

SKRIPSI

**PENGARUH SISTEM DISTRIBUSI AIR PADA
COOLING PAD TERHADAP PERFORMANSI
*EVAPORATIVE COOLING***



POLITEKNIK NEGERI BALI

Oleh

I KADEK DWIANA

NIM. 1815234005

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA UTILITAS**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI BALI**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH SISTEM DISTRIBUSI AIR PADA *COOLING PAD* TERHADAP PERFORMANSI *EVAPORATIVE COOLING*

Oleh

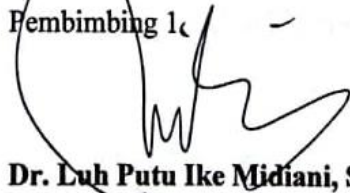
I KADEK DWIANA

NIM. 1815234005

Diajukan sebagai persyaratan untuk menyelesaikan skripsi prodi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Utilitas pada Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Bali

Disetujui oleh:

Pembimbing 1



Dr. Luh Putu Ike Midiani, ST., MT
NIP. 197206021999032002

Pembimbing 2



I Dewa Gede Agus Tri Putra, ST, MT
NIP. 197611202003121001

Disetujui oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg
NIP. 196609241993031003

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGARUH SISTEM DISTRIBUSI AIR PADA *COOLING PAD* TERHADAP PERFORMANSI *EVAPORATIVE COOLING*

Oleh

I KADEK DWIANA

NIM. 1815234005

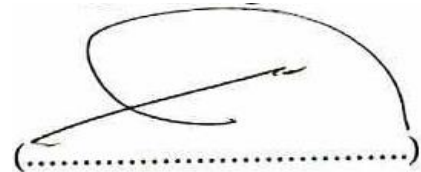
Skripsi ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji dan diterima untuk dapat
dicetak sebagai Buku Skripsi pada hari/tanggal :
Kamis , 1 september 2022

Tim Penguji

Tanda Tangan

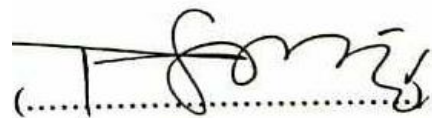
Ketua Penguji : Sudirman, ST, MT

NIP : 196703131991031001



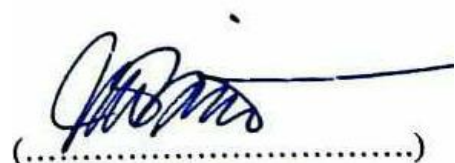
Penguji I : Ir. Daud Simon Anakottapary, MT

NIP : 196411151994031003



Penguji II : I Made Rajendra, ST, M.Eng

NIP : 197108251995121001



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : I Kadek Dwiana

NIM : 1815234005

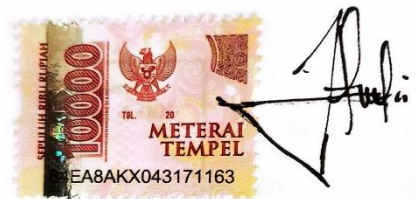
Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas

Judul Proyek Akhir : Pengaruh Sistem Distribusi Air Pada *Cooling Pad*
Terhadap Performansi *Evaporative Cooling*

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi ini bebas plagiat. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No.17 Tahun 2010 dan Perundang-undangan yang berlaku.

Badung, 11 Agustus 2022

Yang membuat Pernyataan



I Kadek Dwiana

NIM. 1815234005

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis banyak menerima bimbingan, petunjuk dan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu. Dengan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis pada kesempatan ini menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E., M.e.Com., selaku Direktur Politeknik NegeriBali.
2. Bapak Dr. Ir. I Gede Santosa, M.Erg., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin.
3. Bapak I Kadek Ervan Hadi Wiryanta, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Dr. Made Ery Arsana, ST., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Utilitas-MEP.
5. Ibu Dr. Luh Putu Ike Midiani, ST., MT., selaku dosen pembimbing-1 yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, dan semangat kepada penulis, sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Bapak I Dewa Gede Agus Tri Putra, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing-2 yang selalu memberikan dukungan, memberikan bimbingan, arahan, perhatian, semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
7. Segenap dosen dan seluruh staf akademik yang selalu membantu dalam memberikan fasilitas, ilmu, serta pendidikan pada penulis hingga dapat menunjang dalam penyelesaian Skripsi ini.
8. Kedua orang tua tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat, serta doa demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
9. Kemudian terima kasih banyak untuk pacar tercinta Komang Sri Diana Widyawati karena telah memberikan dukungan, perhatian serta telah membantu dalam penulisan Skripsi ini.

10. Teman-teman seperjuangan dalam menyelesaikan Skripsi tahun 2022 yang telah memberikan banyak masukan serta dukungan kepada penulis.
11. Sahabat-sahabat TRU-MEP VIII A angkatan 2018 terima kasih telah menjadi sahabat terbaik bagi penulis yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
12. Serta masih banyak lagi pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian Skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan.

Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca umumnya, peneliti atau penulis, dan khususnya kepada civitas akademik Politeknik Negeri Bali.

Badung, 11 Agustus 2022

I Kadek Dwiana

ABSTRAK

Sistem pendingin *evaporative cooling* merupakan sistem pendingin tanpa menggunakan *refrigerant* yang relatif sederhana. Secara umum ada dua tipe *evaporative cooling*, yaitu *direct evaporative cooling* dan *indirect evaporative cooling*. Dari kedua tipe tersebut, *cooling pad* memiliki peran penting dalam menentukan performansi sistem. *Evaporative cooling* bekerja dengan menghisap udara dari lingkungan, selanjutnya udara bersinggungan dengan *pad* yang ditetesi air di sisi depan *fan*. Air membasahi *pad* di bagian atasnya dan sisa tetesan ini akan jatuh di *water tank*. Air disirkulasikan dari *water tank* ke bagian atas *pad* dengan bantuan pompa. Udara dingin yang keluar dari *pad* akan dihembuskan oleh *fan* ke ruangan yang di kondisikan, dan proses pendinginan pun berlangsung.

Pengambilan data dilakukan untuk mendapatkan performansi sistem *Evaporative Cooling* berbahan *zeolit* dengan mengukur temperatur dan RH udara pada beberapa posisi yaitu di luar ruang yang dikondisikan, saat setelah melewati *pad* dan di ruang yang dikondisikan. Dilakukan juga pencatatan kecepatan aliran udara. Dua variasi distribusi air yang berbeda yaitu dengan metode *pad dispray* dan *pad direndam*. Pengambilan data dilakukan setiap 10 menit selama 8 jam.

Performansi sistem *evaporative cooling* dengan metode *cooling pad dispray* adalah 4,5, dengan menggunakan metode perendaman *cooling pad* performansinya adalah 4,3. Dengan menggunakan bahan *cooling pad* yang ramah lingkungan dan memiliki kemampuan tetap basah akan membuat sistem *evaporative cooling* beroperasi dengan baik. Penggunaan *zeolit* sebagai bahan *cooling pad* dengan kemampuan penyerapan dan penyimpanan airnya merupakan sebuah bahan *cooling pad* yang perlu dipertimbangkan. Masih perlu terus dilakukan perbaikan dimensi dan struktur pori *cooling pad zeolit* agar dapat memperbaiki proses penyerapan dan penyimpanan air.

Kata kunci : Sistem pendingin, *evaporative cooling*.

*THE EFFECT OF THE WATER DISTRIBUTION SYSTEM ON THE COOLING
PAD ON THE PERFORMANCE OF EVAPORATIVE COOLING*

ABSTRACT

The evaporative cooling system is a cooling system without using a relatively simple refrigerant. In general, there are two types of evaporative cooling, namely direct evaporative cooling and indirect evaporative cooling. Of the two types, the cooling pad has an important role in determining system performance. Evaporative cooling works by sucking air from the environment, then the air is in contact with a pad that is dripping with water on the front side of the fan. Water soaks the pad on top and the rest of these drops will fall into the water tank. Water is circulated from the water tank to the top of the pad with the help of a pump. The cold air coming out of the pad will be blown by the fan into the environment, and the cooling process takes place.

Data collection was carried out to obtain the performance of the Evaporative Cooling system made from zeolite by measuring the temperature and RH of the air at several positions, it is outside the conditioned room, after passing through the pad and in the conditioned room. The air flow velocity was also recorded. Two variations of different water distribution, namely the method of pad spray and pad soaked. Data were collected every 10 minutes for 8 hours.

The performance of the evaporative cooling system with the cooling pad spray method is 4,5, by using the cooling pad immersion method the performance is 4.3. Using a cooling pad material that is environmentally friendly and has the ability to stay wet will make the evaporative cooling system operate properly. The use of zeolite as a cooling pad material with the ability to absorb and store water is a cooling pad material that needs to be considered. It is still necessary to continue to improve the dimensions and pore structure of the zeolite cooling pad in order to improve the water absorption and storage process.

Keywords : *Cooling system, evaporative cooling.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul “Pengaruh sistem distribusi air pada *cooling pad* terhadap performansi *evaporative cooling*” tepat pada waktunya. Penyusunan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk kelulusan program pendidikan pada jenjang Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

Penulis menyadari Skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran sebagai pembelajaran demi menyempurnakan karya-karya ilmiah di masa yang akan datang.

Badung, 11 Agustus 2022

I Kadek Dwiana

DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.5.1 Bagi Penulis	3
1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali	3
1.5.3 Bagi Masyarakat	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 <i>Evaporative Cooling</i>	5
2.2 Cara kerja <i>Evaporative Cooling</i>	
2.3 Tipe Desain <i>Evaporative Cooling</i>	5
2.4 Tipe <i>Evaporative Cooling</i> yang sudah pernah diteliti.....	8
2.5 Komponen <i>Evaporative Cooling</i> dan Fungsi Komponennya.....	9
2.6 Pasir <i>Zeolit</i>	13

2.7	Parameter pada <i>Psychrometric Chart</i>	13
2.8	Performansi sistem <i>Evaporative Cooling</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN		20
3.1	Jenis Penelitian.....	20
3.1.1	Desain penempatan komponen utama <i>evaporative cooling</i>	20
3.1.2	Desain penempatan alat ukur <i>evaporative cooling</i>	21
3.1.3	Sistem perancangan <i>evaporative cooling</i>	22
3.2	Alur Penelitian	23
3.3	Lokasi dan Waktu Penelitian	24
3.4	Penentuan Sumber Data	24
3.5	Sumber Daya Penelitian.....	24
3.6	Instrumen Penelitian	25
3.7	Prosedur Penelitian	26
3.7.1	Langkah Persiapan	27
3.7.2	Langkah Pengambilan Data	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		29
4.1	Hasil Penelitian	29
4.1.1	Pelaksanaan Penguji.....	29
4.1.2	Data Hasil Penguji <i>Evaporative Cooling</i>	30
4.2	Perhitungan	32
4.2.1	Perhitungan dengan bahan pad di spray air	32
4.2.2	Perhitungan bahan dengan pad di rendam air	35
4.3	Pembahasan.....	39
4.3.1	Pembahasan grafik data pengujian <i>evaporative cooling</i>	39
4.3.2	Perbandingan data performasi <i>evaporative cooling</i>	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		44
5.1	Kesimpulan	44
5.2	Saran	44
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk mencapai kenyamanan, kesehatan dan kesegaran hidup dalam rumah tinggal atau bangunan – bangunan bertingkat, khususnya di daerah beriklim tropis dengan udara yang panas dan tingkat kelembaban tinggi, diperlukan usaha untuk mendapatkan udara segar baik udara segar dari alam dan aliran udaran buatan. Udara yang nyaman mempunyai kecepatan tidak boleh lebih dari 5 km/jam dengan suhu/ temperatur kurang dari 30°C dan banyak mengandung O₂. Karena keadaan alam yang demikian, maka diperlukan suatu cara untuk mendapatkan kenyamanan dengan menggunakan alat penyejukan udara

Sistem pengkondisian udara mempunyai beberapa fungsi antara lain pengontrolan temperatur, pengontrolan kelembaban dan kualitas udara sehingga sesuai dengan kebutuhan pengguna di dalam ruangan. Sistem pengkondisian udara yang banyak digunakan dalam ruangan sampai saat ini masih sistem pendinginan kompresi uap yang berbasis refrigerant. Sistem ini mempunyai kemudahan dalam operasinya, namun sistem ini kebanyakan masih menggunakan *refrigerant* berbasis *CFC*, dimana menurut regulasi pemerintah harus segera ditinggalkan karena zat ini bersifat merusak *OZON*.

Sistem pendingin *evaporative cooling* merupakan sistem pendingin tanpa menggunakan *refrigerant* yang relatif sederhana. Kontruksi dasarnya terdiri dari *fan*, *cooling pad* dan pompa untuk mensirkulasikan air dari bak penampung ke bagian atas *cooling pad*. *Fan* menghisap udara luar masuk kedalam ruangan melalui lubang ventilasi dan udara luar akan bersentuhan dengan *cooling pad*, dimana *cooling pad* ini kelembabannya tetap dijaga. Setelah udara luar melewati *cooling pad fan* akan menghembuskan udara ke dalam ruangan. Karena adanya penyemprotan air, maka kelembaban udara menjadi meningkat, yang besarnya tergantung dari kesempurnaan terjadinya kontak antara air dan udara. Secara teoritis

akan dapat dicapai kelembaban relatif 100 % dan terjadi penurunan temperatur udara terendah. *Evaporative cooling* relatif lebih mudah dipasang, ramah lingkungan dan tidak merusak ozon. Selain itu daya listrik yang dibutuhkan lebih rendah sehingga lebih hemat energi.

Secara umum ada dua tipe *evaporative cooling*, yaitu *direct evaporative cooling* dan *indirect evaporative cooling*. Perbedaan dasarnya adalah pada udara keluaran *direct evaporative cooling* (DEC) kelembabannya meningkat, sedangkan pada *indirect evaporative cooling* (IEC) kelembabannya konstan karena air pendinginnya tidak berkontak langsung dengan udara. Dari kedua tipe *evaporative cooling* tersebut, *cooling pad* memiliki peran penting dalam menentukan performansi sistem. *Cooling pad* mempengaruhi perpindahan panas dan massa *evaporative cooling*, sehingga pemilihan bahan *cooling pad* dan distribusi air menjadi alternative untuk memperbaiki performansi *evaporative cooling*.

Bahan *cooling pad* pada penelitian sebelumnya adalah spon, serabut kelapa, karung goni, sumbu kompor, dan bahan anti selip.(Suryana et al. 2014) (Rachman and Yunianto 2014)(Santika et al. 2019)(Carvalho et al. 2021) Pemilihan bahan berpori sebagai *cooling pad* masih belum banyak digunakan, dimana sifat permeabilitas dan porositas bahan berpori dapat meningkatkan efek pendinginan secara lebih sederhana dan efektif. Bahan berpori yang akan digunakan adalah *zeolit* alam. Selanjutnya distribusi air yang dikenakan *pada cooling pad* berpori adalah dengan metode *dispray* air dan direndam air.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada Skripsi yang berjudul “Pengaruh Sistem Distribusi Air Pada *Cooling Pad* Terhadap Performansi *Evaporative Cooling*” ini di antaranya :

1. Bagaimana pengaruh *cooling pad* yang *dispray* terhadap performansi sistem *evaporative cooling* ?
2. Bagaimana pengaruh perendaman *cooling pad* terhadap performansi sistem *evaporative cooling* ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian Skripsi ini penulis hanya akan membahas mengenai Performansi sistem *evaporative cooling* dengan pendingin *pad* yang dispray air dan pendinginan *pad* yang di rendam air.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dibuatnya penelitian Skripsi ini sebagai berikut.

1.4.1 Tujuan Umum

Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan Sarjana Terapan pada jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bali.

1.4.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari sekripsi ini adalah :

1. Untuk mengetahui performansi sistem *evaporative cooling* dengan *cooling pad* yang *dispray*.
2. Untuk mengetahui performansi sistem *evaporative cooling* dengan *cooling pad* yang direndam air.

1.5 Manfaat Penelitian

Penulis berharap dengan adanya penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1.5.1 Bagi Penulis

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan wawasan bagi penulis tentang sistem *evaporative cooling*.
2. Dengan adanya penelitian ini penulis dapat menerapkan ilmu yang telah dipelajari selama mengikuti perkuliahan di Politeknik Negeri Bali.

1.5.2 Bagi Politeknik Negeri Bali

1. Diharapkan adanya pengembangan peralatan praktik di laboratorium Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Utilitas.
2. Menambah koleksi bacaan dan dapat dipergunakan sebagai acuan bagi mahasiswa Politeknik Negeri Bali.

1.5.3 Bagi masyarakat

1. Hasil pengujian dapat menjadi pengetahuan yang baru bagi masyarakat
2. Agar masyarakat dapat mengetahui terdapat sistem pendingin selain dari kompresi uap yaitu sistem pendingin *evaporative cooling*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Performansi dari *cooling pad* yang di *spray* memiliki EER sebesar 4,5 dengan Q_{out} sebesar 0,194 kJ/s.
2. Performansi *cooling pad* yang direndam memiliki EER sebesar 4,3 dan Q_{out} sebesar 0,153 kJ/s. *Cooling pad* yang di *spray* memiliki performa yang lebih baik daripada pad yang di rendam.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat menjadikan pengembangan dan perbaikan dalam penelitian *evaporative cooling* adalah saat pembuatan *cooling pad* pastikan pengepresan dilakukan dengan baik supaya pasir *zeolit* yang ada di dalam pipa tembaga menjadi lebih padat, sehingga dihasilkan *cooling pad* yang tidak patah-patah.

DAFTAR PUSTAKA

- Amer, O., R. Boukhanouf, and H. G. Ibrahim. 2015. "A Review of Evaporative Cooling Technologies." *International Journal of Environmental Science and Development* 6 (2): 111–17. <https://doi.org/10.7763/ijesd.2015.v6.571>.
- Carvalho, Austrio, Francisco, and Lopes D E. 2021. "Pengaruh Jumlah Cooling Pad Terhadap Kondisi Udara Yang Dihasilkan Air Cooler Skripsi."
- Hidayati, Baiti, Ferry Irawan, and Yolanda Biola Herawati. 2021. "Analisis Kelembaban Udara Pada AC Split Wall Usia Pakai 8 Tahun Dengan Kapasitas 18000 Btu/Hr." *Jurnal Austenit* 13 (1): 8–12. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/austenit/article/view/3263/1418>.
- Narayanan, R. 2017. "Heat-Driven Cooling Technologies." *Clean Energy for Sustainable Development: Comparisons and Contrasts of New Approaches*, 191–212. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805423-9.00007-7>.
- Rachman, Pratama, and Bambang Yunianto. 2014. "Pengaruh Jenis Water Sprayer Terhadap Efektivitas" 3 (2): 143–48.
- Reksa Anestyana, Dhanu, Hendra Wijaksana, I Nengah Suarnadwipa, and Bukit Jimbaran Bali Abstrak. 2018. "Study Eksperimental Performansi Evaporative Cooling Pad Dengan Penggunaan Aliran Paksa Udara Dingin Dengan Saluran Udara Berbentuk Persegi Empat." *Jurnal Ilmiah TEKNIK DESAIN MEKANIKA* 7 (2): 182–88.
- Santika, A A Dwi, Hendra Wijaksana, and I Ketut Astawa. 2019. "Analisa Performansi Cooling Pad Tanpa Saluran Udara Dan Dengan Saluran Udar." *Iptekma* 6 (1): 81. <https://doi.org/10.24843/iptekma.2019.v08.i02.p04>.
- Suryana, Nyoman, Nengah Suarnadwipa, and Hendra Wijaksana. 2014. "Studi Eksperimental Performansi Penndingin Evaporative Portable Dengan." *Jurnal Ilmiah TEKNIK DESAIN MEKANIKA* 1 (1).
- Wang, Shan K. 1994. *Handbook of Air Conditioning and Refrigeration. Choice Reviews Online*. Vol. 32. <https://doi.org/10.5860/choice.32-0959>.
- Wijaksana, Hendra, I Nyoman Suprpta Winaya, Made Sucipta, Ainul Ghurri, and Nengah Suarnadwipa. 2017. "The investigation on cooling capacity and celdek material pad classification of evaporative cooling pad system using different pad material with water temperature and water discharge variations Doctoral Study Program of Engineering Science , Faculty of En." *3rd International Conference on Mechanical Engineering (Income 2017)*, 1–13.
- Zhao, X. 2010. "Porous Materials for Direct and Indirect Evaporative Cooling in Buildings." *Materials for Energy Efficiency and Thermal Comfort in Buildings*. <https://doi.org/10.1533/9781845699277.2.399>.