

Pengaruh Variasi Sudut Alur *Swirler* Saluran Udara terhadap Karakteristik *Spray* pada *Twin Fluid Atomizer*

Adimas Ashari Mahaputra Andromeda, Slamet Wahyudi dan Erwin Sulistyono

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jl. Mayjend Haryono No. 167, Malang, 65145, Indonesia

E-mail : adimas.andromeda@gmail.com

Abstract

This study aims to determine the effect of variations in swirler angle flow of air ducts on the characteristics of the twin fluid atomizer spray. Spray characteristics that was examined are angle spray, droplet size and droplet distribution. Twin fluid atomizer comprising water inlet, air inlet, mixing chamber and orifice. Airways varied with the angle of 30°, 60° and 90°. The results showed the twin fluid atomizer with groove angle swirler inlet air at 30° has a water inlet nozzle pressure and spray angle larger and smaller droplet size, when compared with a twin fluid atomizer with angle swirler inlet air flow at 60° and 90°.

Keywords: *twin fluid atomizer, air ducts, swirl and spray characteristics.*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang mekanika fluida yang terjadi di berbagai aspek dan bidang kehidupan sudah menjadi tuntutan demi meningkatkan efisiensi kerja. Salah satu contohnya dibuktikan dengan banyaknya perkembangan dalam ilmu yang berhubungan dengan atomisasi fluida.

Salah satu contoh *atomizer* adalah *twin fluid atomizer* yaitu suatu alat yang berfungsi untuk menghasilkan atomisasi dengan menggunakan dua fluida, yaitu cair dan gas. Fluida cair yang melewati *twin fluid atomizer* akan diubah bentuknya menjadi *droplet* dengan bantuan dari fluida gas yang berfungsi untuk mengganggu stabilitas dari fluida cair.

Twin fluid atomizer terdiri dari beberapa bagian inti, antara lain yaitu *liquid inlet*, *air inlet*, *mixing chamber*, dan *orifice*. *Liquid inlet* berfungsi sebagai saluran masuk dari fluida cair ke dalam *mixing chamber*. *Air inlet* berfungsi sebagai saluran masuk dari fluida gas ke dalam *mixing chamber*. *Mixing chamber* berfungsi sebagai tempat bertemunya fluida air dan fluida

gas sehingga terjadi pencampuran antara fluida cair dan fluida gas. *Orifice* berfungsi sebagai saluran keluar dari fluida dan juga sebagai alat penyemprot dari kedua fluida tersebut.

Aplikasi dari *twin fluid atomizer* yaitu pada industri pengecatan (*spray painting*) dimana *twin fluid atomizer* berfungsi untuk mengontrol laju aliran dan atomisasi dari fluida cat. Dalam hal ini atomisasi yang baik terjadi pada laju aliran yang rendah, terutama untuk *finishing* permukaan.[1] Aplikasi penggunaan *twin fluid atomizer* memerlukan karakteristik *spray* tertentu agar tujuan yang diinginkan tercapai. Karakteristik *spray* dipengaruhi oleh desain bagian-bagian *twin fluid atomizer* dan propertis fluida [2], sedangkan karakteristik *spray* yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer* meliputi debit aliran fluida, sudut *spray* fluida, ukuran *droplet* dan distribusi *droplet*.

Barerras melakukan penelitian tentang pengaruh dari penggunaan *mixing chamber* terhadap karakteristik *spray* dari cairan yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer*. Dari penelitian tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan *mixing chamber*

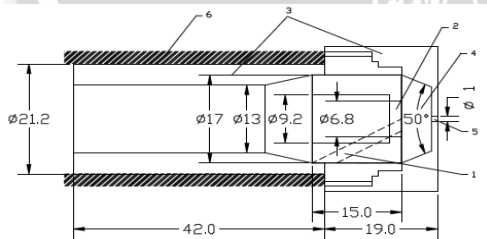
pada *twin fluid atomizer* dapat menghasilkan kualitas *spray* yang lebih baik daripada tanpa menggunakan *mixing chamber*. [3] Jedelsky meneliti tentang pengaruh dari peletakan *swirler* terhadap karakteristik *spray* dari cairan yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer* yang mana menghasilkan kesimpulan bahwa peletakan *swirler* yang bervariasi juga akan menghasilkan karakteristik *spray* yang bervariasi pula. [4]

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari variasi sudut alur *swirler* saluran masuk udara (*air inlet*) terhadap karakteristik *spray* pada *twin fluid atomizer*.

METODE PENELITIAN

Variabel Penelitian

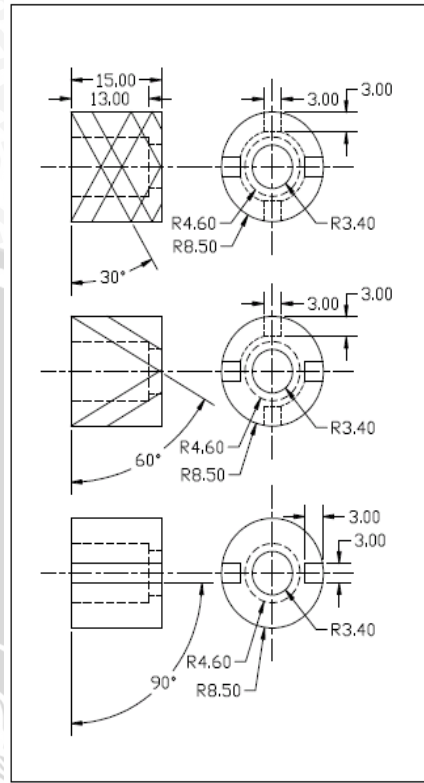
Twin fluid atomizer ditunjukkan dalam gambar 1 dan variasi sudut saluran masuk udara pada *twin fluid atomizer* ditunjukkan pada gambar 2 yaitu sebesar 30°, 60° dan 90°, debit air divariasikan sebesar 1 ml/s, 1.5 ml/s, 2 ml/s, 2.5 ml/s, 3 ml/s, serta tekanan masuk udara seimbang dengan tekanan masuk air sebagai variabel bebasnya, sedangkan sudut *spray*, distribusi *droplet* dan ukuran *droplet* sebagai variabel terikat.



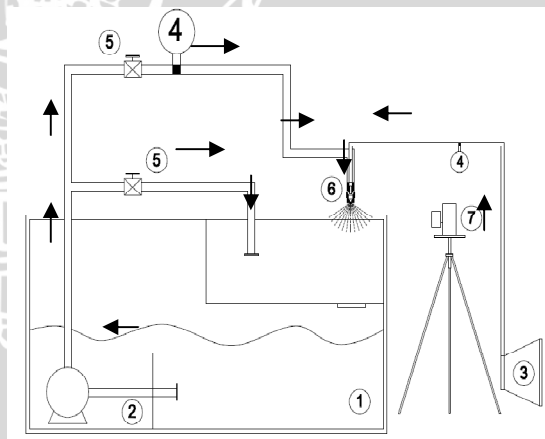
Gambar 1 : Bagian *twin fluid atomizer*

Keterangan:

1. Saluran masuk fluida gas (udara)
2. Saluran masuk fluida cair (air)
3. Casing
4. *Conical mixing chamber*
5. *Orifice*
6. Pipa bagian luar (3/4")



Gambar 2 : Variasi panjang *conical mixing chamber*



Gambar 3 : Skema instalasi penelitian

Keterangan :

1. Bak penampung air
2. Pompa
3. Kompresor
4. Pressure gauge
5. Katup
6. *Twin fluid atomizer*
7. Kamera

Eksperimental setup.

- Instalasi penelitian disusun seperti pada gambar 3. Peralatan yang digunakan meliputi pompa air yang digunakan untuk mengalirkan air ke *twin fluid atomizer* dan kompresor untuk menyuplai udara ke nosel. Bak penampung air (*hydraulic bench*) yang digunakan sebagai tempat menampung air. Katup digunakan untuk mengatur debit air masuk ke *twin fluid atomizer* dan udara. *Pressure gauge* digunakan untuk mengukur tekanan air dan udara yang masuk ke *twin fluid atomizer*. Busur derajat digunakan untuk mengukur besarnya sudut *spray* aliran keluar *atomizer*. Kertas putih digunakan untuk visualisasi ukuran dan distribusi *droplet*. Serta kamera DSLR digunakan untuk mengambil gambar dari bentuk *spray*, ukuran droplet dan distribusi droplet.

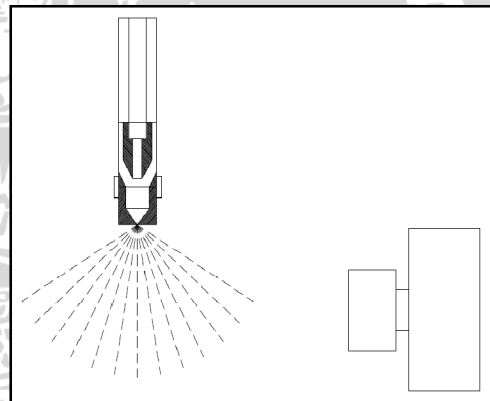
- Alur fluida dalam penelitian ini adalah fluida cair ditampung pada bak penampung nomor 1, kemudian dialirkan ke dalam sistem dengan menggunakan pompa nomor 2. Debit air masuk sistem diatur dengan katup nomor 5 dengan cara menampung hasil *spray* yang keluar dari *twin fluid atomizer*, sedangkan tekanan air masuk sistem diukur menggunakan *pressure gauge* nomor 4. Kemudian fluida cair akan memasuki *twin fluida atomizer* pada nomor 6. Fluida gas dialirkan dengan menggunakan kompresor nomor 3 dan tekanan fluida gas masuk sistem diukur dengan menggunakan *pressure gauge* nomor 4, lalu fluida cair dan gas akan bercampur dalam *twin fluida atomizer* nomor 6 dan keluar sistem dalam bentuk *spray* yang akan direkam menggunakan kamera pada nomor 7.

Prosedur pengambilan data

- Pompa dinyalakan, kemudian debit airnya diatur dengan menggunakan

bukaan katup, sehingga mendapatkan debit air yang diinginkan, yaitu sebesar 1 ml/detik. Pada saat bersamaan atur tekanan tangki udara dan bukaan katup saluran udara hingga dihasilkan *spray* yang stabil dengan debit air sebesar 1 ml/detik. Debit air diukur dengan cara menampung *spray* yang sudah stabil dalam suatu wadah selama 10 detik. Debit air sama dengan volume air yang tertampung dibagi dengan waktu penampungan (10 detik).

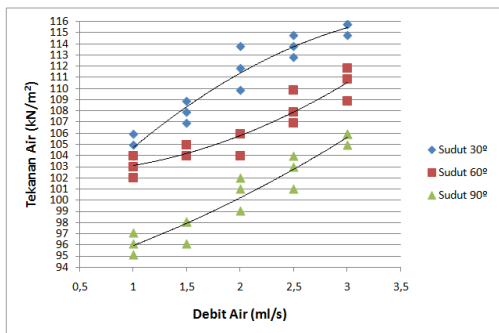
- Setelah memperoleh debit air kemudian mengukur sudut *spray* yang keluar dari *twin fluid atomizer* dengan busur derajat, kemudian *spray* diambil gambarnya dengan menggunakan kamera DSLR seperti ditunjukkan pada gambar 4



Gambar 4 : Pengambilan data sudut *spray*

- Untuk mengetahui ukuran dropletnya yaitu dengan cara *spray* yang keluar dari *atomizer* dikenakan pada lembaran kertas putih polos. Kertas diekspos / dipaparkan ke *spray* dalam waktu sesingkat mungkin agar tidak terjadi penumpukan *droplet* pada kertas. Setelah itu diambil gambar visualisasi *droplet* pada kertas dengan menggunakan kamera DSLR. Prosedur penelitian seperti tersebut diulang untuk debit air sebesar 1,5 ml/detik, 2 ml/detik, 2,5 ml/detik dan 3 ml/detik.

HASIL DAN PEMBAHASAN



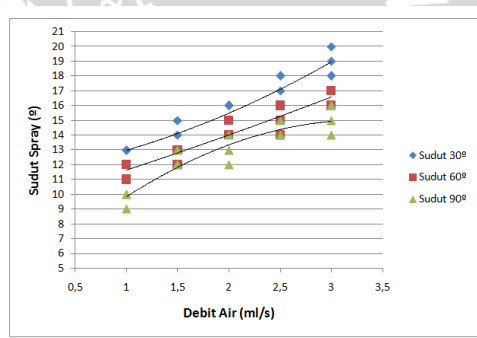
Gambar 5 : Grafik hubungan antara debit aliran dengan tekanan masuk air

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa bertambahnya debit air akan mempengaruhi tekanan air masuk pada *twin fluid atomizer*. Semakin besar debit air maka tekanan masuk air juga akan semakin besar.[3] 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.[5] Akibatnya semakin besar debit (kecepatan) air, maka *pressure drop* pada aliran air akan semakin besar, sehingga tekanan statis pada sisi masuk nosel juga harus semakin besar.

Pada grafik diatas juga terlihat adanya perbedaan tekanan air masuk *twin fluid atomizer* pada variasi besar sudut alur *swirler* 30°, 60° dan 90° yang disebabkan oleh *pressure drop* yang terjadi pada saat perubahan arah aliran masuk *swirler*. Pada saluran masuk udara dengan besar sudut *swirler* 30° memiliki tekanan yang paling besar, hal ini terjadi karena pada sudut *swirler* 30° memiliki perubahan arah aliran fluida yang paling besar sehingga dibutuhkan tekanan yang lebih besar pula untuk fluida melewati *orifice*. Sebaliknya pada sudut *swirler* 90° hanya terjadi penyempitan luas

penampang tanpa terjadi perubahan arah aliran sehingga *pressure drop* yang terjadi paling rendah yang menyebabkan tekanan air juga rendah.

Hal ini menunjukkan bahwa kehilangan energi, dalam hal ini ditunjukkan dengan *pressure drop*, yang paling besar terjadi pada nosel dengan besar sudut 30°. Besarnya *pressure drop* dapat diestimasi dari persamaan Bernoulli seperti disebutkan pada bagian sebelumnya.[5] 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.



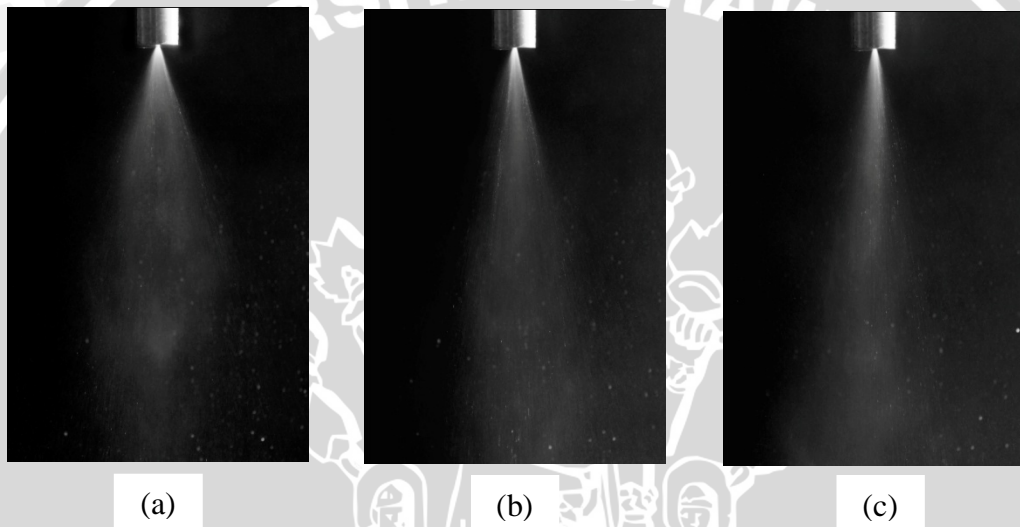
Gambar 6 : Grafik hubungan antara debit aliran dengan sudut spray

Pada gambar 6 diatas terlihat bahwa perubahan debit aliran air juga mempengaruhi sudut *spray* dari *twin fluid atomizer*, dimana dengan bertambahnya debit aliran air, maka sudut *spray* yang dihasilkan juga akan semakin meningkat.[1] Hal ini disebabkan karena semakin tinggi debit air maka komponen kecepatan dari fluida tersebut, yaitu kecepatan aksial dan kecepatan radial juga akan semakin tinggi, sehingga semakin besar pula sudut *spray* yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer*.

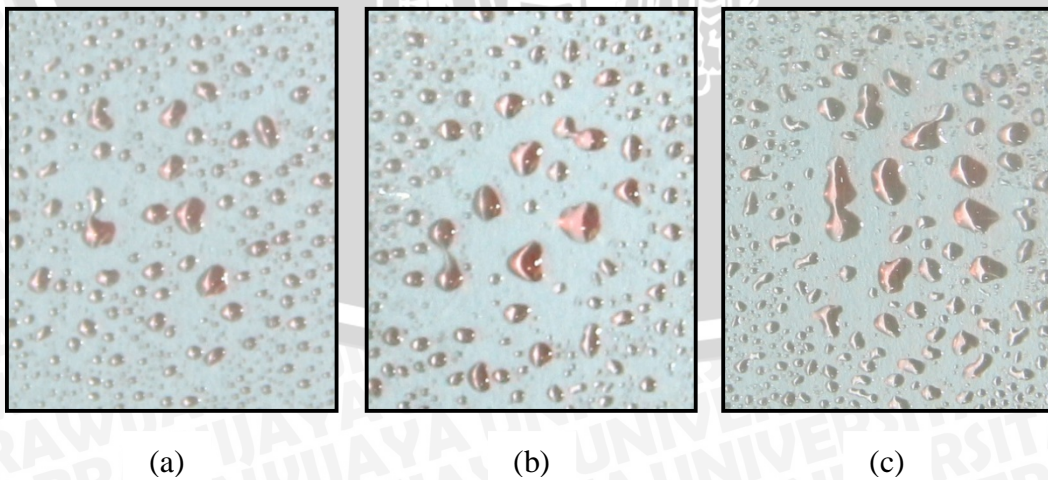
Pada grafik 6 juga terlihat adanya perbedaan sudut *spray* yang dihasilkan

twin fluid atomizer pada variasi sudut alur *swirler* saluran masuk udara 30°, 60°, dan 90°. Seperti penjelasan grafik 5, pada sudut alur *swirler* 90° hanya terjadi penyempitan luas penampang tanpa terjadi perubahan arah aliran fluida yang menyebabkan fluida langsung menuju *mixing chamber* sehingga proses percampuran antara fluida air dan udara dalam *mixing chamber* tidak dapat terjadi secara sempurna. Berbeda pada sudut alur *swirler* 30° dan 60° dimana perubahan arah aliran menyebabkan terjadinya *air*

core pada *mixing chamber* sehingga stabilitas aliran fluida cair akan terganggu. Akibatnya, pada debit yang sama, sudut alur *swirler* 90° memiliki sudut *spray* yang paling kecil, sedangkan sudut *spray* yang terjadi pada sudut alur *swirler* 30° menghasilkan sudut *spray* yang paling besar karena *air core* yang terjadi lebih besar dibandingkan dengan sudut alur *swirler* 60°. Visualisasi hasil *spray* yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer* dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7: Visualisasi *spray* dari *twin fluid atomizer* pada debit 3 ml/s, pada variasi sudut alur *swirler* saluran masuk udara sebesar (a) 30°, (b) 60° dan (c) 90°.



Gambar 8 : Visualisasi ukuran *droplet* dari *twin fluid atomizer* pada debit 3 ml/s, pada variasi saluran masuk udara sebesar (a) 30°, (b) 60° dan (c) 90°.

Pada gambar 8 menunjukkan bahwa *twin fluid atomizer* dengan variasi sudut alur *swirler* saluran masuk udara sebesar 30° akan menghasilkan *droplet* yang paling kecil, jika dibandingkan dengan sudut alur *swirler* sebesar 60° dan 90° . Hal ini terjadi karena pada saluran masuk udara sebesar 30° , sudut *spray* yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer* lebih besar dibandingkan dengan dua variasi yang lain, sehingga *droplet* yang dihasilkan juga lebih kecil.

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 dengan udara luar mengakibatkan *spray sheet* terpecah menjadi ligamen dan selanjutnya terpecah menjadi *droplet*. Semakin besar debit fluida (air) maka *spray sheet* akan semakin tebal dan panjang, lalu terpecah menjadi ligamen dengan ukuran yang relatif besar. Sehingga semakin besar debit fluida (air) maka akan menghasilkan *droplet* dengan ukuran yang lebih besar. Jika *spray sheet* yang keluar dari *orifice* tipis maka *spray sheet* yang terbentuk akan lebih pendek dan menghasilkan *droplet* yang lebih halus. 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 saluran masuk udara dengan sudut 30° , 60° dan 90° , *spray* yang dihasilkan berbentuk *solid cone* dengan distribusi *droplet* yang tidak cukup merata. Hal ini terjadi karena *spray sheet* yang keluar dari *orifice* ada yang tipis dan ada yang tebal. Sehingga *droplet* yang dihasilkan menjadi kecil dan besar dalam satu kali *spray* pada tiap variasi

saluran masuk udara dengan besar sudut yang berbeda - beda.

KESIMPULAN

1. Semakin besar debit fluida cair yang digunakan, maka tekanan masuk fluida cair, sudut *spray* dan *droplet* yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer* juga akan semakin besar.
2. Saluran masuk udara dengan sudut alur *swirler* 30° memiliki tekanan masuk fluida cair yang lebih besar dibandingkan dengan saluran masuk udara dengan sudut 60° dan 90° .
3. Saluran masuk udara dengan sudut alur *swirler* 30° menghasilkan sudut *spray* yang lebih besar dan *droplet* yang lebih kecil dibandingkan dengan saluran masuk udara dengan sudut alur *swirler* 60° dan 90° .
4. Saluran masuk udara dengan sudut alur *swirler* 30° , 60° dan 90° menghasilkan *spray* berbentuk *solid cone spray* dengan distribusi *droplet* yang tidak cukup merata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kushari, Abhijit.; *A controllable twin fluid internally mixed swirler atomizer*; Indian Institute of Technology, India.
- [2] Moore, E., Chad; 2003 : *Design, Development, And Analysis Of A Twin-Fluid Fire Suppression Atomizer And Characterization Of Electrostatically Charged Droplet Sprays*; B.S. University, Southern Mississippi.
- [3] Barerras, F., Lozano, A.; 2004: *Experimental characterization of industrial twin fluid atomizers*; Universidad de Matanzas, Cuba.

- [4] Jedelsky, J., Jicha, M.; 2010: *Novel modifications of twin fluid atomizers: permormance, advantages and drawbacks*; Brno University of Technology, Czech Republic.
- [5] Nekrasov, B. 1963. *Hydraulics For Aeronautical Engineers*. Moskow: Peace Pub.

