analisis simulasi statik dan simulasi thermal pada desain case *linflow water meter* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3 Hasil Analisis Statik dan Thermal

No	Analisis	Macam-macam Analisis	Nilai	
			Min	Max
1	Statik	Von mises stress (MPa)	901	$1,65 \times 10^6$
		Displacement (mm)	1×10^{-30}	0,063
		Factor of safety	2,1	377
2	Thermal	Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	37	37
		Heat Flux (W/mm)	$5,2182 \times 10^{-18}$	$7,031 \times 10^{-12}$
		Directional Heat Flux (W/mm)	$-3,4749 \times 10^{-14}$	$3,4746 \times 10^{-13}$

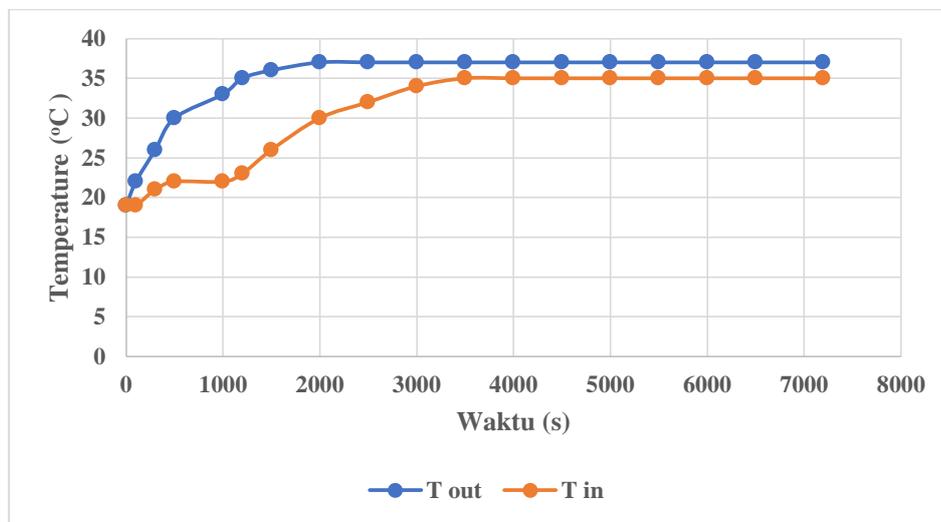
3.6 Pembahasan

Pengujian pada analisis statik yang pertama yaitu pengujian *von mises stress* yang dilakukan pada komponen case *linflow water meter* didapatkan hasil untuk tegangan maksimum sebesar $1,65 \times 10^6$ MPa. Tegangan paling tinggi terdapat pada atas, sedangkan tegangan minimum terdapat pada bagian sudut sebesar 901 MPa. Pada pengujian *displacement* untuk melihat pergeseran atau perpindahan pada komponen akibat

pembebanan yang diberikam. Hasil analisis pembebanan yang berada pada bagian atas, terlihat hasil *displacement* maksimum yaitu sebesar 0,063 mm yang ditunjukkan dengan warna merah dan *displacement* minimum sebesar $1e-30$ mm. Pada pengujian *safety of factor* simulasi ini bertujuan untuk melihat faktor keamanan dari perancangan. Didapatkan nilai maksimum *safety of factor* 377 dan nilai minimum *safety of factor* sebesar 2,1.

Pengujian pada analisis thermal terdapat beberapa bagian. Analisis yang pertama adalah temperatur. Temperatur bertujuan memahami bagaimana suatu komponen *case inflow water meter* bereaksi terhadap beban panas dan lingkungan termal. Didapatkan adalah nilai minimumnya sebesar 37oC dan nilai maksimumnya sebesar 37oC. Pada analisis total heat flux mendapatkan nilai maksimal $7,031e-12$ dan nilai minimum nya sebesar $5,2182e-18$. Dengan waktu selama 7200 detik atau 2 jam. Pada analisis directional heat flux didapatkan nilai maksimal sebesar $3,4746e-13$ dan nilai minimum sebesar $-3,4749e-14$ dengan waktu 7200 detik atau 2 jam. Hasilnya didiapatkan yaitu antara $3,8595e-14$ dan $-3,8595e-14$.

Setelah dilakukan analisis thermal pada komponen *case inflow water meter*, didapatkan adanya perubahan suhu dari komponen terdapat perubahan suhu lingkungan sekitar. Dengan asumsi pemberian suhu awal dari komponen yaitu 19°C dan suhu akhir yaitu 37°C dengan jangka waktu selama 7200 deik (2 jam). Grafik perubahan temperatur dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Grafik Perubahan Temperature

Pada grafik perubahan temperature menampilkan perubahan suhu pada komponen diakibatkan perubahan suhu dilingkungan. Perubahan terperature didapatkan bahwa suhu dari 19°C dapat berubah menjadi suhu lingkungan sekitar yaitu 37°C. Perubahan temperature salah satunya dipengaruhi oleh lamanya waktu ketika kontak langsung dengan suhu lingkungan. Pada grafik didapatkan bahwa suhu dari T out mendapatkan nilai pada suhu 19°C menuju ke suhu 37°C dibutuhkan waktu selama 2000 detik. Dalam waktu 1300 detik sampai 7200 detik tidak trjadinya perubahan suhu atau konstan. Sedangkan pada T in didapatkan nilai yang sedikit lebih kecil dibandingkan dengan T out. Pada suhu 19°C menuju ke suhu 35°C dibutuhkan waktu 3500 detik. Dan pada T in suhu maksimal hanya pada suhu 37°C. Hal ini disebabkan temperature lingkungan dapat diredam panasnya dengan material pada komponen *case inflow water meter*.

4 KESIMPULAN

Setelah Melakukan desain dan analisis *case inflow water meter*, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Perancangan *case inflow water meter* didesain dengan menggunakan software solidworks. Pada komponen *case inflow water meter* menggunakan jenis material yaitu PVC rigid. Dimensi pada

komponen case *inflow water meter* sesuai dengan desain yang telah disepakati sebelumnya yang disesuaikan dengan kondisi di lapangan.

2. Besar distribusi pengujian von mises stress yang dilakukan pada komponen case *inflow water meter* didapatkan hasil untuk tegangan maksimum sebesar $1,65e+06$ MPa dan minimum terdapat pada bagian sudut sebesar 901 MPa. Pada pengujian displacement, terlihat hasil *displacement* maksimum yaitu sebesar 0,063 mm dan displacement minimum sebesar $1e-30$ mm. Pada pengujian *safety of factor*, didapatkan nilai maksimum *safety of factor* sebesar 377 dan nilai minimum *safety of factor* sebesar 2,1. Pada analisis temperatur didapatkan nilai minimumnya sebesar 37°C dan nilai maksimumnya sebesar 37°C . Pada analisis *total heat flux* mendapatkan nilai maksimal $7,031e-12$ dan nilai minimum nya sebesar $5,2182e-18$. Dengan waktu selama 7200 detik atau 2 jam. Pada analisis *directional heat flux* didapatkan nilai maksimal sebesar $3,4746e-13$ dan nilai minimum sebesar $-3,4749e-14$ dengan waktu 7200 detik atau 2 jam. Hasilnya didiapatkan yaitu antara $3,8595e-14$ dan $-3,8595e-14$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ali M, Kumar S. **2021**. Urban Water Distribution Management," Water Resources Journal: 34(2): 120–130.
- [2] Smith J. Anderson K. **2021**. Modern Water Meter Technology. New York: GreenTech Press.
- [3] Salam A. **2020**. Internet of Things for Sustainable Community Development. Chapter 9 : Internet of Things in Water Management and Treatment: 273-298.
- [4] Garcia P, Brown R. **2019**. Digital Meters vs. Mechanical Systems. Water Tech Quarterly.
- [5] Nguyen H, Hoang T. **2020**. Reducing Water Waste with Smart Meters. Sustainable Cities Review.
- [6] Hamdani GK, Rikumahu VD, Putra FE, Uny C. **2025**. Fenomena Urban Heat Island di Kota Bandung. Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sasins dan Teknologi: 12(2): 629-644.
- [7] Gomez R, Torres M. **2018**. Wastewater Inflow Monitoring: Efficiency and Applications. International Journal of Environmental Technology and Management: 23(2): 87–95.