

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data

4.1.1 Data Hasil Pengujian

Setelah dilakukan penelitian, didapatkan data-data pada tiap variasi sudut semprotan air, berupa :

- a. Temperatur air masuk *cooling tower*, ($T_{w\ in}$)
- b. Temperatur air keluar *cooling tower*, ($T_{w\ out}$)
- c. Temperatur bola kering udara masuk *cooling tower*, (T_1)
- d. Temperatur bola basah udara masuk *cooling tower*, (T_2)
- e. Temperatur bola kering udara keluar *cooling tower*, (T_3)
- f. Temperatur bola basah udara keluar *cooling tower*, (T_4)

Tabel 4.1 Tabel hasil pengambilan data

Q (liter/detik)	Sudut semprotan air (°)	$T_{w\ in}$ (°C)	$T_{w\ out}$ (°C)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	T_3 (°C)	T_4 (°C)
12	70	50	40	26	23	31	26
	80	50	38	24	21	31	29
	90	50	37	28	26	29	27
14	70	50	38,5	26	24	34	28
	80	50	37,5	29	27	29	27
	90	50	36	28	26	31	28
16	70	50	38	30	28	34	30
	80	50	37	29	27	29	27
	90	50	35	26	24	32	25

Kelembaban relatif lingkungan = 74%

Temperatur lingkungan = 27°C

4.1.2 Contoh Perhitungan Data

Perhitungan data dilakukan untuk mencari parameter-parameter yang diperlukan untuk menentukan nilai dari laju perpindahan kalor, efektivitas (*effectiveness*) *cooling tower*, dan *number of transfer unit* (NTU).

Data hasil pengamatan *cooling tower* dengan variasi sudut semprotan air 70° dan debit udara masuk 12 liter/detik :

- a. Temperatur air masuk, $T_{w_{in}} : 50^\circ\text{C}$
- b. Temperatur air keluar, $T_{w_{out}} : 40^\circ\text{C}$
- c. Temperatur bola kering udara masuk, $T_1 : 26^\circ\text{C}$
- d. Temperatur bola basah udara masuk, $T_2 : 23^\circ\text{C}$
- e. Temperatur bola kering udara keluar, $T_3 : 31^\circ\text{C}$
- f. Temperatur bola basah udara keluar, $T_4 : 26^\circ\text{C}$
- g. Temperatur lingkungan : 27°C

1. Perhitungan sifat-sifat udara masuk

1. Perhitungan sifat-sifat udara masuk

- Kelembaban relatif (Φ_{in})

Dari diagram psikrometri pada $T_1 : 26^\circ\text{C}$ dan $T_2 : 23^\circ\text{C}$ didapatkan harga kelembaban relatif, $\Phi_{in} : 78\%$ atau 0,78

- Kelembaban absolut (ω_{in})

Kelembaban absolut adalah perbandingan massa uap air dengan massa udara kering, yang dapat dihitung dengan

$$\omega_{in} = 0,622 \frac{p_v}{(p - p_v)}$$

Sedangkan $p_{v_{in}}$ adalah tekanan parsial uap air, yang didapat dari

$$p_v = \Phi_{in} \cdot p_{g_{in}}$$

Pada tabel sifat uap air pada temperatur 26°C , didapat nilai $p_{g_{in}}$ sebesar 3,3609 kPa, sehingga

$$p_v = 0,78 \cdot 3,3609$$

$$p_v = 2,621502 \text{ kPa}$$

jadi

$$\omega_{in} = 0,622 \frac{2,621502}{101,3 - 2,621502}$$

$$\omega_{in} = 0.016524108 \text{ kg uap/kg udara kering}$$

- Laju aliran udara lembab masuk ($\dot{m}_{moist in}$)

Pertama kali dihitung dari tabel lembab udara pada temperatur 26°C didapatkan volume spesifik, $v : 0,8763 \text{ m}^3/\text{kg}$

$$\text{Sehingga dapat diketahui } \rho_{udara} = \frac{1}{v} = \frac{1}{0,8763} = 1,141161703 \text{ kg/m}^3$$

luas penampang $A_u = 2,025 \times 10^{-3} \text{ m}^2$, dan kecepatan udara masuk adalah 5,92 m/s

$$\dot{m}_{moist\ in} = \rho \cdot v \cdot A_u$$

$$\begin{aligned}\dot{m}_{moist\ in} &= 1,141161703 \times 5,92 \times 2,025 \cdot 10^{-3} \\ &= 0,013680246 \text{ kg/s}\end{aligned}$$

- Laju uap air dalam udara ($\dot{m}_{v.in}$)

$$\dot{m}_{v.in} = \frac{\dot{m}_{moist.air}}{\left(\frac{1}{\omega_{in}}\right)+1}$$

$$\begin{aligned}\dot{m}_{v.in} &= \frac{0,013680246}{\left(\frac{1}{0,016524108}\right)+1} \\ &= 0,0002223792437 \text{ kg/s}\end{aligned}$$

dengan kandungan energi sebesar $h_{v\ in} = 2549,1 \text{ kJ/kg}$

$$\begin{aligned}h_{air\ in} &= c_p \cdot T_1 + \omega_{in} \cdot h_{v\ in} \\ &= 1 \cdot 26 + 0,016524108 \cdot 2549,1 \\ &= 68,1216037 \text{ kJ/kg}\end{aligned}$$

- Laju aliran massa udara kering ($\dot{m}_{dry\ air}$)

$$\begin{aligned}\dot{m}_{dry\ air} &= \dot{m}_{moist\ in} - \dot{m}_{v\ in} \\ &= 0,013680246 - 0,0002223792437 \\ &= 0,013457866 \text{ kg/s}\end{aligned}$$

2. Perhitungan sifat-sifat udara keluar

- Kelembaban relatif (Φ_{out})

Dari diagram psikrometri pada $T_3 : 31^{\circ}\text{C}$ dan $T_4 : 26^{\circ}\text{C}$ didapatkan harga kelembaban relatif, $\Phi_{out} : 68\%$ atau 0,68

- Kelembaban absolut (ω_{out})

$$\omega_{out} = 0,622 \frac{p_v}{(p - p_v)}$$

p_v didapat dari,

$$p_v = \Phi_{out} \cdot p_{g\ out}$$

Dari tabel sifat-sifat uap jenuh pada temperatur 31°C , dengan interpolasi diperoleh harga

$$p_{g\ out} = 4,497 \text{ kPa, sehingga}$$

$$\begin{aligned}p_v &= \Phi_{out} \cdot p_{g\ out} \\ &= 0,68 \cdot 4,497 \\ &= 3,05796 \text{ kPa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } \omega_{\text{out}} &= 0,622 \frac{3,05796}{(101,3 - 3,05796)} \\ &= 0,0193546 \text{ kg uap/ kg udara kering} \end{aligned}$$

Dari tabel sifat-sifat uap jenuh pada temperatur 31°C , dengan interpolasi didapatkan harga entalpi uap air sebesar $2558,2 \text{ kJ/kg}$ dengan kandungan entalpi

$$\begin{aligned} h_{\text{air out}} &= c_p \cdot T_3 + \omega_{\text{out}} \cdot h_{v \text{ out}} \\ &= 1 \cdot 31 + 0,0193546 \cdot 2558,2 \\ &= 80,51293856 \text{ kJ/kg} \end{aligned}$$

- Laju aliran uap keluar ($\dot{m}_{v \text{ out}}$)

$$\begin{aligned} \dot{m}_{v \text{ out}} &= \omega_{\text{out}} \cdot \dot{m}_{\text{dry air}} \\ &= 0,0193609 \cdot 0,01326045335 \\ &= 0,00025665060 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

- Laju Penguapan ($\dot{m}_{\text{evaporation}}$)

Selisih dari nilai massa uap keluar ($\dot{m}_{v \text{ out}}$) dengan uap masuk ($\dot{m}_{v \text{ in}}$) merupakan laju penguapan yang nilainya sebesar

$$\begin{aligned} \dot{m}_{\text{evaporation}} &= \dot{m}_{v \text{ out}} - \dot{m}_{v \text{ in}} \\ &= 0,00025665060 - 0,000223792437 \\ &= 0,0000342713563 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

- Laju aliran udara lembab keluar ($\dot{m}_{\text{moist out}}$)

Merupakan penjumlahan laju udara lembab masuk ($\dot{m}_{\text{moist in}}$) dan laju penguapan ($\dot{m}_{\text{evaporation}}$)

$$\begin{aligned} \dot{m}_{\text{moist out}} &= \dot{m}_{\text{moist in}} + \dot{m}_{\text{evaporation}} \\ &= 0,013680246 + 0,0000342713563 \\ &= 0,0137145173563 \end{aligned}$$

3. Perhitungan sifat-sifat air

- Laju aliran air masuk ($\dot{m}_{w \text{ in}}$)

Debit air masuk = $0,025 \text{ liter/s}$

$$\dot{m}_{w \text{ in}} = 0,025 \text{ kg/s}$$

dengan entalpi ($h_{w \text{ in}}$) pada temperatur 50°C sebesar $209,26 \text{ kJ/kg}$

- Laju aliran air keluar ($\dot{m}_{w \text{ out}}$)

Didapat dari laju aliran massa air masuk ($\dot{m}_{w in}$) dikurangi besarnya laju penguapan ($\dot{m}_{evaporation}$) yaitu

$$\begin{aligned}\dot{m}_{w out} &= \dot{m}_{w in} - \dot{m}_{evaporation} \\ &= 0,025 - 0,0000342713563 \\ &= 0,02496572864 \text{ kg/s}\end{aligned}$$

Pada temperatur air keluar *cooling tower* ($T_{w out}$) = 40°C memiliki nilai entalpi sebesar, $h_{w out} = 167,45 \text{ kJ/kg}$

4. Nilai kalor yang dilepas oleh air (q_{out})

$$\begin{aligned}q_{out} &= (\dot{m}_{w in} \cdot h_{w in}) - (\dot{m}_{w out} \cdot h_{w out}) \\ &= (0,025 \cdot 209,26) - (0,02496572864 \cdot 167,45) \\ &= 1,0509888 \text{ kg/s}\end{aligned}$$

5. Nilai kalor maksimum yang mungkin dilepas (q_{max})

Kalor maksimum yang mungkin dilepas *cooling tower* akan mencapai maksimum bila temperatur air keluar ($T_{w out}$) sama dengan temperatur bola basah udara masuk (T_2). Pada temperatur 23 °C, setelah di interpolasi air yang keluar dari *cooling tower* mempunyai kandungan energi sebesar $h_{w wb} = 96,41 \text{ kJ/kg}$.

$$\begin{aligned}\text{Jadi } q_{max} &= (\dot{m}_{w in} \cdot h_{w in}) - (\dot{m}_{w out} \cdot h_{w wb}) \\ &= (0,025 \cdot 209,26) - (0,02496572864 \cdot 96,41) \\ &= 2,824554101 \text{ kJ/s}\end{aligned}$$

6. Efektifitas/*Effectiveness* (ϵ)

Effectiveness merupakan perbandingan antara kalor aktual yang dilepas *cooling tower* dengan kalor maksimum yang mungkin dapat dilepas *cooling tower*, adalah

$$\begin{aligned}\epsilon &= \frac{q_{out}}{q_{max}} \\ \epsilon &= \frac{1,0509888}{2,824554101} \\ &= 0,3720901644\end{aligned}$$

7. *Number of Transfer Unit* (NTU)

$$NTU = - \frac{\ln \left(\frac{1-\epsilon}{1-\epsilon m^*} \right)}{1-m^*}$$

$$m^* \text{ dicari dari persamaan, } m^* = \frac{\dot{m}_{moist.in}}{\dot{m}_{moist.out}} \cdot \frac{C_s}{C_p}$$

dan C_s merupakan kalor spesifik standar yaitu perbandingan Δh dengan ΔT aktual

$$C_s = \frac{hw_{in} - hw_{out}}{T_{wi} - T_{wo}}$$

$$C_s = \frac{209,26 - 167,45}{50 - 40}$$

$$= 4,181 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$$

$$m^* = \frac{0,013680246}{0,0137145173563} \cdot \frac{4,181}{4,18}$$

$$= 0,9975010891$$

Jadi

$$NTU = - \frac{\ln \left(\frac{1 - 0,3720901644}{1 - 0,3720901644 \cdot 0,9975010891} \right)}{1 - 0,9975010891}$$

$$NTU = 0,592146975$$

4.1.3 Hasil Pengolahan Data

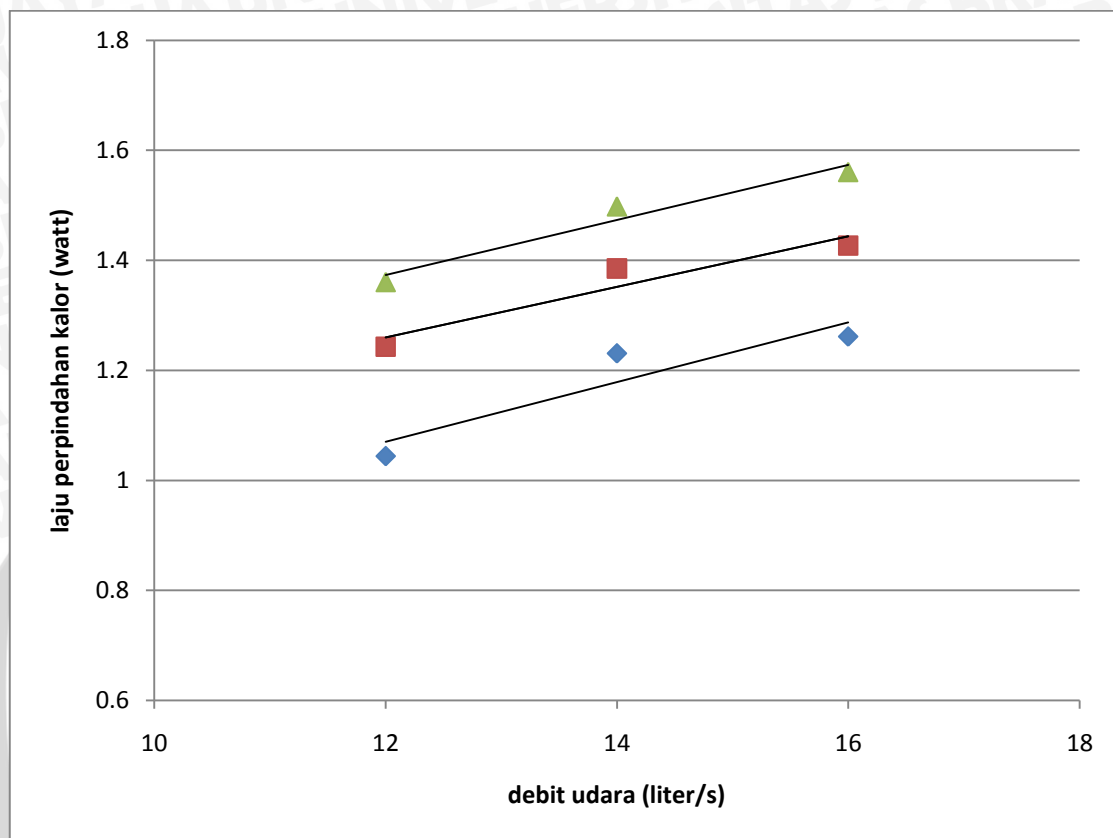
Hasil pengolahan data akan di tampilkan dalam bentuk tabel 4.2 berikut ini

Tabel 4.2 : Tabel Hasil Pengolahan Data

Q (liter/detik)	Sudut semprotan air (°)	q out(kJ/s)	q out (Watt)	q max(kJ/s)	Effectiveness	NTU
12	70	1,0509888	1050,9888	2,824554101	0,3720901644	0,592146975
	80	1.27311691	1273.11691	3.052635161	0.427057505	0.619658686
	90	1.360549033	1360.549033	2.510244949	0.501998514	0.942640587
14	70	1.23076104	1230.76104	2.724120985	0.451801167	0.998567424
	80	1.305148781	1305.148781	2.409466306	0.541675465	1.023498536
	90	1.468229865	1468.229865	2.511529977	0.584595795	1.133675389
16	70	1.261309623	1261.309623	2.303955634	0.547453954	1.039005149
	80	1.35765289	1357.789345	2.409641897	0.563304276	1.099823639
	90	1.560743054	1560.743054	2.712112437	0.595471368	1.185273121

4.2 Pembahasan Grafik

4.2.1 Grafik Pengaruh Sudut Semprotan Air dan Debit Udara Masuk terhadap Laju Perpindahan Kalor *Cooling Tower*



Gambar 4.1 Grafik pengaruh sudut semprotan air dan debit udara masuk terhadap laju perpindahan kalor *cooling tower*

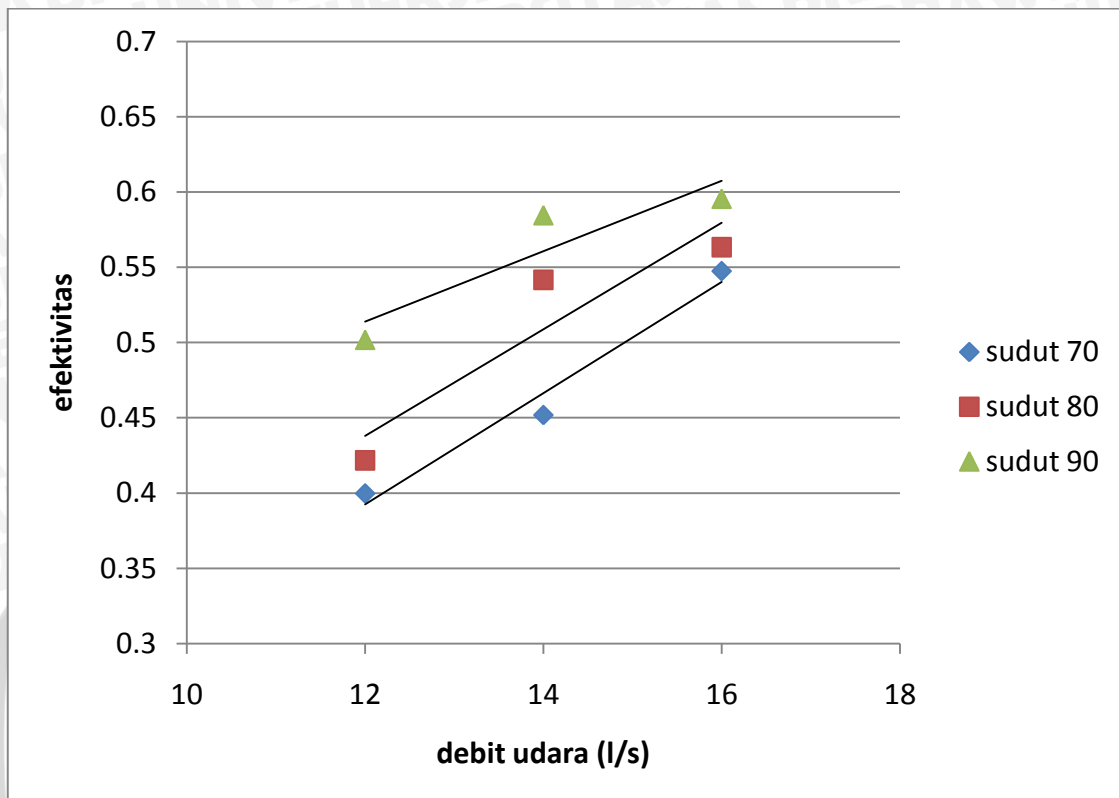
Hubungan antara variasi sudut semprotan air dan debit udara masuk *cooling tower* terhadap laju perpindahan kalor *cooling tower* tersaji dalam gambar 4.1. Sumbu absis menyatakan debit udara masuk *cooling tower* dan sumbu ordinatnya menyatakan laju perpindahan kalor dari *cooling tower*. Dari gambar 4.1 dapat diketahui bahwa hubungan antara debit udara masuk dan sudut semprotan air terhadap laju perpindahan kalor yaitu semakin besar sudut semprotan air pada debit yang sama maka nilai laju perpindahan kalor juga semakin besar. Nilai laju perpindahan kalor terkecil terjadi pada debit udara masuk *cooling tower* 12 liter/detik dengan menggunakan sudut semprotan air 70° yaitu 1,050 kJ/s atau 1050,98Watt. Sedangkan pada debit yang sama dengan variasi sudut semprotan air 80° mengalami peningkatan laju perpindahan kalor, yaitu sebesar 1.273 kJ/detik atau 1273.116 Watt dan 1.360 kJ/detik atau 1360.549 Watt pada variasi sudut semprotan air 90° . Nilai laju perpindahan kalor tertinggi terjadi pada debit

udara masuk 16 liter/detik dengan variasi sudut semprotan air 90° yaitu sebesar 1.560 kJ/detik atau 1560.743Watt.

Peningkatan laju perpindahan kalor juga sebanding dengan kenaikan variasi debit udara masuk *cooling tower*. Pada gambar 4.1 di atas dapat dilihat bahwa pada variasi sudut semprotan air masuk *cooling tower* yang sama, semakin tinggi debit udara masuk *cooling tower* maka laju perpindahan kalor juga semakin tinggi.

Pada gambar 4.1 di atas dapat dilihat bahwa pada variasi debit udara masuk *cooling tower* yang sama terdapat kecenderungan peningkatan laju perpindahan kalor *cooling tower* pada setiap variasi sudut semprotan air, hal ini disebabkan penggunaan sudut semprotan air dengan variasi yang berbeda akan membuat total luasan kontak antara air panas dan udara masuk *cooling tower* juga berbeda. Selain itu, semakin besar variasi sudut semprotan air, maka jarak lintasan air juga semakin jauh sehingga tenggang waktu antara air panas disemprotkan hingga keluar *cooling tower* juga semakin lama. Hal ini memungkinkan proses perpindahan kalor antara air panas dan udara masuk *cooling tower* yang lebih lama karena semakin banyak kalor yang dilepas oleh air panas, sehingga temperatur air keluar *cooling tower* semakin rendah. Jumlah kalor yang dilepas oleh air sebanding dengan jumlah kalor yang diserap oleh udara. Semakin banyak kalor yang dilepas oleh air maka semakin banyak pula kalor yang diserap oleh udara. Laju perpindahan kalor akan sebanding dengan perbedaan temperatur air masuk dengan temperatur air keluar *cooling tower*, sesuai dengan persamaan $q = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T$. Dengan perbedaan temperatur besar pula menyebabkan laju perpindahan kalor semakin tinggi. Dapat diketahui dari grafik bahwa nilai laju perpindahan kalor paling tinggi terjadi pada variasi sudut semprotan air 90° dengan debit udara masuk *cooling tower* 16 liter/detik sebesar 1.560 kJ/detik atau 1560.743Watt.

4.2.2 Grafik Pengaruh Sudut Semprotan Air dan Debit Udara Masuk terhadap Efektivitas (*Effectiveness*) *Cooling Tower*



Gambar 4.2 Grafik pengaruh sudut semprotan air dan debit udara masuk terhadap efektivitas (*effectiveness*) *cooling tower*

Hubungan antara variasi sudut semprotan air dan debit udara masuk *cooling tower* terhadap efektivitas *cooling tower* tersaji dalam gambar 4.2. Sumbu absis menyatakan debit udara masuk *cooling tower* dan sumbu ordinatnya menyatakan efektivitas atau *effectiveness* dari *cooling tower*. Pada gambar 4.2 dapat diketahui bahwa pada debit udara masuk *cooling tower* dari 12 liter/detik hingga 16 liter/detik, efektivitas (*effectiveness*) cenderung meningkat untuk tiap variasi sudut semprotan air..

Dari gambar 4.2 terlihat bahwa *effectiveness* terkecil terjadi pada debit udara masuk 12 liter/detik pada variasi sudut semprotan air 70° yaitu sebesar 0,372. Pada debit yang sama dengan menggunakan variasi sudut semprotan air 80°, *effectiveness* meningkat menjadi 0.427 dan menjadi 0.501 pada variasi sudut semprotan air 90°. *Effectiveness* paling tinggi terjadi pada debit udara masuk *cooling tower* 16 liter/detik dengan variasi sudut semprotan air 90° yaitu sebesar 0.595. Peningkatan nilai *effectiveness* ini menunjukkan bahwa penggunaan sudut semprotan air yang berbeda memberikan pengaruh pada *effectiveness cooling tower* itu sendiri.

Pada gambar 4.2 di atas dapat dilihat bahwa pada variasi debit udara masuk *cooling tower* yang sama terdapat kecenderungan peningkatan laju perpindahan kalor *cooling tower* pada setiap variasi sudut semprotan air, hal ini disebabkan penggunaan sudut semprotan air dengan variasi yang berbeda akan membuat total luasan kontak antara air panas dan udara masuk *cooling tower* juga berbeda. Selain itu, semakin besar variasi sudut semprotan air, maka jarak lintasan air juga semakin jauh sehingga tenggang waktu antara air panas disemprotkan hingga keluar *cooling tower* juga semakin lama. Hal ini memungkinkan proses perpindahan kalor antara air panas dan udara masuk *cooling tower* yang lebih lama karena semakin banyak kalor yang dilepas oleh air panas, sehingga temperatur air keluar *cooling tower* semakin rendah. Oleh karena itu, semakin tinggi nilai dari laju perpindahan kalor, maka semakin tinggi pula nilai *effectiveness*. Hal ini sesuai dengan persamaan,

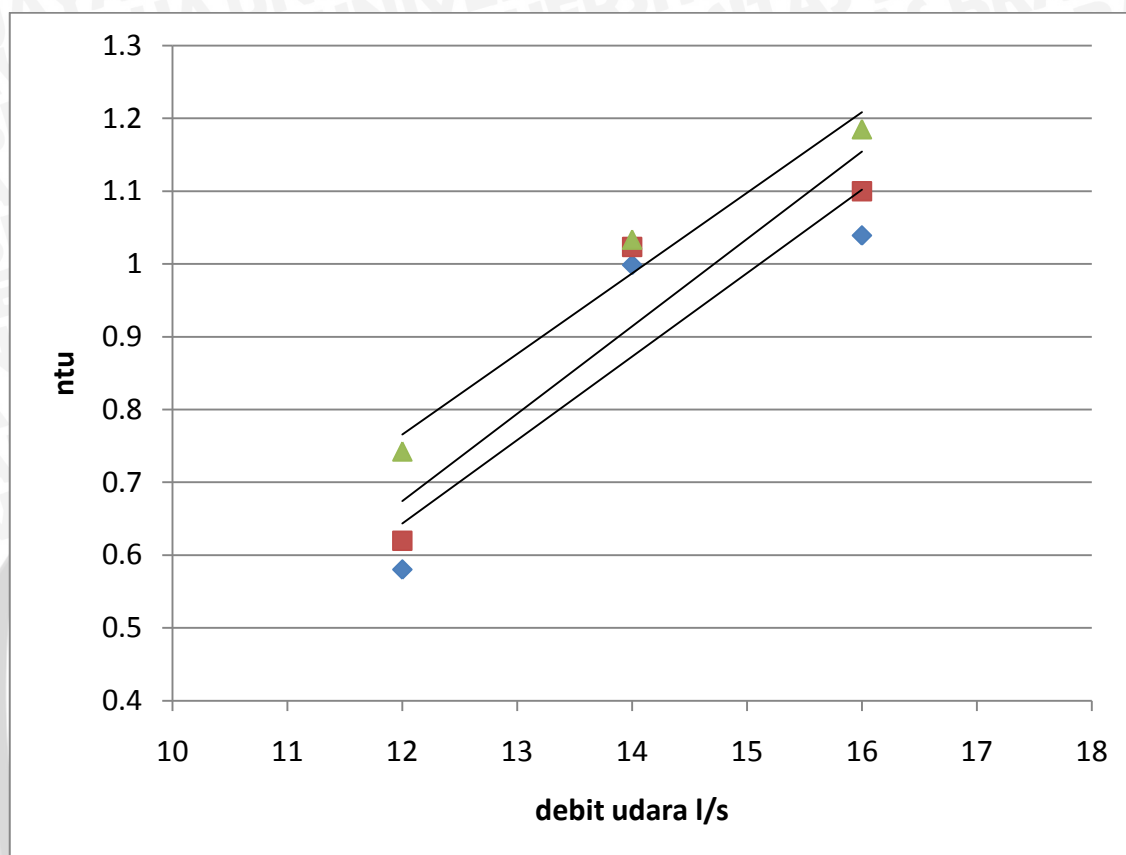
$$\varepsilon = \frac{Q_{out}}{Q_{max}} \quad (\text{Holman, 1994: 498}) \quad (4-1)$$

Peningkatan nilai *effectiveness* juga sebanding dengan kenaikan variasi debit udara masuk *cooling tower*. Pada gambar 4.2 di atas dapat dilihat bahwa pada variasi sudut semprotan air masuk *cooling tower* yang sama, semakin tinggi debit udara masuk *cooling tower* maka laju perpindahan kalor juga semakin tinggi. Hal ini terjadi karena semakin tinggi debit udara masuk *cooling tower*, maka perbandingan laju massa alir antara air dan udara yang masuk *cooling tower* semakin kecil, sehingga laju perpindahan kalor semakin besar, karena semakin banyak udara yang tergantikan oleh udara yang baru maka semakin banyak pula kalor yang dilepas ke atmosfer (q_{out}). Sehingga semakin besar laju perpindahan kalor, maka nilai *effectiveness* juga semakin besar. Hal ini juga sesuai dengan persamaan,

$$\varepsilon = \frac{Q_{out}}{Q_{max}} \quad (\text{Holman, 1994: 498}) \quad (4-1)$$

semakin besar kalor aktual yang dilepas *cooling tower* maka semakin meningkat pula *effectiveness* dari *cooling tower*.

4.2.3 Grafik Pengaruh Sudut Semprotan Air dan Debit Udara Masuk terhadap *Number of Transfer Unit (NTU)*



Gambar 4.3 Grafik pengaruh sudut semprotan air dan debit udara masuk terhadap *number of transfer unit (NTU) cooling tower*

Hubungan antara variasi sudut semprotan air dan debit udara masuk cooling tower terhadap *NTU cooling tower* tersaji dalam gambar 4.3. Sumbu absis menyatakan debit udara masuk *cooling tower* dan sumbu ordinatnya menyatakan *NTU* dari *cooling tower*. Dari grafik diatas menunjukkan pada variasi sudut semprotan air yang sama, maka nilai *Number of Transfer Unit (NTU) cooling tower* semakin besar seiring dengan bertambahnya debit udara masuk *cooling tower*. Nilai *Number of Transfer Unit (NTU)* terkecil terjadi pada debit udara masuk 12 liter/detik dan akan meningkat seiring dengan bertambahnya debit udara masuk hingga debit 16 liter/detik pada tiap variasi sudut semprotan air yang sama. Pada variasi sudut semprotan air 70° nilai *Number of Transfer Unit (NTU)* yaitu 0,592 pada debit udara masuk 12 liter/detik dan meningkat hingga 1.039 pada debit udara masuk 16 liter/detik. hal ini terjadi karena semakin tinggi debit udara masuk menyebabkan kecepatan udara masuk *cooling tower* juga semakin tinggi. Dengan demikian perubahan kecepatan udara masuk *cooling tower*, maka bilangan

Reynolds maka semakin besar pula dan berdasarkan rumus $Nu = C Re_L^m Pr^n$, maka semakin besar bilangan *Reynolds* maka makin besar pula bilangan *Nusselt*. Semakin besar bilangan *Nusselt* maka koefisien perpindahan panas konveksi semakin besar.

Sedangkan *NTU* dirumuskan $NTU = \frac{U \cdot A}{m \cdot C_p}$. Dimana *U* merupakan koefisien

perpindahan kalor keseluruhan, yang mana $= \frac{1}{(1/h_i + 1/h_o)}$, sehingga semakin besar juga nilai *NTU* yang terjadi pada instalasi *cooling tower*.

Dari gambar 4.3 dapat diketahui bahwa hubungan antara debit udara masuk dan sudut semprotan air terhadap *Number of Transfer Unit (NTU)* yaitu semakin besar sudut semprotan air pada debit yang sama maka nilai *Number of Transfer Unit (NTU)* juga semakin besar. Nilai *Number of Transfer Unit (NTU)* terkecil terjadi pada debit udara masuk *cooling tower* 12 liter/detik dengan menggunakan sudut semprotan air 70° yaitu 0,592. Sedangkan pada debit yang sama dengan variasi sudut semprotan air 80° mengalami peningkatan nilai *Number of Transfer Unit (NTU)* yaitu sebesar 0.619 dan 0.942 pada variasi sudut semprotan air 90°. Nilai *Number of Transfer Unit (NTU)* tertinggi terjadi pada debit udara masuk 16 liter/detik dengan variasi sudut semprotan air 90° yaitu sebesar 1.185. Kecenderungan peningkatan *Number of Transfer Unit (NTU) cooling tower* pada setiap variasi sudut semprotan air ini disebabkan penggunaan sudut semprotan air dengan variasi yang berbeda akan membuat total luasan kontak antara air panas dan udara masuk *cooling tower* juga berbeda. Selain itu, semakin besar variasi sudut semprotan air, maka jarak lintasan air juga semakin jauh sehingga tenggang waktu antara air panas disemprotkan hingga keluar *cooling tower* juga semakin lama. Hal ini memungkinkan proses perpindahan kalor antara air panas dan udara masuk *cooling tower* yang lebih lama karena semakin banyak kalor yang dilepas oleh air panas, sehingga temperatur air keluar *cooling tower* semakin rendah. Oleh karena itu, semakin tinggi nilai dari laju perpindahan kalor, maka semakin tinggi pula nilai *effectiveness*. Sehingga akan memberikan pengaruh pula pada besaran nilai *NTU*,

yang mana $NTU = - \frac{\ln \left(\frac{1-\epsilon}{1-\epsilon m^*} \right)}{1-m^*}$ (Lu lu, 2000 : 3).

sehingga semakin tinggi *effectiveness* maka nilai *Number of Transfer Unit (NTU)* juga semakin tinggi.