



**STUDI VARIASI PENYIMPANAN ENERGI TERMAL PADA
SISTEM PENDINGIN (HVAC) GEDUNG KOMERSIAL
(di ATAS 150 kVA)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar Strata satu (S-1)
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang*



Disusun Oleh :

EGI DWI GUSUMA

NPM. 219.010.5.2110

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2023

ABSTRAK

Egi Dwi Gusuma. 2023. Studi Variasi Penyimpanan Energi Termal Pada Sistem Pendingin (HVAC) Gedung Komersial (di Atas 150 kVA). Skripsi Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang. Dosen Pembimbing: Ir. Margianto M.T dan Cepi Yazirin S. Pd., M.T.

Konsumsi energi yang berlebihan memiliki faktor dari *Urban heat island*. bangunan komersial menyumbang 88 megaton (Mt) emisi gas rumah kaca (ERK). Karena faktor gedung komersial yang memiliki kebutuhan energi listrik di atas 150 kVA dengan pemakaian daya dikenakan oleh sistem kelistrikan di waktu beban puncak (WBP). konsumsi energi disektor komersial Indonesia mulai tahun 2011 mengalami kenaikan 17,11% sebab populasi manusia semakin meningkat dan pesatnya perkembangan infrastruktur gedung. Dalam penelitian ini sistem (HVAC) *Water coold chiller* dengan kombinasi menggunakan *cold thermal energy storage (CTES)*. *CTES* adalah metode penyimpanan energinya, yang dapat mengurangi konsumsi listrik *chiller*. Dengan menggeser waktu beban puncak penelitian ini menggunakan mode penyimpanan penuh, penyimpanan bertingkat luar beban puncak, penyimpanan sebagian luar beban puncak, penyimpanan sebagian terhadap luar puncak 30 %, penyimpanan sebagian luar beban puncak 50%, penyimpanan sebagian luar beban puncak 70%. Metode penelitian ini dilakukan menggunakan *simplex linear programming*. Dengan menggunakan *CTES* menghasilkan tarif listrik yang menghemat 15,9 % sampai 23,9 % dibandingkan dengan sistem pendinginan konvensional.

Kata Kunci: Konsumsi energi listrik, *Cold thermal energy storage*, *simplex linear programming*

ABSTRACT

Egi Dwi Gusuma. 2023. *Study of Thermal Energy Storage Variations in the Cooling System (HVAC) of Commercial Buildings (above 150 kVA). Thesis Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang. Supervising Lecturer: Ir. Margianto M.T and Cepi Yazirin S. Pd., M.T.*

Excessive energy consumption is a factor of the Urban heat island. Commercial buildings contribute 88 megatons (Mt) of greenhouse gas (GHG) emissions. Due to the factor of commercial buildings that have electrical energy needs above 150 kVA with power consumption imposed by the electricity system at peak load time (WBP). energy consumption in the Indonesian commercial sector starting in 2011 has increased 17.11% because the human population is increasing and the rapid development of building infrastructure. In this research, the (HVAC) Water cooled chiller system is combined using cold thermal energy storage (CTES). CTES is an energy storage method, which can reduce the electricity consumption of the chiller. By shifting the peak load time, this study uses full storage mode, cascaded storage outside peak load, partial storage outside peak load, partial storage outside peak 30%, partial storage outside peak load 50%, partial storage outside peak load 70%. This research method was conducted using simplex linear programming. Using CTES results in electricity tariffs that save 15.9% to 23.9% compared to conventional cooling systems.

Keywords: *Electric energy consumption, Cold thermal energy storage, simplex linear programming.*

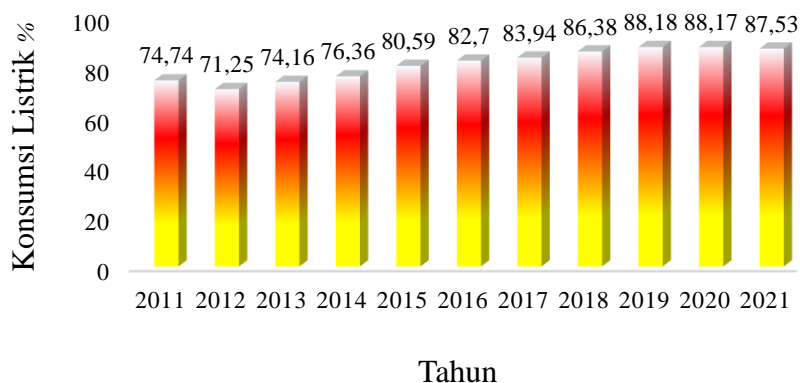
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor bangunan merupakan komponen penting dari sistem energi bangunan. Konsumsi energi yang berlebihan memiliki faktor dari *Urban heat island (UHI)*, ditemukan dampak *UHI* yang dilaporkan menunjukkan variasi antar kota yang kuat dengan peningkatan konsumsi energi pendinginan dari 10% menjadi 120% karena urbanisasi yang cepat, perubahan iklim, dan faktor pendukung lainnya (X. Li et al., 2019). *The Canada Green Buildings Strategy (Government of Canada, 2022)* menemukan bahwa bangunan komersial menyumbang 88 megaton (Mt) emisi gas rumah kaca (ERK). Sebagian besar emisi bangunan berasal dari ruang dan peralatan pemanas air, peralatan bahan bakar fosil, seperti berbahan bakar gas alam sehingga menyebabkan Emisi karbon yang merupakan salah satu penyebab utama pemanasan global. Hal ini tidak terlepas dari semakin meningkatnya konsumsi energi bangunan komersial seiring bertambahnya populasi dunia. Karena faktor gedung komersial yang memiliki kebutuhan energi listrik di atas 150 kVA dengan pemakaian daya dikenakan oleh sistem kelistrikan di waktu beban puncak (WBP), golongan tarif B-3/TM, I-3/TM, I-4/TT, dan P-2/TM ditetapkan oleh direksi perusahaan perseroan (Persero) PT. Perusahaan Listrik Negara. Dengan sekitar 18% emisi saat ini berasal dari konsumsi listrik di bangunan komersial, ini adalah salah satu sektor utama yang berupaya mengurangi emisi untuk mencapai *net zero emission building (NZEB)*.

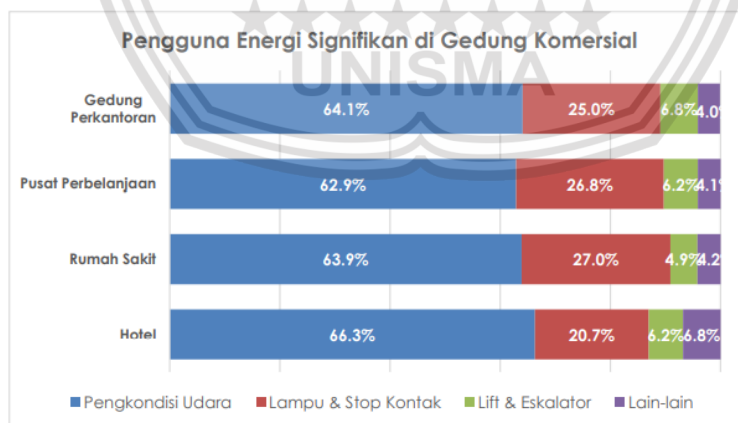
Dalam *hand book of energy & economic statistics of Indonesia (Ministry of Energy and Resources Republik of Indonesia, 2021)* bahwa total konsumsi energi disektor komersial Indonesia mulai tahun 2011 mengalami kenaikan 17,11% sebab populasi manusia semakin meningkat dan pesatnya perkembangan infrastruktur gedung sehingga pada tahun 2021 konsumsi listrik mencapai 87,53 % ditunjukkan pada gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Grafik konsumsi listrik disektor komersial

(Sumber: *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2021*)

Dari hasil survey *Benchmarking Specific Energy Consumption* grafik pada gambar 1.2 dapat diketahui pengguna energi paling signifikan pada gedung komersial yang menggunakan peralatan pengkondisi udara, dengan tingkat penggunaan energi rata-rata lebih dari 62% (Balai Besar Teknologi Konversi Energi (B2TKE-BPPT), 2020). Banyak pemilik bangunan komersial memilih sistem pendinginan hanya berdasarkan beban pendinginan maksimum atau puncak dari kurva beban pendinginan harian (Rejeki et al., 2020). Hal ini menyebabkan ukuran sistem pendingin melebihi kapasitas aktualnya, sehingga meningkatkan konsumsi energi dan meningkatkan biaya listrik HVAC.



Gambar 1. 2 Grafik pengguna energi di gedung komersial

(Sumber : Balai Besar Teknologi Konversi Energi (B2TKE-BPPT), 2020)

Sistem HVAC untuk menyediakan lingkungan dalam ruangan yang nyaman dan sehat. Di gedung perkantoran, Pusat perbelanjaan (*Mall*), Rumah sakit dan

Hotel dengan sistem pendingin sentral yang menyumbang porsi signifikan dari konsumsi energi sistem *HVAC*. Peningkatan efisiensi sistem pendingin telah mendapat banyak perhatian karena mengurangi penggunaan energi sistem pendingin dapat secara efektif berkontribusi pada kelestarian lingkungan. Kontrol dan pengoperasian memainkan peran penting dalam efisiensi energi sistem pendingin sentral dalam kondisi pengoperasian yang dinamis. Mengoptimalkan kontrol sistem pendingin sentral telah terbukti mengurangi konsumsi energi sistem dan mengurangi emisi gas rumah kaca (Jia et al., 2021).

Dalam penelitian ini sistem (*HVAC*) *Water cooled chiller* dengan kombinasi menggunakan *cold thermal energy storage (CTES)* memperkenalkan konsep sistem pendingin (*HVAC*) baru. Penggunaan *CTES* sangat berkontribusi pada operasi optimal sistem keseluruhan dan pendinginan distrik dalam hal kinerja komponen dan pengurangan biaya serta untuk mencapai keuntungan pendinginan maksimum dengan kompresi uap dan *chiller* absorpsi, kondensor dan evaporator harus dioperasikan pada kondisi pengenal (yaitu tekanan dan temperatur) (Mazzoni et al., 2021). Keunggulan *CTES* adalah metode penyimpanan energinya, yang dapat mengurangi konsumsi listrik *chiller*, dan juga dapat mengurangi biaya investasi, operasi dan pemeliharaan dibandingkan dengan sistem pendinginan *HVAC* konvensional yang tidak memperhatikan waktu beban puncak listrik. Hal ini karena pengoperasian *CTES* dapat diatur untuk beroperasi di luar jam beban puncak, sehingga menghemat biaya listrik sekitar 20% dibandingkan dengan pengoperasian 24 jam penuh (Biyanto et al., 2015).

Pemanfaatan *chiller* setiap jam untuk penyimpanan partial, sasaran utama dari strategi penyimpanan sebagian adalah untuk mengalihkan sebagian dari beban pendinginan puncak ke jam di luar jam sibuk. Pada konsumsi listrik gedung dengan kategori mulai dari B-3 atau konsumsi energi diatas 150 kva yang memiliki waktu beban puncak sehingga penggunaan listrik di gedung komersial harus diperhatikan. Kapasitas *cold storage* umumnya digunakan untuk *pre-cooling* sebelum masuk *chiller*. Untuk meningkatkan penghematan energi, penghematan energi harus digunakan semaksimal mungkin pada jam-jam puncak konsumsi listrik. Strategi penyeimbangan beban dan penyimpanan

partial selama jam sibuk menunjukkan bahwa bagaimana energi penyimpanan digunakan berdampak pada kinerja ekonomi *CTES* sama besarnya dengan kapasitas penyimpanan, karena strategi penyeimbangan beban dan penyimpanan partial selama waktu beban puncak (Erdemir & Altuntop, 2018).

Dalam penelitian ini pendekatan metode analisis energi *Coeffisient of Performance (COP)* kompresor, pompa pengisian (*Charging Water Pump*), pompa penyaluran (*Discharging Water Pump*), pompa kondensor (*Condenser Water Pump*), menara pendinginan (*Water Cooling*), kapasitas *chiller* dan kapasitas *Cold Thermal Energy Storage (CTES)* dapat beroperasi di luar jam beban puncak (LWBP), mengurangi konsumsi daya *chiller* selama jam beban puncak (WBP). Dengan menggeser waktu beban puncak penelitian ini menggunakan mode penyimpanan penuh (*Full storage*), penyimpanan bertingkat luar beban puncak (*Levelling storage off peak*), penyimpanan sebagian luar beban puncak (*Partial storage off peak*), penyimpanan sebagian terhadap luar puncak 30 % (*Partial storage off peak 30%*), penyimpanan sebagian luar beban puncak 50% (*Partial storage off peak 50%*), penyimpanan sebagian luar beban puncak 70% (*Partial storage off peak 70%*).

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sistem pendinginan dengan menggunakan variasi mode penyimpanan penuh (*Full storage*), penyimpanan bertingkat luar beban puncak (*Levelling storage off peak*), penyimpanan sebagian luar beban puncak (*Partial storage off peak*), penyimpanan sebagian luar beban puncak 30 % (*Partial storage off peak 30%*), penyimpanan sebagian luar beban puncak 50% (*Partial storage off peak 50%*), penyimpanan sebagian luar beban puncak 70% (*Partial storage off peak 70%*) di gedung komersial (di Atas 150 kVA) studi kasus gedung pusat perbelanjaan yang akan dianalisis meliputi :

1. Bagaimana kapasitas *chiller* pada sistem pendinginan dengan menggunakan *CTES* setiap variasi.
2. Bagaimana volume tangki penyimpanan pendinginan pada sistem pendinginan dengan menggunakan *CTES* setiap variasi.

3. Bagaimana konsumsi energi peralatan tangki sistem pendinginan dengan menggunakan *CTES* setiap variasi.
4. Bagaimana perbandingan penghematan energi listrik sistem pendinginan *CTES* dengan sistem konvensional setiap variasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sistem pendinginan dengan menggunakan variasi mode penyimpanan penuh (*Full storage*), penyimpanan bertingkat luar beban puncak (*Levelling storage off peak*), penyimpanan sebagian luar beban puncak (*Partial storage off peak*), penyimpanan sebagian luar beban puncak 30 % (*Partial storage off peak 30%*), penyimpanan sebagian luar beban puncak 50% (*Partial storage off peak 50%*), penyimpanan sebagian luar beban puncak 70% (*Partial storage off peak 70%*) meliputi :

1. Mengefisiensi kapasitas *chiller* pada sistem pendinginan dengan menggunakan *CTES* setiap variasi.
2. Mengoptimalkan penggunaan pendinginan dengan menggunakan tangki penyimpanan (*chilled water*) untuk kebutuhan pendinginan gedung setiap variasi.
3. Mengoptimalkan kerja peralatan sistem pendinginan menggunakan *CTES* setiap variasi.
4. Menghemat pemakaian tarif energi listrik luar maupun saat waktu beban puncak di setiap variasi penyimpanan.

1.4 Batasan Masalah

1. Gedung komersial yang memiliki kebutuhan daya di atas 150 kVA terhadap waktu beban puncak (WBP)
2. Teknologi *cold thermal energy storage (CTES)* yang dikombinasikan dengan skema *system water cooled chilled*
3. Profil beban listrik gedung komersial yang digunakan mengikuti penelitian Balai Besar Teknologi Konversi Energi B2TKE-BPPT tahun 2020.
4. Metode optimasi yang digunakan adalah metode *simplex linier programming*
5. Perhitungan profil *compressor* pada *chiller* menggunakan *software Coolpack* dengan media refrigerant R-134a

1.5 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini, hasil analisis termodinamika pada penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi pengguna gedung komersial dan produsen pendingin dengan konsumsi energi pada gedung komersial di Atas 150 kVA studi kasus gedung pusat perbelanjaan yang lebih optimal untuk menentukan profil beban pendinginan, konsumsi energi, potensi penghematan listrik dan desain sistem pendingin (*HVAC*). Model *CTES* dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan setiap profil beban pendinginan bangunan komersial.



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Untuk menyediakan air dingin yang dibutuhkan untuk gedung komersial diatas 150 kVA, variasi yang memungkinkan dipelajari secara termodinamika dalam penelitian ini untuk penyimpanan dingin termasuk penyimpanan dingin penuh dan sebagian menggunakan 6 variasi penyimpanan dengan menggunakan teknologi *CTES*. Total beban pendinginan harian yang dibutuhkan studi kasus yang dibahas gedung pusat perbelanjaan adalah 20635 kWh refrigerasi yang digunakan untuk pendinginan air Berikut hasil yang diperoleh dari analisis studi kasus ini:

1. Hasil menunjukkan bahwa kapasitas *chiller* yang diperlukan untuk penyimpanan air dingin pada variasi penyimpanan penuh (*full storage*), penyimpanan sebagian 50% dan 70% luar waktu beban puncak (50%, 70% *patial storage off peak*) adalah 137%, 114%, dan 125% lebih tinggi daripada mode konvensional tanpa tangki penyimpanan. Namun, kapasitas *chiller* yang diperlukan air dingin pada variasi ini 2867 kWh, 2086 kWh dan 2398 kWh. Variasi penyimpanan bertingkat luar waktu beban puncak (*levelling storage off peak*), penyimpanan sebagian 30% luar waktu beban puncak (30% *patial storage off peak*) adalah 59% dan 98% lebih rendah daripada mode konvensional tanpa tangki penyimpanan. Namun, kapasitas *chiller* yang diperlukan air dingin pada variasi ini 1274 kWh dan 1773 kWh. Sedangkan variasi penyimpanan sebagian luar waktu beban puncak (*partial storage off peak*) memiliki nilai kapasitas *chiller* yang sama dengan mode konvensional tanpa tangki penyimpanan 1803 kWh tetapi dengan variasi ini memperhatikan tarif waktu beban puncak.
2. Terlihat bahwa, kapasitas volume tangki penyimpanan dalam variasi penyimpanan penuh 1931 m³ dan *heat loss* 506,81 m³, variasi penyimpanan bertingkat luar waktu beban puncak 1104 m³ dan *heat loss* 308,81 m³, variasi penyimpanan sebagian luar

waktu beban puncak 853 m³ dan *heat loss* 285,29 m³, variasi penyimpanan sebagian 30% luar waktu beban puncak adalah 1176 m³ dan *heat loss* 351,78 m³, variasi penyimpanan sebagian 50% luar waktu beban puncak adalah 1392 m³ dan *heat loss* 396,09 m³, variasi penyimpanan sebagian 70% luar waktu beban puncak adalah 1608 m³ dan *heat loss* 440,39 m³.

3. Diamati bahwa, total konsumsi energi peralatan yang berbeda untuk variasi penyimpanan penuh adalah 10082,03 kWh, variasi penyimpanan bertingkat luar waktu beban puncak adalah 10175,95 kWh, variasi penyimpanan sebagian luar waktu beban puncak adalah 9963,04 kWh, variasi penyimpanan sebagian 30%, 50%, dan 70% luar waktu beban puncak adalah 9571,87 kWh, 9298,06 kWh, dan 9117,04 kWh, sementara konsumsi energi pendingin gedung tanpa menggunakan tangki penyimpanan 9462,79 kWh. Dengan adanya variasi dan penyimpanan pada sistem pendinginan gedung maka dapat mengurangi konsumsi listrik dan mengurangi efek rumah kaca.
4. Hasil harga harian konsumsi energi listrik pada sistem pendinginan langsung atau pendinginan konvensional adalah Rp 13.764.892 dengan menggunakan teknologi *CTES*, variasi Penyimpanan penuh adalah Rp. 11.478.542, variasi Penyimpanan bertingkat luar waktu beban puncak adalah Rp. 11.575.842, variasi Penyimpanan sebagian luar waktu beban puncak adalah Rp. 11.355.270, variasi Penyimpanan sebagian 30%, 50% dan 70% luar waktu beban puncak adalah Rp. 10.950.017, Rp. 10.666.353 dan Rp. 10.478.811. Dengan skenario variasi pada sistem pendinginan menghasilkan penghematan konsumsi energi listrik tahunan, Penyimpanan penuh adalah Rp. 834.517.860,20, Penyimpanan bertingkat luar waktu beban puncak adalah Rp. 799.003.421,07, Penyimpanan sebagian luar waktu beban puncak adalah Rp. 879.512.039,11, Penyimpanan sebagian 30%, 50%, dan 70% luar waktu beban puncak adalah Rp. 1.027.429.488,21, Rp. 1.130.966.635,39, dan Rp. 1.199.419.533,73. Tarif listrik harian dengan menggunakan *CTES* dapat menghemat 15,9 % sampai 23,9 %.

5.2 Saran

Adapun saran yang bisa dilakukan untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut variasi terhadap jumlah *chiller* yang akan dipasang pada sistem *TES* yang optimal sesuai dengan kapasitas *chiller* serta analisis ekonomi desain sistem pendinginan pada gedung.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang strategi perubahan temperature pada *TES tank* yang mengakibatkan perubahan energi yang disimpan saat proses pengisian maupun penyaluran agar mendapatkan peningkatan performansi sistem *TES*.
3. Perlu pemodelan untuk mengoptimalkan pengembangan teknologi canggih, tangguh kontrol dinamis di energi



DAFTAR PUSTAKA

- A.H. Kassim, M.B.A. Aziz, & Z.M. Zain. (2011). *Simulation and Performance of Thermal Energy Storage System at Engineering Complex, UiTM Shah Alam, Selangor.*
- Alva, G., Lin, Y., & Fang, G. (2018). An overview of thermal energy storage systems. In *Energy* (Vol. 144, pp. 341–378). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.12.037>
- Andriyan, D., Suseno, A., Tri Aji, F., & Firmansyah, I. (2023). *Optimasi Produksi Ready Mix Concrete Menggunakan Pemrograman Linier Metode Simplex Pada PT. XYZ. VIII(2).*
- Balai Besar Teknologi Konversi Energi (B2TKE-BPPT), 2020. (n.d.-a). www.b2tke.bppt.go.id
- Balai Besar Teknologi Konversi Energi (B2TKE-BPPT), 2020. (n.d.-b). www.b2tke.bppt.go.id
- Biyanto, T. R., Alhikami, A. F., Nugroho, G., Hantoro, R., Bayuaji, R., Firmanto, H., Waluyo, J., & Sonhaji, A. I. (2015). Thermal energy storage optimization in shopping center buildings. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 47(5), 549–567. <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2015.47.7>
- Comodi, G., Carducci, F., Nagarajan, B., & Romagnoli, A. (2016). Application of cold thermal energy storage (CTES) for building demand management in hot climates. *Applied Thermal Engineering*, 103, 1186–1195. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.02.035>
- Erdemir, D., & Altuntop, N. (2018a). Effect of encapsulated ice thermal storage system on cooling cost for a hypermarket. *International Journal of Energy Research*, 42(9), 3091–3101. <https://doi.org/10.1002/er.3971>
- Erdemir, D., & Altuntop, N. (2018b). Effect of encapsulated ice thermal storage system on cooling cost for a hypermarket. *International Journal of Energy Research*, 42(9), 3091–3101. <https://doi.org/10.1002/er.3971>
- Erman YUCE, B. (2020). *Performance prediction of a single-stage refrigeration system using R134a as a refrigerant by artificial intelligence and machine learning method.*
- Guelpa, E., & Verda, V. (2019). Thermal energy storage in district heating and cooling systems: A review. In *Applied Energy* (Vol. 252). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113474>

- Jia, L., Wei, S., & Liu, J. (2021). A review of optimization approaches for controlling water-cooled central cooling systems. In *Building and Environment* (Vol. 203). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108100>
- Kamal, R., Moloney, F., Wickramaratne, C., Narasimhan, A., & Goswami, D. Y. (2019). Strategic control and cost optimization of thermal energy storage in buildings using EnergyPlus. *Applied Energy*, 246, 77–90. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.04.017>
- Li, X., Zhou, Y., Yu, S., Jia, G., Li, H., & Li, W. (2019). Urban heat island impacts on building energy consumption: A review of approaches and findings. In *Energy* (Vol. 174, pp. 407–419). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.02.183>
- Li, Y., Zhuang, Z., Zhu, Q., Song, J., & An, H. (2017). Research on control methods of roof radiant cooling system. *Procedia Engineering*, 205, 2149–2155. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.10.143>
- Mazzoni, S., Sze, J. Y., Nastasi, B., Ooi, S., Desideri, U., & Romagnoli, A. (2021). A techno-economic assessment on the adoption of latent heat thermal energy storage systems for district cooling optimal dispatch & operations. *Applied Energy*, 289. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.116646>
- Ministry of Energy and Resources Republik of Indonesia, 2021. (n.d.).
- Nyoman Suamir, I., Temaja, W., Putu, D. I., & Yana, E. I. (2021a). Analisis perbandingan berbagai sistem AC komersial pada aplikasi gedung hotel. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology Journal Homepage*, 2, 128–134. <http://ojs.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH>
- Nyoman Suamir, I., Temaja, W., Putu, D. I., & Yana, E. I. (2021b). Analisis perbandingan berbagai sistem AC komersial pada aplikasi gedung hotel. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Green Technology Journal Homepage*, 2, 128–134. <http://ojs.pnb.ac.id/index.php/JAMETECH>
- Rejeki, T., Aziz, A., Assyafi'iyah Jakarta, I., Besar, B., Konversi, T., & Bppt, E. (2020). Perhitungan Beban Pendingin Dan Desain Sistem Chiller Pada Hotel Xxx Di Jakarta. In *Jurnal Baut dan Manufaktur* (Vol. 02, Issue 01).
- Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. PLN (PERSERO) 2021-2023. (n.d.).
- Saffari, M., de Gracia, A., Fernández, C., Belusko, M., Boer, D., & Cabeza, L. F. (2018). Optimized demand side management (DSM) of peak electricity demand by coupling low temperature thermal energy storage (TES) and solar PV. *Applied Energy*, 211, 604–616. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.11.063>

- Shaibani, A. R., Keshtkar, M. M., & Talebizadeh Sardari, P. (2019). Thermo-economic analysis of a cold storage system in full and partial modes with two different scenarios: A case study. *Journal of Energy Storage*, 24. <https://doi.org/10.1016/j.est.2019.100783>
- Tarragona, J., Pisello, A. L., Fernández, C., de Gracia, A., & Cabeza, L. F. (2021). Systematic review on model predictive control strategies applied to active thermal energy storage systems. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 149). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111385>
- The Canada Green Buildings Strategy (Government of Canada, 2022)*. (n.d.). Retrieved 25 February 2023, from <https://www.rncanengagenrcan.ca/en/collections/canada-green-buildings-strategy>
- Wang, X., Zhai, X., Zhang, H., & Zhou, L. (2019). A theoretical and experimental study of a TBAB salt hydrate based cold thermal energy storage in an air conditioning system. *Thermal Science and Engineering Progress*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2019.100397>

