

BAB IV

PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian

Data hasil pengujian *twin fluid atomizer* dengan variasi sudut saluran udara sebesar 30°, 60° dan 90° dapat dilihat pada tabel 4.1. Percepatan gravitasi (g) sebesar 9,81 m/s². Tekanan udara masuk nosel (P_{udara}) sebesar 1 kg/cm² dan tekanan tangki kompresor sebesar 18 psi. Data hasil pengujian berupa debit air (Q), tekanan air (P_{air}) dan sudut spray ditampilkan dalam bentuk tabel berikut ini :

Tabel 4.1 Data hasil pengujian

Q air (ml/s)	Tekanan air (kPa)			Sudut Spray (°)		
	30°	60°	90°	30°	60°	90°
0,5	101,01	102,97	105,91	13	11	10
1	101,99	106,89	108,85	14	12	11
1,5	106,89	110,81	112,77	14	13	12
2	109,83	115,72	116,70	15	13	13
2,5	112,77	116,70	117,68	17	15	13
3	115,72	117,68	119,64	18	16	15

4.2 Contoh Perhitungan Data

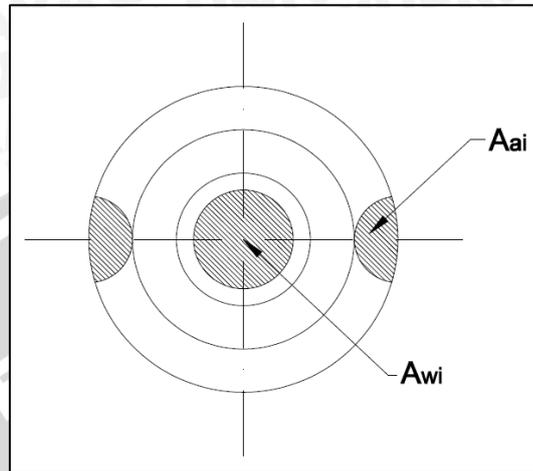
A. Data-data *twin fluid atomizer*

- Jari - jari saluran masuk air (r_{wi}) : 3,4 mm = 0,0034 m
- Jari - jari saluran masuk udara (r_{ai}) : 3 mm = 3 x 10⁻⁴ m
- Panjang total *mixing chamber* : 25 mm = 0,025 m
- Jari - jari *orifice* (r_o) : 0,5 mm = 5 x 10⁻⁴ m
- Sudut masuk saluran udara 1 : 30°
- Sudut masuk saluran udara 2 : 60°
- Sudut masuk saluran udara 3 : 90°
- Densitas air : 998 kg/m³



B. Contoh Perhitungan Data

Contoh perhitungan diambil dari data hasil percobaan pada *twin fluid atomizer* dengan variasi besar sudut 30° dan debit air 3 ml/s.



Gambar 4.1 : Penampang saluran masuk udara dan air pada *twin fluid atomizer*

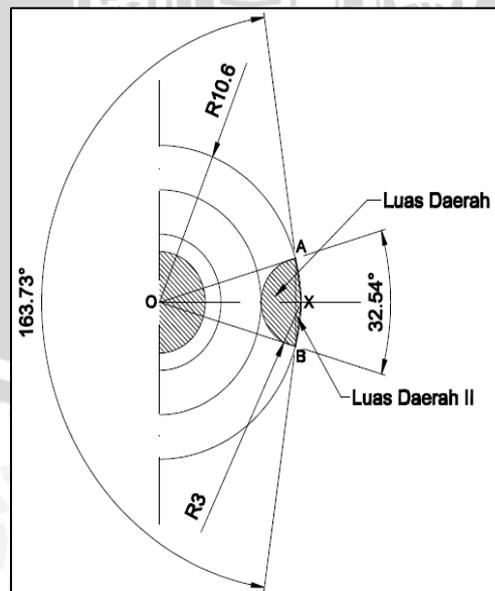
- Luas penampang saluran masuk air *twin fluid atomizer* (A_{wi})

$$A_{wi} = \frac{1}{2} \pi r_{wi}^2 \quad (\text{mm}^2)$$

Dimana:

D_{wi} = diameter saluran masuk udara *twin fluid atomizer* (mm)

$$A_{wi} = \frac{1}{2} \pi 3,4^2 = 36,29 \text{ mm}^2 = 3,629 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$



Gambar 4.2 : Penampang saluran masuk udara pada *twin fluid atomizer* (A_{ai})

- Luas penampang saluran masuk udara *twin fluid atomizer* (A_{ai})

$$A_{ai} = 2 \cdot (\text{Luas Daerah I} + \text{Luas Daerah II})$$

$$\text{➤ Luas Daerah I} = \text{Luas Tembereng I}$$

$$\text{Luas Tembereng I} = \text{Luas Juring AXB} - \text{Luas Segitiga AXB}$$

$$\text{Luas Juring AXB} = \frac{a^\circ}{360^\circ} \pi r_1^2 \quad (\text{mm}^2)$$

$$= \frac{163,73^\circ}{360^\circ} \pi 3^2$$

$$= 12,858 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas Segitiga AXB} = \frac{1}{2} r_1^2 \sin(a) \quad (\text{mm}^2)$$

$$= \frac{1}{2} 3^2 \sin(163,73^\circ)$$

$$= 1,26 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas Daerah I} = 12,858 \text{ mm}^2 - 1,26 \text{ mm}^2$$

$$= 11,598 \text{ mm}^2.$$

$$\text{➤ Luas Daerah II} = \text{Luas Tembereng II}$$

$$\text{Luas Tembereng II} = \text{Luas Juring AOB} - \text{Luas Segitiga AOB}$$

$$\text{Luas Juring AOB} = \frac{b^\circ}{360^\circ} \pi r_2^2 \quad (\text{mm}^2)$$

$$= \frac{32,54^\circ}{360^\circ} \pi 10,6^2$$

$$= 31,75 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas Segitiga AOB} = \frac{1}{2} r_2^2 \sin(a) \quad (\text{mm}^2)$$

$$= \frac{1}{2} 10,6^2 \sin(32,54^\circ)$$

$$= 30,34 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas Daerah II} = 31,75 \text{ mm}^2 - 30,34 \text{ mm}^2$$

$$= 1,41 \text{ mm}^2$$

$$A_{ai} = 2 \cdot (11,598 \text{ mm}^2 + 1,41 \text{ mm}^2)$$

$$= 26,016 \text{ mm}^2$$

$$= 2,602 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

Dimana :

r_1 = jari – jari lingkaran daerah I

r_2 = jari – jari lingkaran daerah II

a° = sudut segitiga AXB

b° = sudut segitiga AOB

- Luas *orifice twin fluid atomizer* (A_o)

$$A_o = \frac{1}{2} \pi r_o^2 \quad (\text{mm}^2)$$

Dimana:

d_o = diameter *orifice* (mm)

$$A_o = \frac{1}{2} \pi 0,5^2 = 0,785 \text{mm}^2 = 7,85 \times 10^{-7} \text{m}^2$$

- Kecepatan air disaluran air masuk *twin fluid atomizer* (V_{wi})

$$V_{wi} = \frac{Q_{air}}{A_{wi}} \quad (\text{m/s})$$

Dimana:

Q_r = debit air (m^3/s)

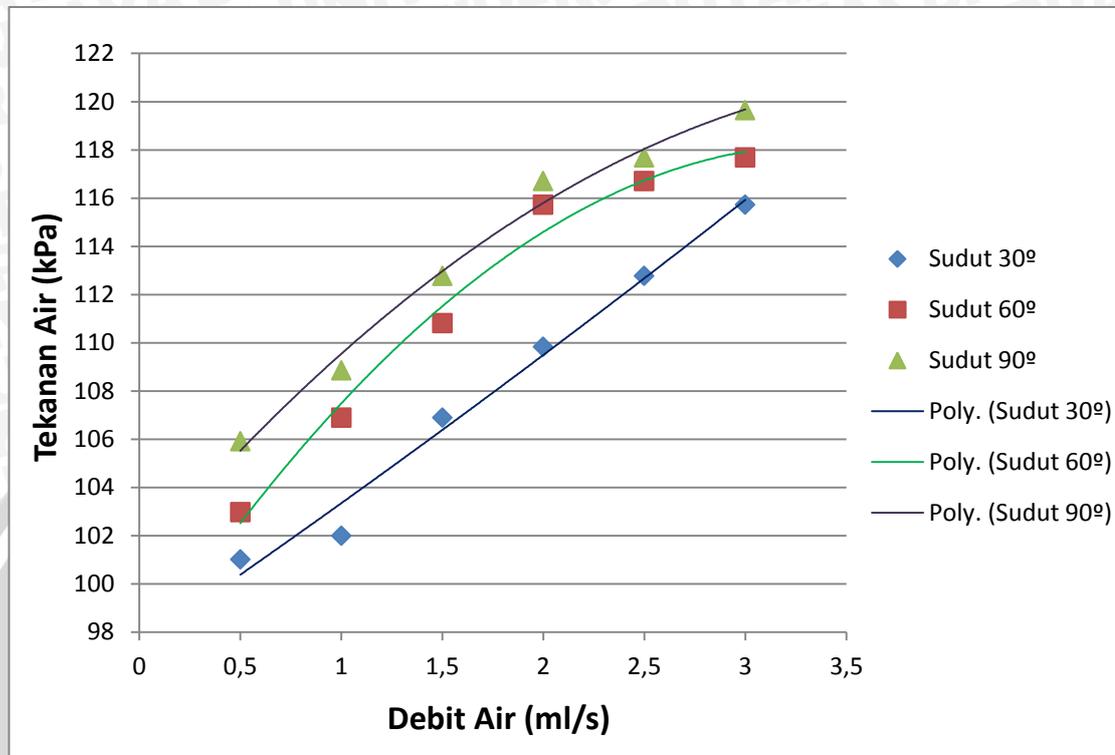
A_{wi} = luas penampang air masuk *twin fluid atomizer* (m^2)

$$V_{wi} = \frac{0,000003}{3,629 \times 10^{-5}} = 0,0827 \quad (\text{m/s})$$



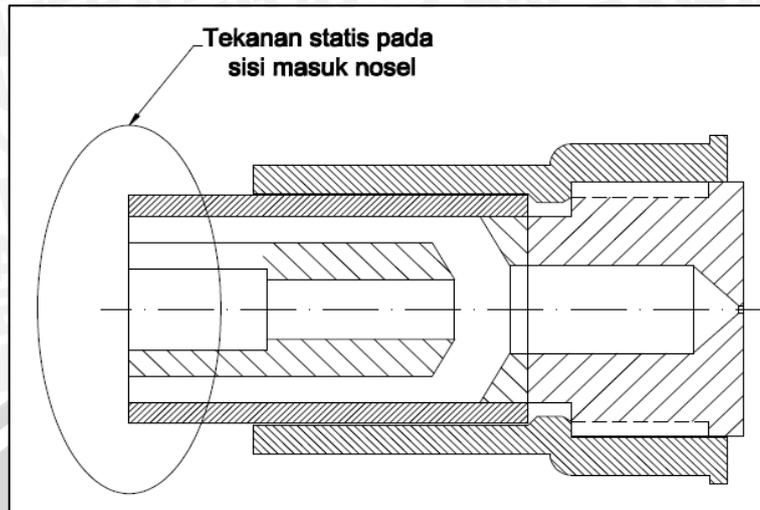
4.3 Analisa grafik

4.3.1 Grafik hubungan antara tekanan air masuk nosel dengan debit air



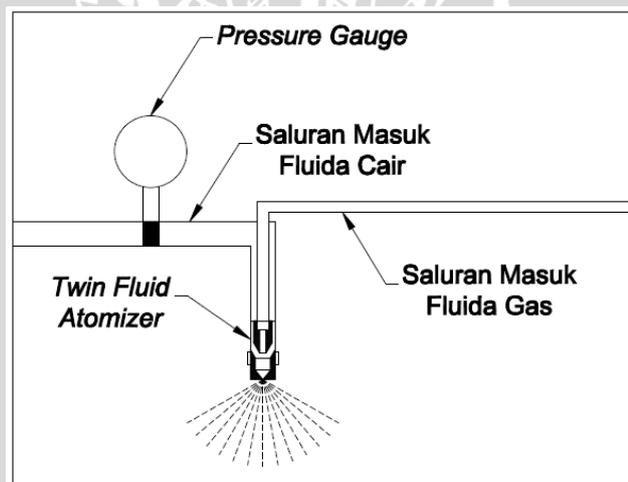
Gambar 4.3 : Grafik hubungan antara tekanan air masuk nosel dengan debit air

Pada grafik hubungan antara tekanan air masuk nosel dengan debit air masuk *twin fluid atomizer* pada variasi sudut saluran masuk udara yang berbeda dapat dilihat bahwa dengan seiring bertambahnya debit air, maka akan mempengaruhi tekanan air masuk pada *twin fluid atomizer*. Semakin besar debit air masuk maka tekanan air masuk pada *twin fluid atomizer* juga akan semakin besar. Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya debit air maka kecepatan air pada sisi masuk nosel juga akan semakin besar. *Losses* (kehilangan energi) yang terjadi pada aliran fluida sebanding dengan kuadrat kecepatan fluida. Sehingga semakin besar debit (kecepatan) air, maka *losses* yang dalam hal ini ditunjukkan dengan *pressure drop* pada aliran air akan semakin besar, sehingga semakin besar debit air maka tekanan statis pada sisi masuk nosel juga harus semakin besar, yang mana ditunjukkan pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 : Penampang sisi masuk nosel.

Besarnya nilai tekanan pada sisi masuk nosel akan terbaca pada *pressure gauge*, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 : Skema pembacaan nilai tekanan pada *pressure gauge*.

Hal tersebut sesuai dengan persamaan *Bernoulli* yang berkaitan dengan *losses* yaitu :

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2.g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2.g} + z_2 + H_l \quad (4.1)$$

Dimana :

- p = Tekanan statis (N/m²)
- γ = Berat jenis fluida (kg/m².s²)

v	= Kecepatan fluida	(m/s)
g	= Percepatan gravitasi bumi	= 9,81 m/s ²
z	= Elevasi	(m)
H_l	= <i>Head Losses</i>	(m)

Begitu juga dengan nilai *ALR* (*Air to Liquid Ratio*) atau rasio perbandingan antara laju alir massa fluida gas dengan laju alir massa fluida cair, dimana ketika debit fluida cair bertambah dan debit fluida gas tetap, maka laju alir massa fluida cair akan meningkat dan laju alir massa fluida gas akan tetap, sehingga nilai rasio perbandingan antara laju alir massa fluida gas dan laju alir massa fluida cair atau nilai *ALR*-nya akan semakin kecil. Hal ini sesuai dengan persamaan berikut :

$$\dot{m} = \rho_1 \cdot V_1 \cdot A_1 = \rho_1 \cdot Q_1 \quad (4.2)$$

$$\dot{m} = \rho_1 \cdot Q_1 \quad (4.3)$$

$$ALR = \frac{\dot{m}_{udara}}{\dot{m}_{air}} \quad (4.4)$$

Dimana :

\dot{m}	= Laju aliran massa	(Kg/s)
ρ	= Massa jenis fluida	(Kg/m ³)
V	= Kecepatan aliran	(m/s)
A	= Luas penampang aliran	(m ²)
Q	= Debit fluida	(m ³ /s)
ALR	= Rasio perbandingan laju alir massa fluida gas dan cair	

Pada grafik diatas juga terlihat adanya perubahan tekanan air masuk *twin fluid atomizer* pada variasi besar sudut 30°, 60° dan 90°. Pada saluran masuk udara dengan besar sudut 90° memiliki tekanan yang paling besar apabila dibandingkan dengan sudut 30° dan 60° pada debit aliran yang sama, dimana semakin besar variasi sudutnya, maka tekanan air masuk *twin fluid atomizer* juga akan semakin besar.

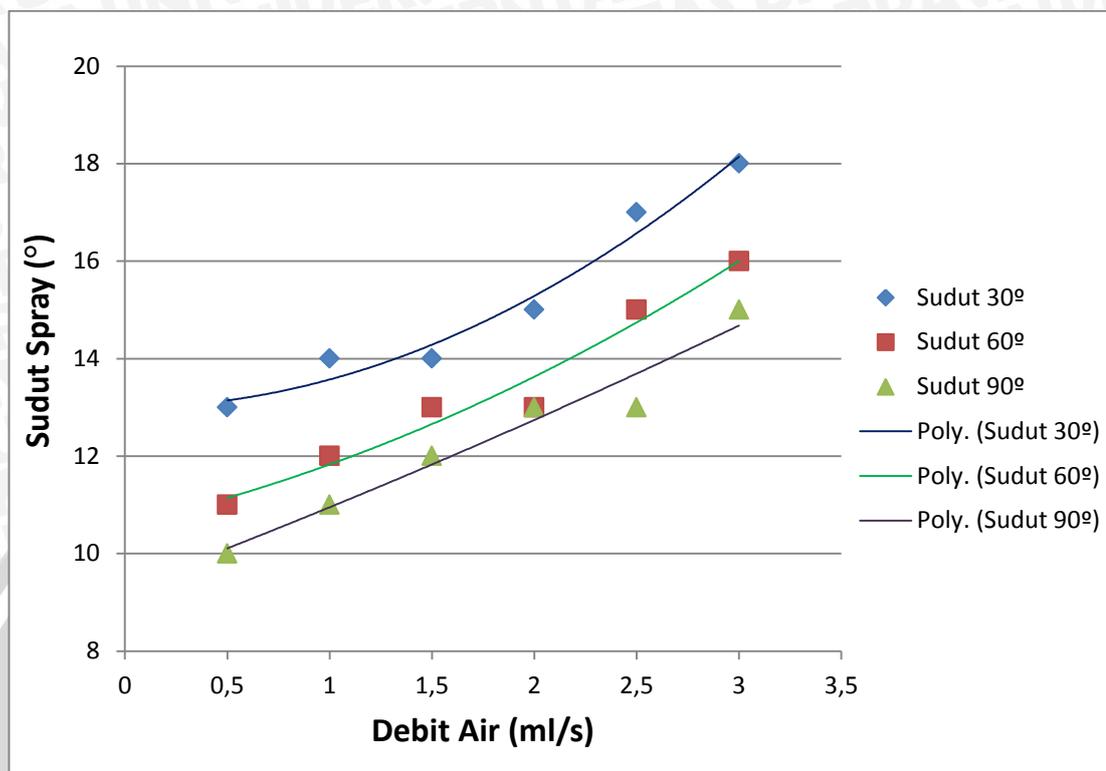
Hal ini menunjukkan bahwa kehilangan energi, dalam hal ini ditunjukkan dengan *pressure drop*, yang paling besar terjadi pada nosel dengan besar sudut

90°. Hal ini terjadi karena pada saluran masuk udara dengan sudut sebesar 90° memiliki geometri nosel yang menyebabkan aliran udara menghalangi aliran air menuju *mixing chamber*, sehingga *pressure drop* yang terjadi lebih besar dibandingkan dengan saluran masuk udara dengan sudut sebesar 60° dan 30°

Pada saluran masuk udara dengan sudut sebesar 60° dan 30°, geometri dari nosel menyebabkan aliran udara tidak terlalu menghalangi aliran air, sehingga *pressure drop* yang terjadi tidak sebesar pada saluran masuk udara dengan sudut sebesar 90°. Besarnya *pressure drop* dapat diestimasi dari persamaan Bernouli seperti disebutkan pada bagian sebelumnya. Fluida pada setiap nosel keluar pada tekanan atmosfer, sehingga pada debit (kecepatan) aliran yang sama, besarnya tekanan masuk secara tidak langsung menunjukkan besaran relatif dari kehilangan energi.



4.3.2 Grafik hubungan antara sudut *spray* dengan debit air



Gambar 4.6 : Grafik hubungan antara sudut *spray* dengan debit air

Pada grafik hubungan antara sudut *spray* dengan debit air masuk *twin fluid atomizer* diatas terlihat bahwa perubahan debit aliran air pada setiap variasi sudut saluran masuk udara akan mempengaruhi sudut *spray* yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer*, dimana pada setiap variasi dengan bertambahnya debit air masuk *twin fluid atomizer*, maka sudut *spray* yang dihasilkan juga akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi debit air maka komponen kecepatan dari fluida tersebut, yaitu kecepatan aksial dan kecepatan radial juga akan semakin meningkat, sehingga semakin besar pula sudut *spray* yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer*. Pada grafik diatas juga terlihat adanya perbedaan sudut *spray* yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer* pada variasi sudut saluran masuk udara 30°, 60°, dan 90°. Pada saluran masuk udara dengan besar sudut 30° menghasilkan sudut *spray* yang lebih besar apabila dibandingkan dengan saluran masuk udara dengan sudut 60° dan 90°.

Pada grafik 4.3 juga telah dijelaskan bahwa semakin besar variasi sudut saluran masuk udara, maka kehilangan energi (*pressure drop*) yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini juga mempengaruhi sudut *spray* yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer*. Pada saluran masuk udara dengan sudut 90° , kehilangan energi (*pressure drop*) yang terjadi lebih besar, sehingga energi yang tersisa tidak cukup mampu untuk mengganggu stabilitas fluida cair.

Seperti yang juga telah dijelaskan pada bab sebelumnya dimana geometri nosel dari saluran masuk udara dengan sudut sebesar 90° menyebabkan aliran udara menghalangi aliran air menuju *mixing chamber*, sehingga proses pencampuran antara fluida air dan udara dalam *mixing chamber* tidak dapat terjadi secara sempurna. Berbeda pada saluran masuk udara dengan sudut sebesar 60° dan 30° , dimana geometri dari nosel menyebabkan aliran udara tidak terlalu menghalangi aliran air dan arah aliran udara langsung menuju *mixing chamber*, sehingga proses pencampuran antara fluida air dan udara dalam *mixing chamber* dapat lebih sempurna. Akibatnya, sudut *spray* yang dihasilkan oleh saluran masuk udara dengan sudut 90° menjadi lebih kecil bila dibandingkan dengan sudut *spray* yang dihasilkan oleh saluran masuk udara dengan sudut 30° dan 60° pada debit air yang sama. Visualisasi hasil *spray* yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer* dapat dilihat pada gambar 4.7.





30°

60°

90°

(a)

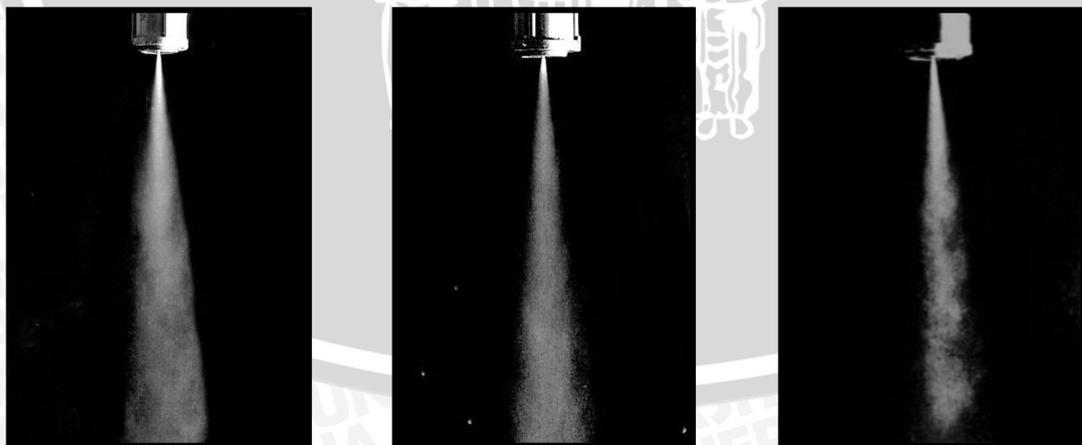


30°

60°

90°

(b)



30°

60°

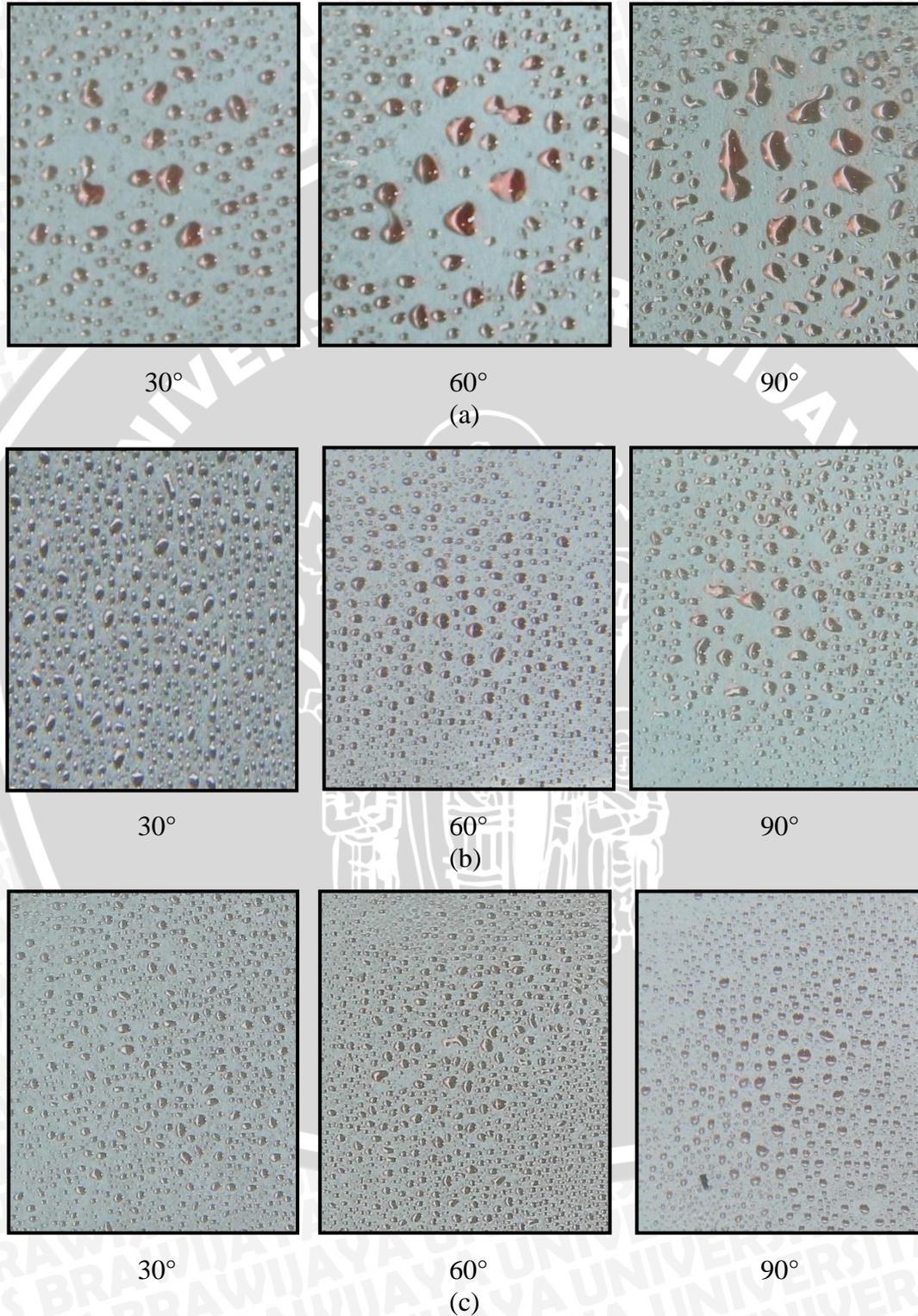
90°

(c)

Gambar 4.7 : Visualisasi *spray* dari *twin fluid atomizer* dengan variasi sudut saluran masuk udara 30°, 60° dan 90° pada debit (a) 3 ml/s, (b) 2 ml/s, (c) 1 ml/s

4.3.3 Hubungan antara debit air dengan ukuran *droplet*

Visualisasi dari *droplet* yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer* di tampilkan pada gambar 4.8 berikut :



Gambar 4.8 : Visualisasi *droplet* dari *twin fluid atomizer* dengan variasi sudut saluran masuk udara 30°, 60° dan 90° pada debit (a) 3 ml/s, (b) 2 ml/s, (c) 1 ml/s

Pada gambar 4.8 menunjukkan bahwa perubahan debit air masuk *twin fluid atomizer* akan mempengaruhi ukuran *droplet*, dimana semakin tinggi debit air masuk *twin fluid atomizer* maka ukuran *droplet* juga akan semakin besar. Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa *twin fluid atomizer* dengan variasi sudut saluran masuk udara sebesar 30° akan menghasilkan *droplet* yang paling kecil jika dibandingkan dengan *twin fluid atomizer* dengan variasi sudut saluran masuk udara sebesar 60° dan 90° . Hal ini terjadi karena pada *twin fluid atomizer* dengan variasi sudut saluran masuk udara sebesar 30° , sudut *spray* yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer* lebih besar apabila dibandingkan dengan *twin fluid atomizer* dengan variasi sudut saluran masuk udara sebesar 60° dan 90° , sehingga *droplet* yang dihasilkan juga lebih kecil.

Hal tersebut disebabkan karena gerakan fluida udara dan air pada *mixing chamber* akan menyebabkan fluida keluar dari *orifice* dalam bentuk *spray sheet* (lembaran tipis). Adanya tegangan permukaan dan gesekan yang terjadi dengan udara luar mengakibatkan *spray sheet* terpecah dan berubah bentuk menjadi ligamen yang selanjutnya terpecah dan berubah menjadi *droplet*. Semakin besar debit fluida (air) yang memasuki *twin fluid atomizer*, maka *spray sheet* yang keluar dari *orifice* akan semakin tebal dan panjang, kemudian *spray sheet* akan terpecah menjadi ligamen dengan ukuran yang relatif besar. Sehingga semakin besar debit fluida (air) maka *droplet* yang dihasilkan juga akan memiliki ukuran yang semakin besar. Begitu juga sebaliknya apabila debit fluida (air) yang memasuki *twin fluid atomizer* semakin kecil, maka *spray sheet* yang keluar dari *orifice* juga akan semakin tipis, sehingga *spray sheet* yang terbentuk akan semakin pendek dan menghasilkan *droplet* dengan ukuran yang lebih kecil. Pada debit fluida cair yang sama, sudut *spray* yang lebih besar memiliki *spray sheet* yang lebih tipis. Sehingga *spray* dengan sudut yang lebih besar memiliki ukuran *droplet* yang lebih kecil.

Untuk distribusi *droplet*-nya, pada *twin fluid atomizer* dengan saluran masuk udara bersudut 30° , 60° dan 90° , *spray* yang dihasilkan berbetuk *solid cone* dengan distribusi *droplet* yang tidak cukup merata. Hal ini terjadi karena *spray sheet* yang keluar dari *orifice* juga tidak begitu merata dimana *spray sheet*

yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer* ada yang tipis dan ada yang tebal. Sehingga *droplet* yang dihasilkan menjadi kecil dan besar dalam satu kali *spray* pada tiap *twin fluid atomizer* dengan variasi saluran masuk udara dengan besar sudut yang berbeda - beda.

