

# DESAIN MODIFIKASI AC SPLIT MENJADI AC SISTEM GEOTERMAL SISTEM TERBUKA

Widiyatmoko<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Staf Pengajar Prodi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta  
 Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16424, Telp : +6221 7270036, Fax : (021) 7270034  
 email : widiyatmoko@mesin.pnj.ac.id

## Abstrak

Sistem Pengkondisian udara adalah sistem yang digunakan untuk mengkondisikan udara sesuai dengan rancangan yang diinginkan. Penggunaan alat pengkondisian udara ini seperti pada gedung dan rumah tempat tinggal. Jenis pengkondisi udara yang biasa dipakai di rumah maupun kantor adalah jenis AC split. AC sistem geotermal adalah teknologi pengkondisian udara yang memanfaatkan suhu bumi. Terdapat 2 jenis pengkondisian system geothermal. Yaitu system terbuka dan system tertutup. Telah dilakukan penelitian tentang modifikasi AC split menjadi AC system geothermal, menggunakan system tertutup. Permasalahan yang muncul adalah bagaimana jika terdapat lokasi yang dapat memfasilitasi penggunaan system geothermal system terbuka. Tentu hal ini akan lebih mudah dan murah untuk diterapkan dibanding system tertutup, dengan catatan pendukung system terbuka tersedia secara cuma-cuma. Desain ini dilakukan untuk memberikan alternative pengkondisian udara system geothermal Berdasarkan pembahasan, dapat diambil kesimpulan bahwa pengkondisian udara dengan modifikasi AC split menjadi system geothermal system terbuka dapat dilakukan jika terdapat kolam / sungai / danau didekat gedung yang menggunakan AC split, dan implementasi modifikasi AC split memungkinkan peningkatan efisiensi penggunaan energy pada gedung / rumah tersebut.

**Kata Kunci** : Geothermal system terbuka, Modifikasi, AC split

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

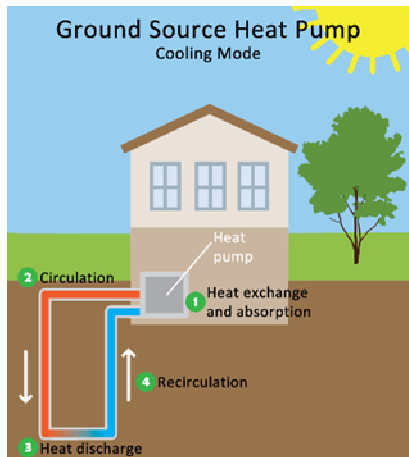
Penelitian dan pengembangan pengkondisian udara menggunakan sistem geotermal telah banyak dilakukan dan diterapkan di eropa dan amerika. Saat ini sistem geotermal juga banyak diteliti dan dikembangkan di India maupun negara berkembang lainnya. Pengkondisian udara menggunakan system geothermal menjadi alternative lain dikarenakan system geothermal dianggap memiliki efisiensi energy lebih tinggi dibanding dengan system konvensional.

Sistem HVAC adalah salah satu komponen terbesar dalam konsumsi energi di sebuah gedung. Untuk rumah pribadi dapat mengkonsumsi energi hingga 42%. Pendingin kompresi gas mekanis memerlukan energi yang besar. (Masheiti, S., dan Agnew, B., 2010). Terdapat pilihan dengan efisiensi tinggi tersedia seperti pompa kalor geotermal. Pompa kalor geotermal memiliki efisiensi tertinggi dengan konsumsi energi tahunan hingga separuh dari sistem yang biasanya. (Calabro, G., dan Fazio, A., 2012)

Berdasar organisasi pengamat dunia, gedung-gedung mengkonsumsi sekitar 40% produksi energi (Mali, S.N., et al, 2014). Menurut Sadowska dan Kazowski (Mali, S.N., et al, 2014) tabung bumi adalah solusi penyimpanan energi. Mereka telah sukses telah menurunkan suhu gedung sekitar 2 sampai dengan 3 derajat. Menurut Calabro dan Fazio (2012) perubahan iklim dan dampak lingkungan lain yang negatif, dikombinasikan dengan ketergantungan energi bahan bakar fosil yang biayanya terus naik terhadap kebutuhan energi, menunjukkan kebutuhan untuk mencari sumber terbarukan yang bahkan tersedia secara lokal. Hasil penelitian Widiyatmoko (2017) tentang modifikasi AC split menjadi AD system geothermal mendapatkan hasil Nilai COP rata-rata AC split sebelum dimodifikasi adalah 4,66, sedangkan COP rata-rata AC split setelah dimodifikasi (system geotermal) adalah 4,05. Nilai Wk rata-rata AC split sebelum dimodifikasi adalah 0,61, sedangkan Wk ratarata AC split setelah dimodifikasi (system geotermal) adalah 0,56. Hal ini menjadi alasan mengapa banyak hal menarik berkaitan dengan geotermal.

Teknologi system Geotermal merupakan teknologi yang memanfaatkan suhu bumi (Gambar

1). Terdapat dua jenis system geotermal, yaitu system terbuka dan system tertutup.



**Gambar 1.** Teknologi geotermal memanfaatkan suhu bumi <sup>[15]</sup>

Penerapan dan penelitian tentang geotermal di eropa maupun amerika cukup banyak khususnya sebagai pompa kalor (pemanas ruangan) maupun pendingin ruangan, didukung oleh penelitian-penelitian sebelumnya, meningkatkan rasa ingin tahu penulis tentang penerapan maupun penelitian geotermal di Indonesia. Karena dengan penerapan sistem geotermal di Indonesia, diharapkan konsumsi energy yang biasa digunakan untuk pengkondisian udara, lebih efisien. Sehingga penelitian dan pengembangan sistem geotermal penting untuk dilakukan.

**1.2. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mendapatkan desain pengkondisian udara modifikasi AC split menjadi AC system geothermal system terbuka.

**2. BAHAN DAN METODA**

**2.1. Teknologi geotermal**

Teknologi geotermal merupakan proses untuk menyalurkan panas ataupun dingin ke dalam gedung. Sistem pemanasan dan pendinginan geotermal mentransfer energi kalor dari bumi, termasuk air bawah tanah dan pompa kalor atau penukar kalor, untuk memanaskan atau mendinginkan gedung.

Perpindahan kalor antara ruang kosong dan bumi dapat dicapai dengan melewati fluida melalui pipa. Hal ini dapat dilakukan dengan cara pipa berputar di dalam tanah atau dengan memompa air tanah melewati penukar kalor, kemudian dikembalikan lagi ke bumi. Sehingga sistem pemanasan atau pendinginan geotermal dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu sistem

terbuka dan sistem tertutup. (Kasich, J.R., dan Taylor, M, 2012).

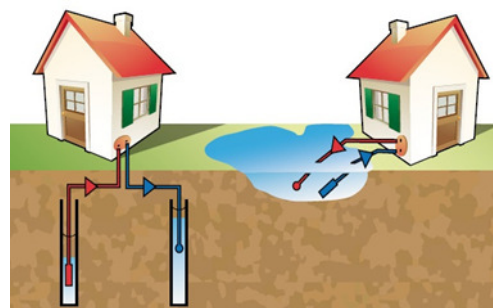
Dalam beberapa kasus, pompa kalor geotermal (biasa disebut dengan ground-source) dapat menggunakan bumi sebagai sumber kalor. Pompa geotermal membutuhkan pipa tertanam dengan kedalaman 1 sampai dengan 2 meter. Walau pompa kalor geotermal lebih mahal dalam pemasangan, tetapi lebih efisien (sampai 45 persen lebih efisien daripada pompa kalor dengan sumber udara). COP pompa kalor geotermal sekitar 4,0. (Cengel Y. A., dan Boles, M. A., 2006)

Modifikasi AC split menjadi AC system geothermal mendapatkan hasil Nilai COP rata-rata AC split sebelum dimodifikasi adalah 4,66, sedangkan COP rata-rata AC split setelah dimodifikasi (system geotermal) adalah 4,05. Nilai Wk rata-rata AC split sebelum dimodifikasi adalah 0,61, sedangkan Wk ratarata AC split setelah dimodifikasi (system geotermal) adalah 0,56 (Widiyatmoko, 2017).

Keuntungan terbesar dari sistem geotermal yaitu adalah performa yang lebih baik dibandingkan dengan sistem tradisional karena teknologi ini mengambil keuntungan dari temperatur yang lebih stabil sepanjang tahun, sehingga coefficient of performance (COP) meningkat, sedangkan biaya operasional dari pemanasan dan pendinginan, berkurang (Clement, R., et al, 2012). Sistem geotermal diklasifikasikan sebagai berikut :

**2.1.1. Sistem Terbuka**

Sistem terbuka geotermal memanfaatkan air tanah sebagai penukar kalor (Clement, R., et al, 2012) (Gambar 2). Sistem terbuka terdiri atas memanfaatkan air tanah sebagai fluida pembawa kalor. Pada awalnya, ekstraksi air dari tanah, kemudian mencapai secara langsung pompa kalor yang bersinggungan langsung dengan lingkungan.

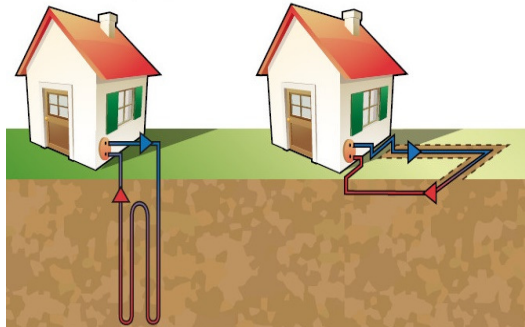


**Gambar 2.** Geotermal sistem terbuka <sup>[16]</sup>

**2.1.2. Sistem Tertutup**

Sistem tertutup geotermal merupakan sistem penukar kalor bawah tanah, tetapi air tanah tidak sebagai penukar kalor (Clement, R., et al, 2012). Sistem tertutup geotermal memutar fluida penukar

kalor yang biasanya menggunakan air atau fluida lainnya melalui pipa. Pipa tersebut terpasang loop atau multiple loop yang diletakkan secara vertical ke dalam bumi atau horizontal pada permukaan bumi (Gambar 3.)



Gambar 3. Sistem tertutup<sup>[16]</sup>

## 2.2. Penelitian geotermal

Geotermal sudah banyak diteliti, dikembangkan dan diaplikasikan di Eropa dan Amerika, dan saat ini sudah mulai merambah ke India. Beberapa penelitian sistem geotermal adalah :

Jindal T.K. (2012) telah melakukan kajian tentang analisis transfer kalor sistem pendinginan dan pemanasan geotermal. Kalor dipindahkan melalui saluran dapat dijelaskan dengan hukum pertama termodinamika. Jindal T.K. (2012) menyimpulkan bahwa kecepatan aliran memiliki efek yang sangat besar pada karakteristik perpindahan kalor di saluran. Ketebalan pipa tidak memiliki dampak besar pada perpindahan kalor. Terdapat perbedaan kecil perpindahan kalor dan temperatur pada keluaran untuk logam yang berbeda seperti aluminium, tembaga, dan besi cor. Bagaimanapun juga perpindahan kalor untuk pipa poly butyle terpengaruh tetapi hanya mencapai 5% maksimum. Dampak kecil tentang jenis material maupun ketebalan disebabkan bumi diasumsikan memiliki kapasitas penyerap kalor tak terbatas.

Menurut Cocchi, S., et al (2013) energi geotermal merupakan alternatif yang menarik dalam rangka memanfaatkan energi bumi untuk pengkondisian udara pada gedung (baik pemanasan maupun pendinginan), menggunakan pompa kalor geotermal. Simulasi sistem dengan periode 5 tahun menunjukkan pengaturan terbaik untuk penukar kalor yaitu 14 penukar kalor disusun seri dengan jarak 10 m dan panjang 100 m. hasilnya menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik karena :

- Temperatur apartemen dipastikan dalam kondisi nyaman.
- Tanah tidak terlalu over eksploitasi.
- Efisiensi pompa kalor sangat tinggi

Menurut Widiyatmoko (2014), system pertukaran langsung (Direct Exchange) geothermal dapat dilakukan menggunakan air sebagai

refrigerant, laju perpindahan kalor pada pipa dengan fluida air, dipengaruhi oleh dimensi pipa dan suhu air tanah.

Widiyarmoko (2017), Hasil yang didapatkan untuk performa dan kerja kompresi sebelum dimodifikasi, didapatkan COP rata-rata adalah 4,66, dan Wk rata-rata adalah 0,61. Dan hasil yang didapatkan untuk performa dan kerja kompresi setelah dimodifikasi, didapatkan COP rata-rata adalah 4,05, dan Wk rata-rata adalah 0,56.

## 2.3. Sistem Tata Udara dan Refrigerasi

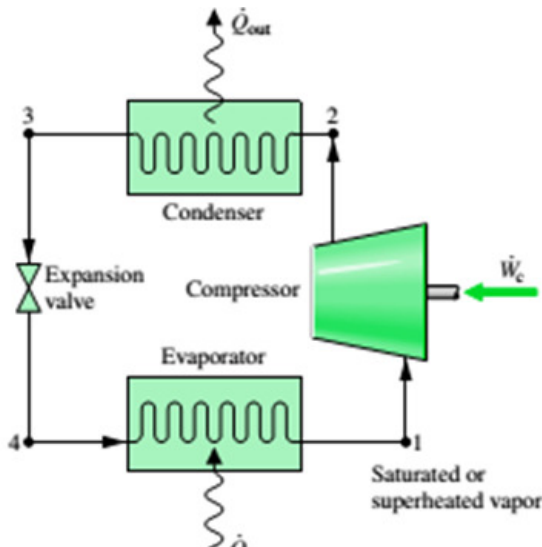
Bidang-bidang refrigerasi dan tata udara saling berkaitan satu sama lain, tetapi masing-masing mempunyai ruang lingkup yang berbeda.

### 2.3.1. Refrigeran

Refrigeran adalah zat atau fluida pembawa kalor yang berfungsi mengambil kalor dari ruangan atau medium yang didinginkan dan membuangnya ke lingkungan luar. Menurut Stoecker, W. F., and Jones, J. W., (1982) jenis refrigeran dibagi menjadi 2 yaitu refrigeran primer dan refrigeran sekunder. Refrigeran primer adalah refrigeran yang digunakan pada sistem kompresi uap. Refrigeran sekunder merupakan fluida yang membawa panas dari benda yang didinginkan ke suatu sistem pendinginan. Suhu refrigeran sekunder akan berubah saat refrigerant mengambil panas namun tidak berubah fasa.

### 2.3.2. Siklus refrigerasi

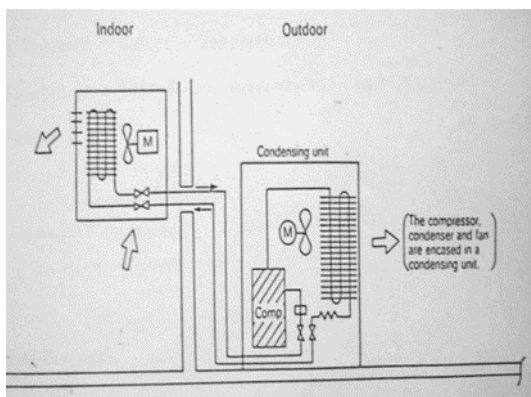
Refrigerasi adalah proses pelepasan kalor dari tempat yang tidak diinginkan. Banyak sekali penerapannya didalam dunia industri dimana kalor yang telah dilepas dari beberapa tempat atau material untuk tujuan yang diinginkan. (Miller, R. 2006). Siklus Kompresi Uap merupakan jenis refrigerasi yang paling banyak digunakan saat ini. Mesin refrigerasi siklus kompresi uap terdiri dari empat komponen utama, yaitu kompresor, kondensor, alat ekspansi dan evaporator. Susunan empat komponen tersebut secara skematik ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Siklus refrigerasi/siklus kompresi uap<sup>[11]</sup>

2.4. AC Split

Yaitu unit tata udara yang terbagi menjadi dua bagian, satu bagian berada dalam ruangan (indoor unit) dan bagian lainnya berada di luar ruangan (outdoor unit). Indoor unit dan outdoor unit dihubungkan dengan sistem pemipaan (Gambar 5). Indoor unit terdiri dari komponen-komponen evaporator, katup ekspansi, fan (kipas), dan filter udara. Sedangkan outdoor unit terdiri dari kompresor, kondensor, receiver, dan fan (kipas).

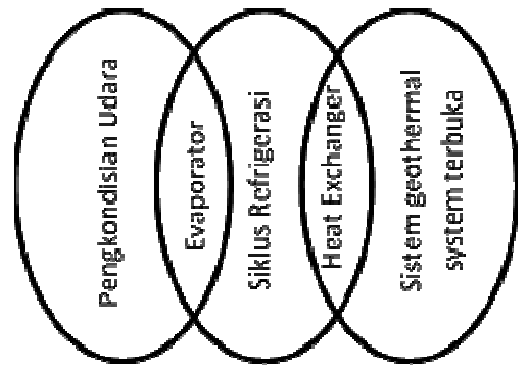


Gambar 5. Skema sistem tata udara tipe terpisah (AC split)<sup>[14]</sup>

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

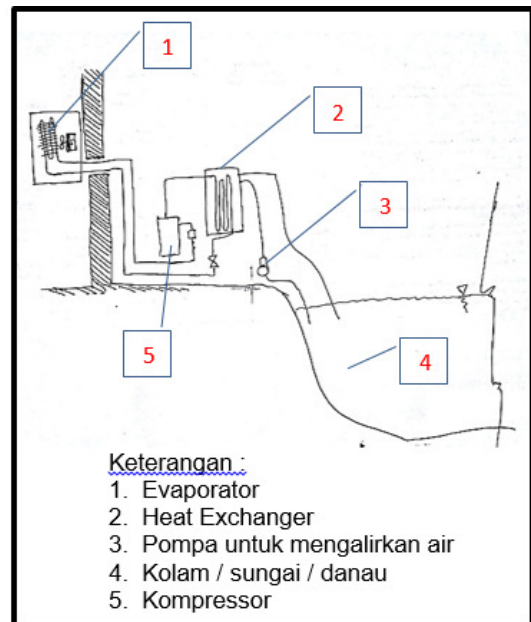
3.1 Hasil Desain

Berdasarkan studi literature dan penelitian sebelumnya, didapatkan desain modifikasi AC split menjadi AC system geothermal system terbuka, dengan skema sebagai berikut (Gambar 6).



Gambar 6. Skema pengkondisian udara system geothermal system terbuka.

Untuk mendapatkan desain seperti gambar 6. AC Split dimodifikasi pada bagian outdoor unitnya, tepatnya pada bagian kondensor. Bagian kondensor digabung dengan heat exchanger yang kemudian dilanjutkan ke system geothermal system terbuka (Gambar 7).



Gambar 7. Desain Modifikasi AC split menjadi AC Sistem geothermal system terbuka.

3.2 Pembahasan

Penggunaan pengkondisi udara hal yang tidak dapat dihindari. Keuntungan terbesar dari sistem geotermal yaitu adalah performa yang lebih baik dibandingkan dengan sistem tradisional karena teknologi ini mengambil keuntungan dari temperatur yang lebih stabil sepanjang tahun, sehingga coefficient of performance (COP) meningkat, sedangkan biaya operasional dari pemanasan dan pendinginan, berkurang. Tidak adanya produk pengkondisi udara jenis system geothermal di pasaran, memberikan dorongan untuk melakukan modifikasi dari system pengkondisi udara yang biasa digunakan di pasaran.

Keberhasilan penelitian tentang modifikasi AC split menjadi AC system geothermal yang telah dilakukan peneliti sebelumnya, memunculkan ide desain yang lain. Yaitu modifikasi AC split menjadi AC system geothermal system terbuka. Hal ini disebabkan adanya peluang yang dimiliki beberapa gedung atau rumah yang menggunakan AC split, terletak di dekat pendukung system terbuka. Pendukung tersebut dapat berupa kolam, danau, dan sungai. Peluang tersebut dapat digunakan untuk melakukan efisiensi energy pada gedung / rumah tersebut dengan melakukan modifikasi pada kondensor AC split. Diharapkan dengan desain Gambar 7, memunculkan implementasi modifikasi AC split menjadi AC system geothermal system terbuka.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan, dapat diambil kesimpulan bahwa pengkondisian udara dengan modifikasi AC split menjadi system geothermal system terbuka dapat dilakukan jika terdapat kolam/ sungai/ danau didekat gedung yang menggunakan AC split, dan implementasi modifikasi AC split memungkinkan peningkatan efisiensi penggunaan energy pada gedung/ rumah tersebut.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Calabro, G., dan Fazio, A. 2012. The Role of Geothermal Energy in Cooling and Heating Systems. *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*. Vol.02. Issue 1. pp 224-232.
2. Cengel, Y. A., and Boles, M. A. 2006. *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 5th ed. McGraw-Hill
3. Clement, R., et al. 2012. Modelling and Analyse of a Direct Expansion Geothermal Heat Pump (DX) : part 1 Modelling of Ground Heat Exchanger. *Notre-Dame Qouset Montreal (Quebec) : Canada*
4. Cocchi, S., Castellucci, S., dan Tucci. 2013. Modelling of an Air Conditioning System With Geothermal Heat Pump for a Residential Building. *Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problem in Engineering*. Vol.2013. Article ID 781231, pp
5. Stoecker, W.F., Jones, W.N. 1982. *Refrigeration and Air Conditioning*. The McGraw-Hill, Inc. New York.
6. Jindal T.K., 2012. Analysis of Heat Transfer Through A Duct Of Geothermal Cooling and Heating System. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. Vol. 2. Issue 10. Oct. 2012. pp 284-287
7. Kasich, J.R. dan Taylor, M. 2012. *Recommendations for Geothermal Heating and Cooling Systems*. Ohio Water Resource Council : Ohio
8. Mali, S.N., More, A.B., Patil, D.S. 2014. Application of Geothermal Cooling Techniques to Improve Thermal Condition of Residential Building. *International Journal of Civil and Structural Engineering Research*. Vol.2. Issue 1. April-September 2014, pp 158-161
9. Masheiti, S., dan Agnew, B. 2010. Thermodynamic Simulation Modelling of Low Temperatur Geothermal Source Located in Arid-Zone Area North Africa. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering*. Vol.4. No.1. Jan. 2010. pp 61-68
10. Miller, R. 2006. *HVAC Troubleshooting Guide*. The McGraw-Hill Companies, Inc. : New York
11. Moran, M., J, Saphiro. 2006. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*. Jhon Wiley & Sons, Inc. : London
12. Widiyatmoko. 2014. Studi Literatur Tentang Sistem Pendingin dengan Pertukaran Langsung (Direct Exchange) geothermal dan air sebagai refrigerant. Vol.6. No.1. Okt 2015. pp 7-14
13. Widiyatmoko, Irawan, F. 2017. Modifikasi AC Split Menjadi AC Sistem Geotermal Menggunakan Air sebagai Refrigeran Sekunder. Vol 9. April 2017. pp 1-10
14. Zakaria, T. 1991. *AIR CONDITIONING & REFRIGERATION*. ITB : Bandung
15. <https://www.epa.gov/rhc/geothermal-heating-and-cooling-technologies>, diakses 4 Agustus 2018
16. <http://iter-geo.eu/shallow-geothermal-systems-how-extract-inject-heat-into-ground/>, diakses 12 Oktober 2018