



SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi,
dan Teknik Informatika

<https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>



Informasi Pelaksanaan :

SNESTIK V - Surabaya, 26 April 2025

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:

DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7235

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Penerapan Insulasi Perpindahan Panas Pada Pipa Boiler Feed Water Di PT. Petrokimia Gresik

Alifiyah Shaffa Nabilah¹, Gusza Ditto², Astrie Kusuma Dewi³

¹Teknik Instrumentasi Kilang, Politeknik Energi dan Mineral
Akamigas, Jl. Gajah Mada No.38 Kec.Cepu, Kab. Blora,
Jawa Tengah, 58315

* E-mail: shaffaalifiyah@gmail.com

ABSTRACT

Corrosion is a major issue for steel pipes used in the oil and gas industry, particularly due to corrosive environments. One way to mitigate the effects of corrosion and improve energy efficiency is by installing insulation on the pipes. This research aims to analyze the use of heat transfer insulation on boiler feed water pipes at PT Petrokimia Gresik. The purpose of the insulation is to prevent heat loss, enhance energy efficiency, and protect workers from high temperatures. The type of insulation used is glass wool, which is known for its low thermal conductivity and high heat resistance, enabling it to maintain the optimal and stable temperature of the fluid inside the pipes. The calculation results show that a pipe without insulation has a heat transfer rate of 2,834.04 W, while a pipe with insulation only experiences a heat transfer rate of 60.52 W. The use of insulation has proven to be effective in reducing the heat transfer rate and preventing energy loss. The comparison between heat transfer in uninsulated and insulated pipes indicates that the use of insulation can reduce heat transfer by approximately 97.86%.

Keywords: Glass wool; new renewable energy; insulation; boiler feed water.

ABSTRAK

Korosi merupakan masalah utama pada pipa baja yang digunakan dalam industri migas, terutama karena lingkungan korosif. Salah satu cara untuk mengurangi dampak korosi dan meningkatkan efisiensi energi adalah dengan memasang insulasi pada pipa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan insulasi perpindahan panas pada pipa boiler feed water di PT Petrokimia Gresik. Insulasi bertujuan untuk mencegah hilangnya energi panas, meningkatkan efisiensi, dan melindungi pekerja dari suhu tinggi. Jenis insulasi yang digunakan adalah glass wool, yang dikenal memiliki konduktivitas termal rendah dan tahan terhadap suhu tinggi, sehingga mampu menjaga suhu fluida dalam pipa tetap optimal dan stabil. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pipa tanpa insulasi memiliki perpindahan panas sebesar 2.834,04 W, sementara pipa yang menggunakan insulasi hanya sebesar 60,52 W. Penggunaan insulasi ini terbukti efektif dalam mengurangi laju perpindahan panas dan mencegah kebocoran energi. Perbandingan antara perpindahan panas tanpa insulasi dan dengan insulasi menunjukkan bahwa penggunaan insulasi dapat mengurangi perpindahan panas sebesar sekitar 97,86%

Kata kunci: *Glass wool*; energi baru terbarukan; insulasi; *Boiler feed water*.

PENDAHULUAN

Korosi adalah proses alami yang menyebabkan kerusakan material akibat reaksi kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya. Pada dasarnya, semua lingkungan memiliki sifat korosif. Lingkungan korosif yang paling umum meliputi udara, kelembaban, air tawar dan garam, serta gas seperti sulfur dioksida, klorin, dan hidrogen sulfida. Dalam industri migas, pipa logam, terutama yang terbuat dari baja, merupakan jenis pipa yang paling banyak digunakan.[1] Namun, masalah utama yang sering timbul adalah rendahnya ketahanan pipa baja terhadap korosi, baik korosi internal maupun eksternal.

Dari penelitian dahulu corrosion under insulation (CUI) menjadi masalah utama dalam dunia industri kimia dan pengeboran minyak sejak tahun 1970 saat Krisi minyak menyebabkan kenaikan biaya sumber energi dan penggunaan system insulasi yang menjadi sebuah keharusan dikarenakan beberapa factor.[2] Pada tahun 2006, di Amerika Serikat, pabrik petrokimia mengalami kebocoran dari saluran hidrokarbon 4 inci atau sekitar 10 sentimeter, menghancurkan setengah unit pabrik dan menelan biaya Perusahaan sekitar RP. 785 miliar, dan penyebabnya adalah corrosion under insulation.[3] Pemasangan insulasi pada pipa diperlukan untuk mencegah hilangnya energi panas secara tidak efisien dan untuk melindungi pekerja di sekitar pipa, mengingat suhu fluida dalam pipa yang dioperasikan sering kali sangat berbeda dengan suhu ruangan. [2] Selain itu, karena efisiensi biaya produksi dan keselamatan operasional sangat diperhatikan dalam dunia industri, insulasi dipasang pada pipa yang beroperasi pada suhu tertentu untuk mendukung efisiensi tersebut.[4]

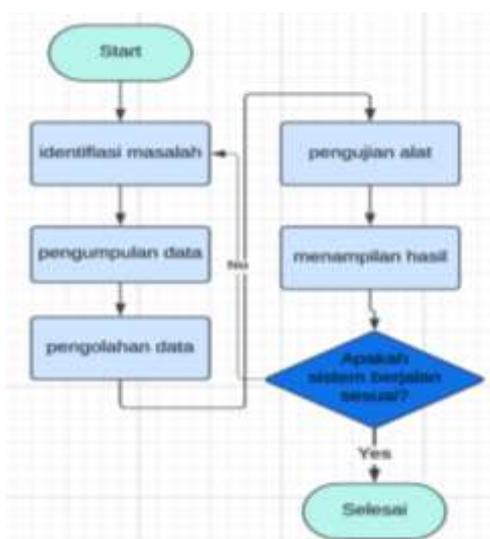
Pada perusahaan PT. Petrokimia Gresik yaitu menarapkan insulasi perpindahan panas pada pipa untuk menurunkan suhu pada pipa supaya tidak berdampak pada lingkungan sekitar. Insulasi perpindahan panas atau insulasi termal adalah proses atau metode untuk mengurangi laju perpindahan panas atau kalor. Insulasi dapat dilakukan dengan menggunakan material atau metode tertentu. Insulasi dapat digunakan untuk: Menjaga efisiensi energi bangunan, Menjaga kenyamanan termal, Mengurangi emisi karbon, Menjaga bagian dalam wadah terasa dingin lebih lama.

Melalui artikel ini, saya akan membahas secara mendalam mengenai insulasi perpindahan panas pipa pada Boiler feed water dengan keluaran steam drum di PT. petrokimia Gresik. Saya akan mengeksplorasi kinerja *system*, koefisiensi dari insulasi, perhitungan tanpa insulasi dan memakai insulasi, jenis dan ketebalan insulasi, lepas aluminium dan saat masukkan glass wool. Dengan demikian artikel ini membahas tentang perbandingan antara penggunaan insulasi pada pipa dengan tidak menggunakan insulasi Dimana pada saat penggunaan insulasi suhu pada pipa tidak

akan dilepaskan ke lingkungan dan ini meminimalisir dampak pada lingkungan sekitar pipa tersebut. Ini juga bisa menjadi pembelajaran bagi Perusahaan lain untuk beralih pada energi terbarukan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode observasi yang dilakukan di PT Petrokimia Gresik. Yang Dimana metode ini adalah cara pengumpulan data dengan cara mengamati objek atau fenomena yang menjadi fokus penelitian secara langsung dan sistematis. Metode digunakan untuk menganalisis pemanfaatan insulasi pada pipa boiler yang bertujuan untuk mengurangi laju perpindahan panas atau kalor. Insulasi dapat dilakukan dengan menggunakan material atau metode tertentu. Dan bisa membandingkan saat dipasang insulasi atau tidak dipasang. Tahap-tahap penelitian ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Insulator adalah benda atau materi yang memiliki kemampuan insulasi. Kemampuan insulasi suatu bahan diukur dengan konduktivitas termal (k). Konduktivitas termal yang rendah setara dengan kemampuan insulasi yang tinggi. Beberapa contoh material insulasi yang umum digunakan adalah: Busa poliuretan, Wol mineral, Polistiren, Serat kaca. Perpindahan panas dapat terjadi melalui tiga cara, yaitu konduksi, konveksi, dan radiasi. Perpindahan panas konduksi adalah perpindahan energi dari partikel yang memiliki energi lebih tinggi menuju partikel didekatnya yang memiliki energi lebih sedikit. [5] Proses perpindahan panas terjadi karena adanya perbedaan temperatur antara bagian dalam pipa dengan udara sekitar. Oleh karena itu kehilangan energi akan terus menerus terjadi melalui dinding pipa dan lapisan-lapisan isolasi. Secara intuitif kita merasa bahwa perpindahan panas terjadi satu arah yaitu dari dalam pipa menuju permukaan luar isolasi. [6] Jenis insulasi yang digunakan

Untuk jenis insulasi perpindahan panas pipa sendiri menggunakan jenis carbon steel Dimana Pipa *carbon steel* adalah jenis pipa yang terbuat dari baja karbon, yaitu baja yang mengandung karbon sebagai unsur utama selain besi, dengan sedikit atau tanpa tambahan unsur paduan lainnya seperti kromium, nikel, atau molibdenum.

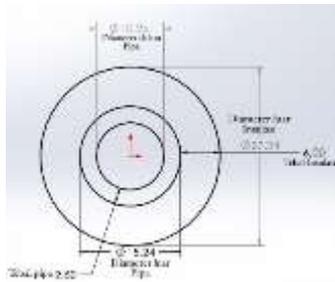
Kemudian untuk insulasi pada pipa menggunakan glass wool Dimana Glass wool adalah bahan isolasi termal dan akustik yang terbuat dari serat kaca halus yang dipintal menjadi tekstur seperti wol. [7] Bahan ini termasuk dalam kategori *fiberglass insulation* dan merupakan salah satu material yang paling umum digunakan untuk keperluan isolasi di berbagai industri. Berikut adalah keunggulan terkait penggunaan *glass wool* sebagai insulasi pada pipa *boiler feed water*:

1. Efisiensi Termal: Glass wool memiliki konduktivitas termal rendah, menjaga suhu fluida optimal dan mengurangi kehilangan panas, sehingga meningkatkan efisiensi energi sistem boiler, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.
2. Pengurangan Kehilangan Panas: Insulasi pipa dengan glass wool mengurangi perpindahan panas ke lingkungan, menjaga suhu fluida tetap stabil.
3. Tahan Suhu Tinggi: Glass wool tahan panas tinggi, cocok untuk sistem perpipaan yang terhubung ke boiler feed water yang beroperasi pada suhu tinggi.



Gambar 2. Glass wool

A. Data lapangan Insulasi pipa di PT. Petrokimia Gresik



(a)



(b)

Gambar 2 (a). Diameter Pipa; (b). Pengambilan Data

B. Rumus perhitungan tanpa insulasi dan menggunakan insulasi

Perpindahan panas dalam pipa tanpa insulasi dapat ditulis dengan persamaan berikut ini:

$$Q = \frac{2\pi Lk(T_1 - T_3)}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} \quad (1)$$

Ketika pipa dilapisi dengan material insulasi, perpindahan panas dari dalam pipa ke lingkungan berkurang secara signifikan karena insulasi bertindak sebagai penghalang utama yang menghambat aliran panas. Lapisan ini menambah tahanan termal, sehingga membatasi laju perpindahan panas dan mengurangi kontak langsung antara pipa yang

panas dengan lingkungan dingin. Untuk menghitung perpindahan panas pada pipa terinsulasi, diperlukan pendekatan matematis yang memperhitungkan ketebalan dan konduktivitas termal bahan insulasi, karena faktor ini memengaruhi efektivitas insulasi dalam menghambat panas.

Persamaan untuk perpindahan panas pada pipa yang terinsulasi dapat ditulis sebagai berikut:

$$Q = \frac{2\pi L (T_2 - T_3)}{\frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{k_1} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{k_2}} \quad (2)$$

C. Perhitungan tanpa insulasi dan menggunakan insulasi

- Perhitungan tanpa insulasi

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot k \cdot (T \text{ fluida} - T \text{ lingkungan})}{\ln\left(\frac{D \text{ luar}}{D \text{ dalam}}\right)}$$

$$Q = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 25 \text{ m} \cdot 60,5 \text{ w/mk} \cdot (424 \text{ k} - 303 \text{ k})}{\ln\left(\frac{0,1524 \text{ m}}{0,1016 \text{ m}}\right)}$$

$$Q = \frac{1.149,32}{\ln 1,5}$$

$$Q = \frac{1.149,32}{0,4054}$$

$$Q = 2.834,04 \text{ W}$$

Jika dalam 1 jam maka:

$$E = Q \times t$$

$$E = 2.834,04 \times 3600$$

$$E = 10.202.544 \text{ Joule}$$

- Perhitungan menggunakan insulasi

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot L \cdot (T \text{ fluida} - T \text{ lingkungan})}{\ln\left(\frac{D_2/D_1}{k_1}\right) + \ln\left(\frac{D_3/D_2}{k_2}\right)}$$

$$Q = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 25 \cdot (312,8 - 303)}{\ln\left(\frac{0,1524/0,1016}{60,5}\right) + \ln\left(\frac{0,2724/0,1524}{0,023}\right)}$$

$$Q = \frac{1.538,6}{0,00670 + 25,25}$$

$$Q = 60,52 \text{ W}$$

Jika dalam 1 jam maka:

$$E = Q \times t$$

$$E = 60,52 \times 3600$$

$$E = 217.872 \text{ Joule}$$

Pipa tanpa insulasi memiliki perpindahan panas sebesar 2.834,04 W, yang bila dihitung dalam satu jam, setara dengan 10.202.544 Joule. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa insulasi, jumlah panas yang keluar dari pipa ke lingkungan sangat besar. Sebaliknya, pipa yang menggunakan insulasi hanya mengalami perpindahan panas sebesar 60,52 W, atau setara dengan 217.872 Joule dalam satu jam, yang jauh lebih rendah. Perbandingan ini menegaskan bahwa insulasi sangat efektif dalam mengurangi laju perpindahan panas dari pipa ke lingkungan sekitarnya. Ketika pipa dilapisi insulasi, panas lebih terkendali di dalam pipa dan tidak mudah hilang ke lingkungan luar. Ini penting untuk menjaga efisiensi energi, terutama dalam proses industri, karena energi panas dapat dimanfaatkan dengan lebih optimal tanpa terbuang.

Keunggulan menggunakan insulasi pada pipa:

1. Mengurangi kehilangan panas, menjaga suhu fluida dan menghemat energi.
2. Meningkatkan efisiensi energi dengan mengurangi kebutuhan energi untuk pemanasan/pendinginan.
3. Mencegah kondensasi, menghindari kelembaban dan korosi.
4. Meningkatkan keselamatan dengan menjaga suhu permukaan pipa.
5. Mengurangi risiko korosi dan memperpanjang umur pipa.
6. Menstabilkan suhu fluida dalam pipa.



Gambar 1. Saat glass wool dipasang dalam pipa

D. Koefisiensi dari insulasi

Untuk koefisien insulasi perpindahan panas pada pipa *boiler feed water* di PT. petrokimia Gresik ini sangat efisien dikarenakan pada saat penggunaan insulasi suhu pada pipa tidak akan dilepaskan ke lingkungan dan ini meminimalisir dampak pada lingkungan sekitar pipa tersebut. Dan juga menurunkan suhu pada pipa dengan Kemampuan insulasi suatu bahan diukur dengan konduktivitas termal (k). Agar meminimalisir pada pekerja di area tersebut. Kemudian penggunaan *Glass wool* tidak hanya berfungsi sebagai isolator termal, tetapi juga memberikan perlindungan fisik pada pipa dari kerusakan eksternal dan korosi, yang dapat memperpanjang umur pipa dan sistem secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Penggunaan insulasi termal pada pipa boiler feed water di PT Petrokimia Gresik terbukti sangat efektif dalam mengurangi laju perpindahan panas dan mencegah kebocoran energi. Jenis insulasi yang digunakan, yaitu glass wool, memiliki konduktivitas termal rendah yang menjaga suhu fluida tetap optimal, serta memberikan perlindungan terhadap korosi dan kerusakan eksternal. Berdasarkan perhitungan, perpindahan panas pada pipa tanpa insulasi sebesar 2.834,04 W, sedangkan pada pipa berinsulasi hanya 60,52 W, yang berarti terjadi pengurangan perpindahan panas sebesar 97,86%. Penggunaan insulasi ini juga meningkatkan efisiensi energi, menjaga suhu stabil dalam pipa, mengurangi dampak terhadap lingkungan, serta melindungi pekerja dari paparan

suhu tinggi. Oleh karena itu, insulasi tidak hanya meningkatkan kinerja sistem perpipaan tetapi juga memperpanjang umur pipa dan meningkatkan keselamatan operasional di industri.

DAFTAR PUSAKA

- [1] F. Ardian, “Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Fluida Dalam Dan Variasi Jenis Lingkungan Luar Terhadap Karakteristik Korosi Dibawah Insulasi Baja ASTM A53 Grade-B,” 2018.
- [2] Z. R. Azhar, “Analisis Pengaruh Variasi Temperatur Fluida Dalam Dan Variasi Jenis Coating Terhadap Karakteristik Korosi Dibawah Insulasi Pada Pipa Baja Astm a53 Grade B,” pp. 1–129, 2018.
- [3] F. G. Permadi, P. Studi, T. Mesin, J. T. Mesin, F. Teknik, and U. Sriwijaya, “Pengaruh pengelasan terhadap korosi di bawah isolasi dengan media air laut dan air rawa pada baja astm a36,” 2023.
- [4] A. Kirana, “Effect of Adding Glass Fiber Reinforced Polyurethane Composites on Sound Absorbtion Coefficient and Mechanical Properties of Doorpanel Composite,” *Prism. Fis.*, pp. 1–105, 2016, [Online]. Available: <https://repository.its.ac.id/72365/1/2712100118-undergraduate-theses-.pdf>
- [5] F. T. Saputra, A. W. Husodo, and L. Pramesti, “Optimasi Insulasi Pada Pipa Outlet Start Up Blower Menuju Inlet Gas Combustor,” *Proc. Natl. Conf. Pip. Eng. Its Appl.*, vol. 8, no. 1, pp. 6–10, 2023.
- [6] S. Fisik and K. Polypropylene, “291463408,” 2017.
- [7] B. Lazuardi *et al.*, ““ D esain Insulasi dan Expansion loop pada Penggantian Jalur Pipa Transfer Ammonia (NH 3) Diameter 8 Inch (Studi Kasusdi PT . Petrokimia Gresik) ””.

