

Penerapan Material Lapisan Pendingin (Insulasi) pada Ruang *Integrated Cold Storage* (ICS) Tempat Pelelangan Ikan di Kabupaten Muna - Sulawesi Tenggara

*** Jailani Sidik¹, Syamsuddin Mustafa², Sudarman Abdullah³**

¹ Mahasiswa Program Sarjana Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa, Makassar

² Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

Jalan Urip Sumoharjo Km.4, Kota Makassar - Sulawesi Selatan 90231

³ Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin

Jalan Poros Sultan Alauddin, Kabupaten Gowa - Sulawesi Selatan 92113

* Korespondensi Jailaniarc@gmail.com

Diterima: 07 Maret 2025

Direvisi: 01 April 2025 Disetujui: 07 Mei 2025

ABSTRAK

Integrasi cold storage (ICS) merupakan infrastruktur penting dalam industri pelelangan ikan yang berperan penting dalam menjaga kualitas dan kesegaran produk ikan sebelum dijual. Material Lapisan pendingin dalam ruang integrated cold storage memegang peranan krusial dalam menjaga stabilitas suhu yang diperlukan untuk produk-produk berbasis dingin. Perancangan Tempat Pelelangan Ikan ini menggunakan metode perancangan, yaitu metode kanonik dan metode pragmatik. Metode kanonik digunakan untuk menganalisis kebutuhan ruang, besaran ruang, zonasi ruang makro dan mikro pada tapak. Metode pragmatik digunakan untuk menganalisis bangunan dan sistem insulasi termal. Kedua metode tersebut didasari oleh data kuantitatif dan data kualitatif. Pemilihan material yang tepat dalam meningkatkan efisiensi energi dan stabilitas suhu dalam ruang penyimpanan dingin. Material dengan konduktivitas termal rendah dan kekuatan struktural yang memadai dianggap memiliki potensi untuk meningkatkan kinerja keseluruhan dari sistem penyimpanan dingin. Penerapan material insulasi yang tepat pada ICS di TPI sangat penting untuk menjaga kualitas dan kesegaran ikan. Dengan insulasi yang baik, ikan dapat disimpan lebih lama, kualitasnya tetap terjaga, dan biaya operasional dapat dikurangi. Pilihan material insulasi yang tepat, seperti polistirena, fiberglass, atau urea, akan membantu mencapai efisiensi dan keberlanjutan sistem pendingin ICS.

Kata Kunci: Material, Insulasi, Tempat, pelelangan ikan, Kabupaten Muna

Application of Insulation Material in Integrated Cold Storage (ICS) Room of Fish Auction Place in Muna Regency - Southeast Sulawesi

ABSTRACT

Integrated cold storage (ICS) is a critical infrastructure in the fish auction industry that plays an important role in maintaining the quality and freshness of fish products before sale. Materials The cooling layer in the integrated cold storage room plays a crucial role in maintaining the temperature stability required for cold-based products. The design of this Fish Auction Place uses design methods, namely the canonical method and the pragmatic method. The canonical method is used to analyze space requirements, space size, macro and micro space zoning on the site. Pragmatic method is used to analyze the building and thermal insulation system. Both methods are based on quantitative data and qualitative data. Proper material selection improves energy efficiency and temperature stability in cold storage rooms. Materials with low thermal conductivity and adequate structural strength are considered to have the potential to improve the overall performance of the cold storage system. Applying the right insulation material in ICS at TPI is very important to maintain the quality and freshness of fish. With good insulation, fish can be stored longer, quality is

maintained, and operational costs can be reduced. The right choice of insulation material, such as polystyrene, fiberglass, or urea, will help achieve the efficiency and sustainability of the ICS refrigeration system.

Keywords: Material, Insulation, Place, fish auction, Muna Regency

1. PENDAHULUAN

Integrated cold storage (ICS) dalam pelelangan ikan merupakan langkah strategis untuk meningkatkan kualitas dan daya tahan ikan serta efisiensi proses penjualan. Dengan menyediakan fasilitas penyimpanan yang terkendali secara suhu, para pelaku industri dapat memastikan kesegaran ikan tetap terjaga sebelum dijual ke pasar. Dalam konteks pelelangan ikan, penggunaan cold storage tidak hanya memperpanjang umur simpan ikan, tetapi juga meningkatkan nilai jualnya. Oleh karena itu, penting untuk memahami bagaimana *integrated cold storage* dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi industri perikanan.

Dengan memanfaatkan *cold storage*, pelelangan ikan dapat dilakukan dengan lebih fleksibel dan efisien. Para nelayan dapat menangkap ikan dalam volume besar tanpa khawatir akan penurunan kualitasnya karena fasilitas penyimpanan yang memadai telah tersedia. Selain itu, cold storage juga memungkinkan penyimpanan sementara sebelum ikan dilelang, memungkinkan para pedagang untuk merencanakan strategi penjualan yang lebih baik.

Selain manfaat bagi para pelaku industri, *integrated cold storage* juga memberikan keuntungan bagi konsumen akhir. Dengan memastikan ikan tetap segar dan berkualitas, konsumen dapat memperoleh produk yang lebih bermutu dan aman untuk dikonsumsi. Ini menciptakan kepercayaan yang lebih besar dari konsumen terhadap produk ikan yang dihasilkan dari pelelangan dengan sistem *cold storage*. Penerapan material lapisan pendingin (insulasi) pada ruang *Integrated Cold Storage* (ICS) di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) sangat penting untuk menjaga kualitas dan kesegaran hasil tangkapan ikan. Insulasi yang baik akan membantu mempertahankan suhu rendah di dalam ICS, memperlambat pembusukan, dan mencegah kerusakan produk.

Dengan demikian, pemahaman tentang *integrated cold storage* dalam pelelangan ikan tidak hanya penting bagi para pelaku industri, tetapi juga untuk memenuhi harapan konsumen akan kualitas dan kesegaran produk ikan yang dihasilkan. Dalam konteks globalisasi dan persaingan yang semakin ketat, *cold storage* menjadi aset berharga dalam menjaga daya saing industri perikanan di pasar global.

2. LANDASAN TEORI

Langkah pertama dalam pembuatan Cold Storage adalah melakukan perencanaan dengan cermat. Hal ini mencakup pemilihan jenis produk yang akan disimpan, seperti makanan segar, daging, atau obat-obatan. Penentuan suhu penyimpanan yang diperlukan juga sangat penting; misalnya, suhu -18°C untuk daging beku atau 0°C hingga 10°C untuk produk segar.

Pemilihan lokasi strategis untuk *Cold Storage* sangat krusial. Lokasi harus mudah diakses dan memiliki infrastruktur pendukung seperti listrik dan air. Selain itu, lokasi harus jauh dari sumber kontaminasi dan memiliki ventilasi yang baik.

Kapasitas penyimpanan yang dibutuhkan harus dihitung berdasarkan volume dan frekuensi penyimpanan produk. Kapasitas *Cold Storage* biasanya berkisar dari 5 ton hingga lebih dari 200 ton, tergantung pada kebutuhan pengguna.

Setelah perencanaan selesai, langkah berikutnya adalah merancang *Cold Storage* sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Desain harus mencakup dimensi ruang (panjang, lebar, tinggi), jumlah ruang penyimpanan, serta ketebalan dinding untuk menjaga suhu di dalam. Penting untuk menentukan spesifikasi teknis seperti jenis bahan insulasi yang akan digunakan (misalnya *polyurethane foam* atau panel insulasi modular) dan sistem pendingin

yang efisien. Desain juga harus mempertimbangkan aliran udara dan sirkulasi dingin untuk memastikan distribusi suhu yang merata di seluruh ruangan (Rima Nindia Selan, 2022).

Material Insulasi

Secara umum, pengaturan mengenai bahan bangunan, termasuk material insulasi yang digunakan dalam cold storage, dapat diatur dalam berbagai undang-undang dan peraturan yang berkaitan dengan konstruksi bangunan. Di berbagai negara, undang-undang dan peraturan tersebut biasanya mengatur standar keamanan, kesehatan, dan lingkungan yang harus dipenuhi oleh bangunan dan material bangunan.

Di Indonesia, landasan hukum untuk penggunaan material insulasi dalam cold storage dapat ditemukan dalam beberapa peraturan, antara lain:

- a. Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung: Undang-undang ini mengatur tentang persyaratan teknis dan keselamatan bangunan gedung. Meskipun tidak secara spesifik membahas material insulasi, undang-undang ini mungkin menyediakan landasan hukum untuk memastikan bahwa bangunan, termasuk cold storage, memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan.
- b. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor 28/PRT/M/2016 tentang Pedoman Umum Pengawasan Bangunan dan Sarana Air Bersih, Saluran Air Limbah, dan Bangunan Gedung: Peraturan ini memberikan pedoman tentang persyaratan teknis untuk berbagai aspek bangunan, termasuk insulasi bangunan. Meskipun fokus utamanya mungkin bukan pada *cold storage*, namun prinsip-prinsip tentang penggunaan material bangunan dan persyaratan teknisnya dapat diterapkan dalam konteks cold storage.
- c. Standar Nasional Indonesia (SNI): SNI sering kali menjadi acuan untuk spesifikasi dan kualitas berbagai material bangunan, termasuk material insulasi. SNI yang terkait dengan konstruksi bangunan dapat memberikan pedoman yang spesifik tentang jenis, karakteristik, dan penggunaan material insulasi yang sesuai dalam cold storage.

Integrated Cold Storage

integrated cold storage dalam konteks pelelangan ikan melibatkan prinsip-prinsip termodinamika, manajemen rantai pasokan, dan teknologi pendingin. Berikut adalah penjelasan lebih detail mengenai landasan teori yang mendukung integrasi cold storage pada pelelangan ikan:

- a. Termodinamika: *Cold storage* didasarkan pada prinsip-prinsip termodinamika yang memungkinkan pengendalian suhu dalam ruang penyimpanan. Prinsip dasar ini mencakup transfer panas dari daerah dengan suhu tinggi ke daerah dengan suhu rendah. Dalam konteks cold storage, peralatan refrigerasi digunakan untuk mengeluarkan panas dari ruang penyimpanan, menjaga suhu dalam batas-batas yang diinginkan untuk memperlambat proses pembusukan dan mempertahankan kualitas ikan yang disimpan.
- b. Manajemen Rantai Pasokan: *Integrated cold storage* dalam pelelangan ikan adalah bagian dari manajemen rantai pasokan yang efektif. Hal ini melibatkan koordinasi antara berbagai tahap dalam rantai pasokan, mulai dari penangkapan ikan di perairan hingga distribusi ke konsumen akhir. *Cold storage* memungkinkan penyimpanan ikan yang optimal di dekat lokasi pelelangan, memfasilitasi manajemen inventaris yang lebih efisien, pengaturan jadwal pengiriman, dan pengelolaan stok yang tepat.
- c. Teknologi Pendingin: Teknologi pendingin yang digunakan dalam *cold storage* mencakup berbagai sistem, mulai dari refrigerasi konvensional hingga teknologi yang lebih canggih seperti sistem pendingin udara terkondisi (HVAC) dan sistem kontrol suhu otomatis. Pemilihan teknologi yang tepat sangat penting untuk memastikan efisiensi operasional, stabilitas suhu yang konsisten, dan keamanan pangan ikan yang disimpan.
- d. Kualitas dan Keselamatan Pangan: Landasan teori integrasi *cold storage* juga berkaitan dengan pemahaman tentang standar kualitas dan keselamatan pangan yang berlaku. *Cold storage* harus memenuhi persyaratan sanitasi dan keamanan pangan yang ketat untuk

mencegah kontaminasi dan memastikan kualitas ikan yang disimpan tetap terjaga. Ini termasuk pemilihan material insulasi yang sesuai, penerapan protokol kebersihan yang ketat, dan pemantauan suhu yang teratur.

- e. Ekonomi dan Keberlanjutan: Integrasi *cold storage* dalam pelelangan ikan juga didasarkan pada pertimbangan ekonomi dan keberlanjutan. Cold storage membantu mengurangi pemborosan dan kerugian dalam rantai pasokan, meningkatkan nilai tambah produk, dan mendukung pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan dengan memperpanjang umur simpan ikan yang ditangkap.

3. METODE PEMILIHAN MATERIAL

Pemilihan material insulasi untuk integrasi *cold storage* dalam pelelangan ikan membutuhkan pertimbangan yang cermat terhadap beberapa faktor kunci. Berikut adalah beberapa metode yang dapat dipertimbangkan dalam proses pemilihan material insulasi:

- a. Konduktivitas Termal: Pertimbangkan konduktivitas termal material insulasi. Semakin rendah konduktivitas termalnya, semakin efektif material tersebut dalam menginsulasi suhu dalam cold storage. Material dengan konduktivitas termal yang rendah akan membantu menjaga suhu yang stabil di dalam *cold storage*, mengurangi kerja sistem pendingin, dan mengoptimalkan efisiensi energi.
- b. Ketahanan terhadap Kelembaban: Pastikan material insulasi memiliki ketahanan terhadap kelembaban. *Cold storage* umumnya memiliki kondisi lingkungan dengan tingkat kelembaban yang tinggi. Oleh karena itu, material insulasi harus tahan terhadap kondisi tersebut agar tidak mengalami degradasi atau penurunan kinerja insulasinya.
- c. Stabilitas Termal: Pilih material insulasi yang memiliki stabilitas termal yang baik. Material tersebut harus mampu menahan suhu rendah yang berkelanjutan tanpa mengalami perubahan struktural atau degradasi yang signifikan. Stabilitas termal yang baik akan memastikan kinerja insulasi yang konsisten dalam jangka waktu yang panjang.
- d. Biaya dan Ketersediaan: Pertimbangkan faktor biaya dan ketersediaan material insulasi. Material yang dipilih harus sesuai dengan anggaran yang tersedia dan mudah ditemukan di pasar lokal atau regional. Selain itu, perhitungkan juga biaya instalasi dan pemeliharaan material tersebut dalam jangka waktu yang panjang.
- e. Ramah Lingkungan: Utamakan material insulasi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pilih material yang dapat didaur ulang atau memiliki jejak karbon yang rendah. Pertimbangkan juga dampak lingkungan dari proses produksi, distribusi, dan pembuangan material tersebut.

Kinerja dalam Aplikasi yang Spesifik: Sesuaikan pemilihan material insulasi dengan kebutuhan spesifik *cold storage* untuk pelelangan ikan. Misalnya, jika *cold storage* akan digunakan untuk menyimpan ikan dengan suhu yang sangat rendah, pastikan material insulasi memiliki kinerja yang baik pada suhu tersebut.

Perancangan Tempat Pelelangan Ikan di Kabupaten Muna ini menggunakan metode perancangan, yaitu metode kanonik dan metode pragmatik. Metode kanonik digunakan untuk menganalisis kebutuhan ruang, besaran ruang, zonasi ruang makro dan mikro pada tapak. Metode pragmatik digunakan untuk menganalisis bangunan dan sistem insulasi termal. Kedua metode tersebut didasari oleh data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa data dan informasi mengenai jumlah hasil produksi perikanan, kios, los dagang, pedagang, dan luas kios dagang di Tempat Pelelangan Ikan di Kabupaten Muna. Data kualitatif berupa paparan mengenai fenomena yang sedang terjadi di lingkungan masyarakat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

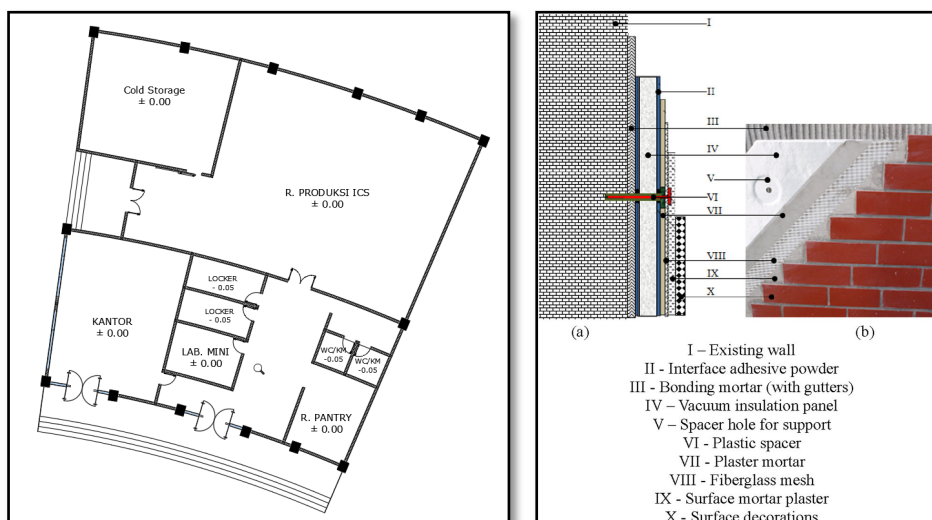
Material Insulasi

Material insulasi yang paling efektif untuk integrasi cold storage adalah material yang memiliki konduktivitas termal rendah, ketahanan terhadap kelembaban, stabilitas termal yang baik, dan ketersediaan yang cukup. Berikut ini beberapa contoh material insulasi yang sering digunakan dan dianggap efektif untuk aplikasi *cold storage*:

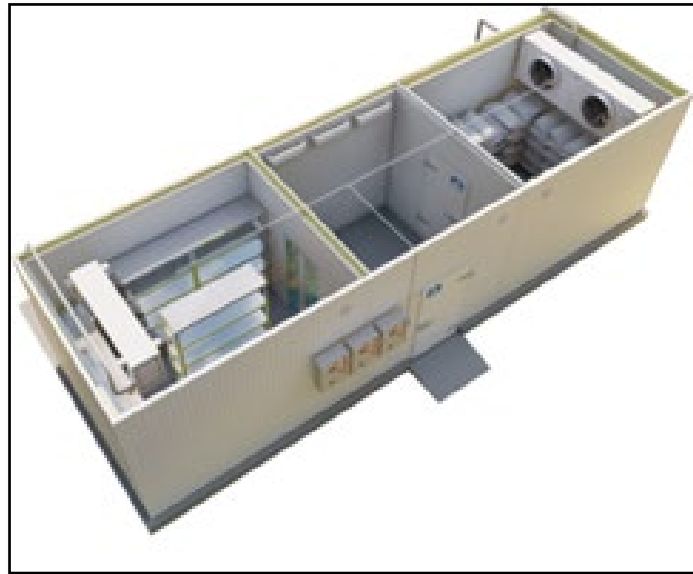
- Polyisocyanurate (PIR) atau Poliisocianurat: PIR merupakan material insulasi yang sangat efektif dengan konduktivitas termal yang rendah. Selain itu, PIR juga memiliki keunggulan ketahanan terhadap kelembaban dan stabilitas termal yang baik. Material ini umumnya digunakan dalam cold storage untuk suhu rendah hingga menengah.
- Extruded Polystyrene (XPS) atau Polistirena Ekstrusi: XPS adalah material insulasi lain yang populer karena konduktivitas termalnya yang rendah dan ketahanan terhadap kelembaban yang tinggi. XPS juga stabil secara dimensi, sehingga cocok untuk aplikasi *cold storage* yang membutuhkan ketahanan terhadap tekanan dan gaya mekanis.
- Polyurethane (PU) atau Poliuretan: PU adalah material insulasi dengan konduktivitas termal yang rendah dan stabilitas termal yang baik. Material ini dapat diaplikasikan dalam bentuk busa yang ekspansi, sehingga dapat menutupi celah-celah atau area yang sulit dijangkau dalam struktur cold storage.
- Mineral Wool atau Wol Mineral: Mineral wool, termasuk jenis rock wool atau glass wool, adalah material insulasi yang memiliki konduktivitas termal yang rendah dan tahan terhadap kebakaran. Selain itu, mineral wool juga tahan terhadap kelembaban, membuatnya cocok untuk penggunaan dalam cold storage.
- Vacuum Insulation Panels (VIPs) atau Panel Insulasi Vakum: VIPs adalah material insulasi yang sangat efektif dalam mengurangi konduktivitas termal. Meskipun lebih mahal daripada material insulasi konvensional, VIPs menawarkan kinerja insulasi yang sangat baik dalam ketebalan yang lebih tipis, sehingga dapat menghemat ruang penyimpanan.

a. Penerapan Material Insulasi pada ICS

Gambar 1 memperlihatkan material insulasi yang di gunakan pada bangunan khusus untuk ruang *cold storage*



Gambar 1. Material insulasi pada bangunan
Sumber. Dony Farid S, 2024



Gambar 1. Material insulasi pada bangunan
Sumber. Dony Farid S, 2024

langkah-langkah penerapan material insulasi pada *integrated cold storage*:

- a. Persiapan Permukaan: Mulailah dengan mempersiapkan permukaan struktur *Integrasi Cold Storage*. Bersihkan permukaan dari debu, kotoran, dan minyak dengan menggunakan sikat atau kain lap. Pastikan permukaan benar-benar kering sebelum memasang material insulasi.
- b. Pemilihan Material Insulasi: Pilihlah material Insulasi yang sesuai dengan kebutuhan cold storage. Pertimbangkan konduktivitas termal, ketahanan terhadap kelembaban, dan kekuatan material. Material insulasi yang umum digunakan termasuk *polyisocyanurate (PIR)*, *extruded polystyrene (XPS)*, *polyurethane (PU)*, dan *mineral wool*.
- c. Pemotongan Material: Gunting atau potong material insulasi sesuai dengan dimensi yang dibutuhkan. Pastikan untuk memotong dengan presisi agar pas dengan area yang akan dilapis material insulasi. Gunakan alat potong yang sesuai dengan jenis material dipilih.
- d. Pemasangan Material Insulasi:
 - Mulailah dari bagian bawah *cold storage*, seperti lantai, dan lanjutkan ke dinding dan atap/Plafond.
 - Tempatkan potongan-potongan material insulasi secara rapat dan merata di permukaan struktur ICS. Pastikan tidak ada celah atau ruang kosong di antara material insulasi.
 - Gunakan perekat atau bahan pengikat yang sesuai untuk memastikan material insulasi tetap berada pada posisi yang diinginkan.
 - Pastikan material insulasi melekat dengan kuat pada permukaan struktur cold storage.
- e. Perhatikan Detail Sambungan dan Sudut:
 - Berikan perhatian khusus pada sambungan antar potongan material insulasi, serta sudut-sudut dan area-area yang sulit dijangkau.
 - Gunakan tape insulasi atau bahan penyegel lainnya untuk menyegel semua sambungan dengan baik, mencegah kebocoran udara atau suhu dari cold storage.

- f. Penyegehan Tambahan:
 - Setelah pemasangan material insulasi selesai, lakukan penyegehan tambahan menggunakan bahan penyegehan yang sesuai.
 - Tutupi semua sambungan, celah, dan titik penetrasi dengan baik untuk mencegah infiltrasi udara atau kebocoran suhu.
- g. Pelindungan Tambahan:
 - Jika diperlukan, tambahkan lapisan pelindung eksternal seperti papan atau lembaran logam untuk melindungi material insulasi dari kerusakan mekanis, kontaminasi, atau paparan lingkungan yang merusak.
- h. Integrasi dengan Sistem Pendingin:
 - Terakhir, pastikan bahwa material insulasi terintegrasi dengan sistem pendingin cold storage.
 - Uji sistem pengaturan suhu dan pemantauan suhu untuk memastikan kinerja yang optimal dalam menjaga suhu yang diinginkan di dalam cold storage.

5. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, penerapan material insulasi pada *integrated cold storage* dalam konteks pelelangan ikan adalah langkah krusial untuk memastikan efisiensi, keamanan, dan kualitas produk yang disimpan. Berikut adalah kesimpulan dari penerapan material insulasi pada *cold storage*:

- a. Pemilihan Material Insulasi yang Tepat: Pemilihan material insulasi yang tepat sangat penting untuk memastikan kinerja insulasi yang optimal. Material insulasi seperti polyisocyanurate
- b. (PIR), *extruded polystyrene* (XPS), polyurethane (PU), dan mineral wool memiliki konduktivitas termal rendah dan ketahanan terhadap kelembaban, yang ideal untuk aplikasi *cold storage*.
- c. Pemasangan yang Teliti: Proses pemasangan material insulasi harus dilakukan dengan teliti untuk mencegah kebocoran udara atau suhu. Ini meliputi pemotongan material dengan presisi, pemasangan secara rapat dan merata, serta penyegehan sambungan dan sudut dengan baik.
- d. Integrasi dengan Sistem Pendingin: Material insulasi harus terintegrasi dengan baik dengan sistem pendingin cold storage untuk menjaga suhu yang diinginkan di dalam ruangan. Monitoring suhu secara teratur diperlukan untuk memastikan konsistensi suhu yang dibutuhkan untuk penyimpanan ikan.
- e. Perlindungan dan Pengamanan Tambahan: Tambahan lapisan pelindung eksternal atau perlindungan lainnya dapat diperlukan untuk melindungi material insulasi dari kerusakan mekanis atau paparan lingkungan yang merusak.

REFERENSI

- Abdullah, N., Jusoh, M. R. M., & Romli, N. 2020. "The effect of insulation material towards temperature performance of cold storage room," In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 499, No. 1, p. 012009). IOP Publishing.
- Al-Zubaidy, A., Mohammed, B. S., & Al-Bermani, F. K. 2019. "Economic and Environmental Analysis of Different Thermal Insulation Materials for Cold Storage Applications in Iraq," *Journal of Engineering and Sustainable Development*, 23(1), 1-16. 43-49).
- Aljaberi, H. A., Alkass, S. S., & Marraiki, N. 2021. "Enhancing the energy performance of a cold storage warehouse through insulation materials," *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(2), 81-87.
- Fauziah, F. (2024). Redesain Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Dengan Pendekatan Eco-Arsitektur Di Keude Meukek, Aceh Selatan (Doctoral dissertation, UIN Ar-raniry).

- Gershenfeld, N. 2018. "The Internet of Cold Things: Cold Chain Monitoring and Supply Chain Optimization," In Proceedings of the 2018 Internet of Things Design and Implementation (pp. 43-49).
- Hamdy, M. A. 2018. Core dan Utilitas Bangunan Pada Bangunan Tinggi (High Rise Building), Edisi 1, CV. Sah Media, Makassar.
- Paryono, P., & Mardhika, M. 2019. "Performance Evaluation of Cold Storage Insulation Using Various Materials," IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 239(1), 012041.
- Rima Nindia Selan. 2022. "Desain Cold Storage untuk Pembekuan Ikan Laut Menggunakan Perangkat Lunak Coolselector," LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana, Vol. 09, No. 01. <http://ejurnal.undana.ac.id/index.php/LJTMU>
- Soltani, A., & Soltani, R. 2018. "Economic comparison of different cold insulation materials in Iran," Energy Reports, 4, 427-433.
- Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Nomor 28/PRT/M/2016 tentang Pedoman Umum Pengawasan Bangunan dan Sarana Air Bersih, Saluran Air Limbah, dan Bangunan Gedung.
- <https://bjt.co.id/2/ARTICLES/660/sistem-cold-storage--teknologi-terbaru-dalam-penyimpanan-dingin>
- <https://bjt.co.id/2/articles>