

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Tinjauan tentang aplikasi sistem pengabutan air di iklim kering

Sebuah penelitian dilakukan oleh Pearlmutter dkk (1996) untuk mengembangkan model pendinginan evaporatif dengan kabut air. Penelitian dilakukan di iklim kering dataran tinggi Negev, Israel selatan, simulasi dilakukan pada waktu siang hari di musim panas. Sistem pengabut air yang digunakan bekerja sebagai sebuah menara pendingin untuk pendinginan halaman seluas 500 m².

Kabut air disemprotkan dari *inlet* yang berada di ketinggian 10 m kemudian udara dingin yang dihasilkan keluar melalui *outlet* yang terletak di sisi bawah dan menurunkan suhu udara di halaman seluas 500 m². Penurunan suhu udara terjadi secara konvektif di dalam menara pendingin. Menara pendingin merupakan sebuah ruang persegi empat yang luas alasnya 10 m² dan tingginya 10 m. Simulasi yang dilakukan menguji berbagai model pasokan air dan udara untuk menghasilkan pendinginan maksimal. Penurunan suhu maksimal tercapai dengan menggunakan mekanisme angin buatan. Penurunan suhu mencapai 10 °C, kelembaban udara meningkat hingga mencapai 85-95 % dan suplai air mencapai 1-2 m³/hari. Hasil penelitian menyarankan penggunaan penangkap angin yang konfigurasiya lebih sederhana dan yang hasilnya lebih baik.

2.1.2. Tinjauan pustaka tentang waktu penguapan butir berdasarkan variasi diameter butir

Sebuah penelitian dilakukan oleh Yamada dkk (2007) untuk mengetahui rentang waktu penguapan butir kabut pada beberapa variasi diameter butir. Simulasi dilakukan dengan menggunakan metode simulasi numerik. Penelitian yang dilakukan menyimulasikan kondisi iklim musim panas Jepang yaitu suhu udara 33,4 °C, kelembaban 58 %. Diameter butir yang diuji berada dalam rentang antara 16-32 μm . Penelitian juga menyimulasikan variasi jumlah penggunaan kepala semprot untuk mengetahui rentang waktu penguapan butir kabut. Penelitian yang dilakukan menyimpulkan bahwa tidak ada selisih signifikan elevasi minimum butir kabut air meskipun diameter butir yang diterapkan bervariasi elevasi minimum butir kabut air menjadi lebih rendah dengan menambah jumlah kepala semprot. Butir kabut air berdiameter 32 μm menguap sempurna pada jarak 2 m.

2.1.3. Tinjauan pustaka tentang hasil penurunan suhu menurut variasi ketinggian penyemprotan

Sebuah penelitian dilakukan oleh Farnham dkk (2010) untuk menguji hasil penurunan suhu oleh kabut air menurut variasi ketinggian penyemprotan. Simulasi dilakukan dengan menggunakan skenario iklim Jepang. Simulasi dilakukan di sebuah atrium dan variasi ketinggian penyemprotannya berada dalam rentang antara 6-25 m. Simulasi dilakukan dengan menggunakan sistem pengabutan tekanan tinggi, bobot tekanan pompa 800 psi, kapasitas alir 250 l/jam dan kapasitas daya 750 Watt. Hasil penelitian menyatakan bahwa sebuah kepala semprot yang menghasilkan butir kabut-

berdiameter antara 41-79 μm dapat menghasilkan pendinginan sebesar 0,7 K tanpa menyebabkan basah. Perhitungan suhu efektif menunjukkan bahwa peningkatan kelembaban akibat penguapan kabut tidak mempengaruhi peningkatan kenyamanan oleh penurunan suhu.

2.1.4. Tinjauan pustaka tentang sensasi *thermal* yang ditimbulkan oleh kabut air pada kulit manusia

Sebuah penelitian dilakukan oleh Farnham (2009) untuk mengetahui sensasi *thermal* yang ditimbulkan oleh kabut air pada kulit manusia. Sebuah model analog lengan manusia dikembangkan sebagai alat bantu pengukuran kenyamanan *thermal* dinilai dari dampaknya terhadap suhu kulit. Simulasi menggunakan parafin sebagai bahan pembuat lengan analog dan kamera *thermal* sebagai alat ukur untuk mengamati dampak pengabutan air terhadap perubahan suhu kulit. Penelitian yang dilakukan mencapai kesimpulan bahwa penurunan suhu kulit mencapai dua sampai tiga kali lebih rendah dibanding penurunan suhu udara.

2.1.5. Tinjauan pustaka tentang aplikasi sistem pengabutan air tekanan tinggi di iklim tropis

Sebuah penelitian dilakukan oleh Ishii dkk (2009) untuk menguji kualitas sistem pengabutan air sebagai mitigasi fenomena UHI. Simulasi dilakukan pada saat musim panas 2007 di Jepang dengan menggunakan metode simulasi nyata. Simulasi dilakukan di ruang semi tertutup sebuah stasiun kereta api dan suhu panas bersumber dari suhu mesin kereta dan radiasi matahari. Simulasi dilakukan dengan menggunakan pengabut air bertekanan 870 psi dan 30 kepala semprot.

Simulasi dilakukan dengan menggunakan dua titik penyemprotan. Pengabut air yang digunakan dilengkapi dengan pengatur waktu untuk menghidupkan dan mematikan sistem. Pertimbangan posisi dilakukan untuk menghindari efek basah. Pengendalian tekanan pompa dan kepadatan butir kabut juga dilakukan untuk menghindari efek basah. Nilai suhu, kelembaban, kecepatan angin dan hujan juga menjadi kriteria pengendalian. Sistem diaktifkan secara otomatis dan hanya akan aktif pada saat kondisi suhu lebih tinggi dari 28 °C, kelembaban lebih rendah dari 70 % dan kecepatan angin kurang dari 3 m/dtk.

Simulasi sejak pukul 9.0.0-13.0.0 WIB menghasilkan pendinginan 1,7 K sedangkan simulasi sejak pukul 13.0.0-15.0.0 menghasilkan pendinginan 1,9 K. pada awal pengujian sistem pengabut air diaktifkan dengan menggunakan pengatur waktu yaitu 2.0 mnt *on* dan 2.0 mnt *off*, namun waktu 2.0 mnt tidak cukup untuk menghasilkan pendinginan yang berarti. Aktivasi sistem dengan menggunakan sensor kelembaban dilakukan untuk menyediakan rentang waktu yang lebih lama, tujuannya untuk menghasilkan pendinginan rata-rata harian 2 K. Penelitian ini juga menyimpulkan untuk aplikasi rumah tinggal pengabutan versi mini lebih efisien dibanding penggunaan AC.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Teori pendinginan konvektif

Perpindahan panas konvektif adalah perpindahan panas yang terjadi dari permukaan media padat atau fluida yang diam menuju fluida yang mengalir (bergerak) atau sebaliknya ketika terdapat perbedaan temperatur diantara keduanya. Perpindahan-

suhu terjadi secara berantai pada skala molekul, molekul yang lebih panas akan menjadi lebih ringan dan bergerak ke atas. Perpindahan panas konvektif dapat terjadi secara alami ataupun paksa. Pergerakan fluida oleh adanya *buoyancy* dari perubahan densitas fluida akibat perbedaan temperatur disebut konveksi alami sedangkan pergerakan fluida akibat gaya dari luar disebut konveksi paksa. Konveksi paksa terjadi ketika benda panas dipaksakan untuk menjadi dingin dengan cara menambahkan faktor buatan ke dalam proses konveksi. Contoh konveksi paksa terjadi ketika segelas kopi panas ditiup. Konveksi secara paksa dapat terjadi ketika aliran pergerakan udara ditingkatkan, misalnya dengan bantuan kipas angin. Angin menyebabkan laju transfer panas menjadi lebih cepat dan pendinginan berlangsung lebih cepat.

2.2.2. Hubungan antara suhu lingkungan dan suhu ruangan

Suhu lingkungan merupakan hasil konveksi suhu udara dan suhu radiasi permukaan. Perambatan panas terjadi melalui media penghantar, radiasi panas meningkatkan suhu media penghantar dan menjadikan media penghantar sebagai sumber panas baru bagi elemen penghantar panas lain di sekitarnya. Suhu udara luar ruangan yang lebih tinggi meningkatkan suhu dinding bangunan. Suhu dinding bangunan selanjutnya menjadi sumber panas baru yang meningkatkan suhu ruangan.

2.2.3. Teori panas dan perubahan wujud benda

Panas dibedakan menjadi dua macam menurut dampaknya terhadap perubahan suhu dan wujud zat yaitu panas *sensible* dan panas laten. Panas laten adalah panas yang diserap atau dibuang oleh suatu benda sehingga merubah wujud-

benda tersebut, perubahan wujud tidak disertai dengan perubahan suhunya. Panas *sensible* adalah panas yang diserap atau dibuang oleh suatu benda sehingga menyebabkan benda tersebut berubah temperaturnya.

Suatu benda padat akan mengalami dua perubahan wujud apabila suhunya terus bertambah. Benda padat akan mencair bila dipanaskan dan apabila suhunya terus bertambah wujud cair akan berubah lagi menjadi gas. Perubahan panas yang mempengaruhi perubahan wujud dari padat menjadi cair disebut panas dengan laten penguapan, sedangkan perubahan panas yang mempengaruhi perubahan wujud dari cair menjadi gas disebut dengan panas laten penguapan.

Suhu suatu senyawa merupakan wujud eksistensi energi senyawa tersebut, eksistensi energi molekul mempengaruhi stabilitas ikatan antar atom molekul. Setiap jenis ikatan partikel memiliki batasan penerimaan energi. Penerimaan energi melebihi batas akan memutuskan ikatan antar partikel. Penerimaan energi panas dapat menaikkan suhu cairan dan sampai batas tertentu dapat merubah wujud cair menjadi gas.

Semua benda pada kondisi tekanan dan suhu yang tepat akan berbentuk padat, cair dan gas. Eksistensi energi pada molekul suatu benda dapat ditunjukkan dengan suhu benda dan juga dapat ditunjukkan dengan wujud benda. Penambahan atau pengurangan panas dapat merubah bentuk dan suhu benda tersebut, sebagai contoh logam akan mencair jika diberi panas yang cukup untuk mencairkannya. Fenomena yang umum kita kenal misalnya mencairnya es dan mendidihnya air, kedua kondisi-

tersebut merupakan contoh penambahan dan pengurangan panas terhadap suatu benda.

2.2.4. Kapasitas panas air dan kapasitas panas udara

Suhu air selalu lebih rendah dari suhu udara, hal ini erat kaitannya dengan kapasitas panas. Kapasitas panas adalah nilai panas yang dibutuhkan suatu senyawa untuk menaikkan suhunya per satu satuan massa. Kapasitas panas (C_p) udara yaitu $1,0035 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$, sedangkan C_p air ($25 \text{ } ^\circ\text{C}$) $4,1813 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$. Satu gram air membutuhkan $4,1813 \text{ J}$ energi panas untuk dapat menaikkan suhunya sebesar $1 \text{ } ^\circ\text{C}$ sedangkan 1 g udara membutuhkan $1,0035 \text{ J}$ energi panas untuk menaikkan suhunya sebesar $1 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Energi panas sebesar $4,1813 \text{ J}$ hanya menaikkan suhu 1 g air hingga $1 \text{ } ^\circ\text{C}$, sedangkan jumlah energi yang sama dapat menaikkan suhu 1 g udara hingga $4,2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Kapasitas panas air empat kali lebih tinggi dibanding kapasitas panas udara sehingga air membutuhkan panas empat kali lebih besar untuk mengalami peningkatan suhu dibanding udara. Perbandingan C_p air dan C_p udara juga menyatakan bahwa udara empat kali lebih mudah kehilangan panas dibanding air sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan jumlah panas (Q) yang sama (dalam hal ini panas yang diterima dari lingkungan/matahari) air akan selalu memiliki suhu (T) yang lebih rendah daripada udara.

Suhu air akan selalu lebih rendah dibanding suhu udara meskipun suhu radiasi permukaan sama. Perbandingan antara suhu akhir air dan suhu akhir udara pada perbandingan suhu radiasi permukaan yang sama dapat dijelaskan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$C_p = Q/m \cdot \Delta T$$

Q=Banyaknya kalor yang dilepas atau diterima oleh suatu benda (J)

m=Massa benda yang menerima atau melepas kalor (g)

C_p=Kalor jenis zat (J/g °C)

ΔT=Perubahan suhu (°C)

Vegetasi dapat secara alami menekan peningkatan suhu lingkungan pada perbandingan radiasi permukaan yang sama. Suhu permukaan yang tertutup vegetasi cenderung lebih rendah dibanding suhu permukaan yang tertutup beton dan infrastruktur kota lainnya. Tumbuhan terbentuk oleh 90 % air, struktur tumbuhan yang bercabang menyebabkan penampang permukaan air menjadi lebih luas dibanding penampang permukaan air di kolam pada perbandingan volume air yang sama. Newton *law of cooling* menjelaskan hubungan antara luas bidang permukaan dan kecepatan rambat panas dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$Q = hA\Delta T$$

h=Koefisien pindah panas (W/m² °C)

Q=Energi dalam satuan Watt (W)

A=Luas permukaan butir (m²)

ΔT=Selisih suhu zat (°C)

2.2.5. Asas Black

Asas Black menyatakan hukum kekekalan kalor, jumlah kalor yang diterima sama dengan jumlah kalor yang dilepas. Jumlah kalor yang diterima butir kabut air-

sama dengan jumlah kalor yang dilepaskan oleh udara lingkungan. Air dapat mempertahankan panas empat kali lebih lama dibanding udara. Perbandingan C_p air dan C_p udara menyatakan bahwa udara empat kali lebih mudah kehilangan panas dibanding air dan menjelaskan bahwa suhu udara basah lebih stabil dibanding suhu udara kering karena. Suhu akhir percampuran dua fluida berbeda suhu dijelaskan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$(M1)(C1)(T1-Tf)=(M2)(C2)(Tf-T2)$$

$M1$ =Massa benda yang mempunyai tingkat temperatur lebih tinggi (g)

$C1$ =Kalor jenis benda yang mempunyai tingkat temperatur lebih tinggi (J/g °C)

$T1$ =Temperatur benda yang mempunyai tingkat temperatur lebih tinggi (°C)

Tf =Temperatur akhir pencampuran kedua benda (°C)

$M2$ =Massa benda yang mempunyai tingkat temperatur lebih rendah (g)

$C2$ =Kalor jenis benda yang mempunyai tingkat temperatur lebih rendah (J/g °C)

$T2$ =Temperatur benda yang mempunyai tingkat temperatur lebih rendah (°C)

2.2.6. Teori suhu dan kelembaban

Suhu udara merupakan ukuran energi kinetik rata-rata dari pergerakan molekul-molekul udara. Suhu dan kelembaban udara sangat erat hubungannya karena jika kelembaban udara berubah maka suhunya juga akan berubah. Peningkatan panas laten akibat penguapan tidak menyebabkan kenaikan suhu udara tetapi penguapan justru menurunkan suhu udara karena proporsi panas terasa (yang menyebabkan kenaikan suhu udara) menjadi berkurang, (Handoko, 2003).

Suhu udara permukaan bumi relatif terhadap faktor-faktor yang mempengaruhinya, sebagai contoh lamanya penyinaran matahari berpengaruh terhadap perubahan suhu udara. Suhu udara bervariasi menurut tempat dan dari waktu ke waktu di permukaan bumi, menurut tempat suhu udara bervariasi secara vertikal dan horisontal, menurut waktu dari jam ke jam dalam sehari dan menurut bulanan dalam setahun (Wisnubroto, dkk. 1982).

Kelembaban udara menggambarkan kandungan uap air di udara yang dapat dinyatakan sebagai kelembaban mutlak, kelembaban nisbi, maupun defisit tekanan uap air. Kelembaban mutlak menyatakan nilai kandungan uap air (dapat dinyatakan dengan massa uap air atau tekanannya) persatuan volume. Kelembaban nisbi membandingkan antara kandungan uap air aktual dengan keadaan jenuhnya atau pada kapasitas maksimal udara menyerap air. Kapasitas udara untuk menampung uap air (pada keadaan jenuh) ditentukan oleh suhu udara sedangkan defisit tekanan uap air menyatakan selisih antara tekanan uap jenuh dan tekanan uap aktual (Handoko, 1994).

2.3. Hipotesis

2.3.1. Perpindahan panas konvektif dua fluida berbeda suhu pada air dan udara

Metode pendinginan menggunakan kabut air bekerja seperti pendinginan oleh vegetasi. Sebagian besar unsur pembentuk tumbuhan berupa air. Semakin rimbun vegetasi pada perbandingan volume air yang sama maka semakin luas bidang permukaan air yang terpapar suhu lingkungan sehingga semakin besar peluang penguapan dan konveksi suhu lingkungan. Semakin kecil diameter butir kabut air-

yang disebarkan ke udara pada perbandingan volume yang sama maka semakin besar luas bidang permukaan air yang terpapar suhu lingkungan sehingga semakin besar juga peluang terjadinya penguapan dan konveksi suhu lingkungan.

Tabel 2.1. Spesifikasi Butir Kabut Air Menurut Diameter Butir
Sumber : Dokumen Pribadi November 2016

Diameter butir (μm)	Luas permukaan butir (μm^2)	Jumlah butir kabut air dari 1 liter air	Luas total permukaan 1 liter air setelah menjadi kabut dibedakan menurut diameter butir (m^2)	Masa kabut air setara 1 liter (gram/cm^3)
10	314.2857143	1,909,090,909,090.910000	600,000,000,000,000.000000	1,000.00
20	1257.142857	238,636,363,636.364000	300,000,000,000,000.000000	1,000.00
30	2828.571429	70,707,070,707.070700	200,000,000,000,000.000000	1,000.00
40	5028.571429	29,829,545,454.545500	150,000,000,000,000.000000	1,000.00
50	7857.142857	15,272,727,272.727300	120,000,000,000,000.000000	1,000.00
60	11314.28571	8,838,383,838.383840	100,000,000,000,000.000000	1,000.00
70	15400	5,565,862,708.719850	85,714,285,714,285.700000	1,000.00
80	20114.28571	3,728,693,181.818180	75,000,000,000,000.000000	1,000.00
90	25457.14286	2,618,780,396.558180	66,666,666,666,666.700000	1,000.00
100	31428.57143	1,909,090,909.090910	60,000,000,000,000.000000	1,000.00

Asas Black menyatakan hukum kekekalan kalor. Jumlah kalor yang diterima sama dengan jumlah kalor yang dilepas. Jumlah kalor yang diterima butir kabut air sama dengan jumlah kalor yang dilepaskan oleh udara lingkungan. Jumlah kalor yang diterima (Q) butir kabut air menyatakan nilai pergeseran suhu yang dihasilkan sistem pengabut air. Banyaknya kalor yang dapat diterima atau dilepas (Q) setiap butir kabut air berbeda tergantung diameter butir.

Penurunan suhu dengan kabut air erat kaitannya dengan luas bidang permukaan butir kabut yang terpapar suhu lingkungan. Hubungan antara luas bidang permukaan dan kecepatan rambat panas dapat dijelaskan dengan menggunakan Newton *law of cooling*. Gambar 2.1 juga menjelaskan tentang hubungan antara luas permukaan terhadap koefisien transfer panas. Kecepatan rambat panas dipengaruhi-

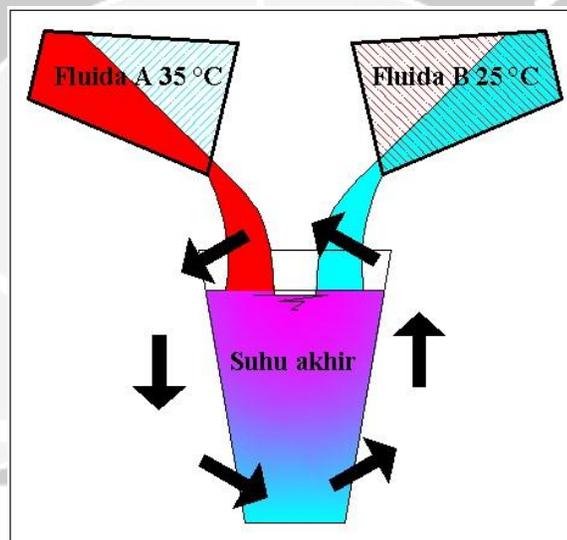
oleh luas penampang permukaan. Tabel 2.1 memaparkan variasi spesifikasi butir kabut air menurut diameter butir. Butir kabut air berdiameter $10\ \mu\text{m}$ memiliki luas permukaan $314\ \mu\text{m}^2$ dan volumenya $524\ \mu\text{m}^3$. Satu liter air akan menghasilkan 1.909.090.909 butir kabut air berdiameter $10\ \mu\text{m}$ yang luas total permukaannya 600.000.000.000.000 m^2 .

Air dan udara merupakan zat yang bersifat fluida karena zat-zat ini dapat mengalir. Setiap zat baik itu zat padat, zat cair, maupun zat gas merupakan kumpulan partikel dan partikel memiliki massa. Perambatan panas antar partikel terjadi secara konduksi sedangkan konveksi dapat dipahami sebagai konduksi panas yang terjadi pada fluida. Meskipun perhitungan transfer panas konvektif sulit dilakukan karena fluida bersifat mengalir namun pada skala partikel transfer panas konvektif terjadi antar partikel dan partikel selalu bersifat padat karena memiliki massa.

Luas bidang permukaan dalam ilmu termodinamika digunakan untuk menghitung laju perpindahan panas konvektif. Berdasarkan teori Newton *law of cooling* memperkecil diameter butir untuk mendapatkan bidang permukaan yang lebih besar berdampak pada nilai koefisien transfer panas. Menurut asas Black nilai penurunan suhu yang dihasilkan dipengaruhi oleh massa air yang menyerap panas dari udara. Luas bidang permukaan menentukan kecepatan transfer panas sedangkan jumlah kalor yang dapat diserap tergantung perbandingan massa zat yang mengalami pencampuran suhu.



Gambar 2.1. Hubungan Antara Luas Permukaan Terhadap Koefisien Transfer Panas
Sumber : Dokumen Pribadi, November 2016



Gambar 2.2. Jumlah Kalor yang Dapat Diserap Tergantung Perbandingan Massa Fluida yang Mengalami Percampuran Suhu
Sumber : Dokumen Pribadi, November 2016

Jumlah butir kabut air yang dapat dihasilkan oleh 1 L air berbeda tergantung diameter butir namun jumlah kalor yang diterima dan dilepas (Q) tergantung jumlah massa butir kabut air yang dilepaskan ke udara. Massa setiap butir kabut air berbeda tergantung diameter butir yang dihasilkan namun massa total butiran yang dihasilkan oleh 1 L air sama meskipun jumlah butir berbeda. Jumlah butir kabut air berdiameter 20 μm dari total 1 L air lebih banyak dibanding dengan jumlah butir kabut air 40 μm -

dari 1 L air, meskipun demikian jumlah kalor yang diterima dan dilepaskan sama karena massa kedua-duanya sama.

Butir kabut air yang berdiameter lebih besar pada pengabutan tekanan rendah tidak mengurangi dampak penurunan suhu yang dapat dihasilkan. Memperbesar massa air akan memperbesar selisih antara suhu awal dan suhu akhir percampuran. Besarnya massa kabut air yang diproduksi untuk menaikkan nilai Q dalam satu satuan waktu dipengaruhi oleh kapasitas alir. Kapasitas alir menyatakan volume air yang dilepaskan ke udara dalam satu satuan waktu. Kapasitas alir yang besar akan menghasilkan massa kabut air yang besar. Kapasitas alir berbanding lurus terhadap waktu penurunan suhu. Kapasitas alir menyatakan massa kabut air yang dilepaskan ke udara per satu satuan waktu. Kapasitas alir yang lebih besar menghasilkan penurunan suhu yang lebih cepat hingga berakhir pada batas kemampuan udara menyerap uap air.

Kapasitas alir sistem pengabut air dipengaruhi oleh kapasitas alir pompa dan jumlah kepala semprot yang digunakan. Kapasitas alir pompa tidak menyatakan bobot tekanan namun dapat dipengaruhi oleh bobot tekanan, meskipun demikian bobot tekanan yang dibutuhkan untuk menghasilkan kabut air memiliki batas minimal. Bobot tekanan minimal yang dibutuhkan untuk menghasilkan kabut air yaitu 35 psi. Mulut kepala semprot berdiameter lebih kecil menghasilkan butir kabut air berdiameter lebih kecil dan memproduksi jumlah butir kabut yang lebih banyak dibanding mulut kepala semprot berdiameter lebih besar, meskipun demikian namun volume air yang dialirkan sama.

2.3.3. Sistem pengabutan air tekanan rendah

Berbagai usaha pengkondisian suhu ruangan dapat dilakukan dengan memahami teori konveksi suhu. Usaha yang dapat dilakukan misalnya dengan cara menurunkan suhu luar ruangan. Suhu ruangan dapat dipertahankan dengan cara menurunkan suhu di sekitar bangunan, penurunan suhu luar ruangan dapat mengurangi laju rambatan panas ke dalam ruangan. Suhu luar ruangan bersifat merata dalam zona iklim regional. Zona iklim regional merupakan sebuah cakupan kawasan yang sangat luas sehingga sulit didinginkan dengan menggunakan sistem pengkondisian udara buatan. Angin akan membawa pergi udara yang telah didinginkan dan menjadi kendala bagi pengkondisian udara luar ruangan dengan menggunakan sistem pengabutan air skala kecil. Sistem pendinginan luar ruangan akan menghasilkan penurunan suhu yang lebih baik di lingkungan semi tertutup karena ruang semi tertutup menghambat pergerakan angin. Ruang semi tertutup menghambat pergerakan angin sehingga udara yang telah didinginkan tidak terbawa pergi.

Aplikasi sistem pengabut air untuk penurunan suhu lingkungan perkotaan dapat dilakukan dengan memanfaatkan pola ruang perkotaan. Lingkungan fisik kota seringkali membentuk jalan lurus yang panjang disertai dengan barisan gedung tinggi di kiri dan kanan jalan. Barisan gedung tinggi membentuk ruang tertutup bagi pergerakan udara sehingga udara hanya dapat bergerak menurut ruang linear yang tersedia. Kecepatan angin di lingkungan kota Yogyakarta berkisar 0,5 m/dtk. Kecepatan 0,5 m/dtk mencapai jarak 500 m dalam waktu 16.40 mnt.

Sistem pengabutan air dapat menjadi solusi pengkondisian udara hemat energi dan ramah lingkungan dalam menanggapi fenomena pemanasan lingkungan perkotaan. Penghematan energi dapat ditingkatkan dengan menggunakan sistem pengabutan air tekanan rendah. Butir kabut air yang berdiameter lebih besar pada pengabutan tekanan rendah tidak mengurangi dampak penurunan suhu yang dapat dihasilkan. Pengujian terhadap butir kabut air berdiameter 16 μm dan 32 μm tidak menghasilkan selisih rentang waktu penguapan yang signifikan. Efek basah pada pengabutan tekanan rendah dapat dikendalikan dengan pengaturan ketinggian penyemprotan menurut jarak efektif penguapan kabut air.

Penelitian mengenai efektifitas sistem pengabutan air tekanan rendah di iklim tropis lembab perlu dilakukan sehubungan dengan efisiensi biaya instalasi dan biaya energi operasional. Hasil penelitian dapat berupa nilai penurunan suhu dan nilai peningkatan kelembaban dalam batas tekanan pompa 110 psi dan penggunaan energi 12 volt. Penelitian dapat dilakukan dengan menggunakan simulasi nyata, penelitian yang akan dilakukan juga mempelajari sejauh mana keterlibatan angin pada aplikasi pengabutan air