

Pengaruh Sudut Saluran Udara Terhadap Karakteristik *Spray* Pada *Twin Fluid Atomizer*

Yudo Ardian, Lilis Yuliati, Rudy Soenoko
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Jl. Mayjend Haryono No. 167, Malang, 65145, Indonesia
E-mail : yudo.ardian@gmail.com

Abstract

The purpose of this study is to determine the effect of air inlet angle on the spray characteristics of twin fluid atomizer. The spray characteristic that were investigated in this study were spray angle, droplet size and droplet distribution. Twin fluid atomizer consist of liquid inlet, air inlet, mixing chamber and orifice. In this study, air inlet angle was varied at 30°, 60° and 90°. Air inlet angle was measured using protractor. Droplet size and droplet distribution was determined qualitatively from visualization of droplets / spray exposed on the white paper. The results of this study shown that twin fluid atomizer with an air inlet angle of 30° had the biggest spray angle which is 18° and the smallest droplet size if compared to the other nozzle with larger air inlet angle. Visualization of droplet distribution indicated that droplets were distributed in the solid cone distribution.

Keywords : twin fluid atomizer, air inlet angles, spray characteristics.

PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan pada saat ini dibuktikan dengan adanya perkembangan dalam ilmu yang mempelajari tentang prinsip mekanika fluida. Salah satu contoh alat yang menggunakan prinsip mekanika fluida adalah *twin fluid atomizer*. *Twin fluid atomizer* adalah alat yang berfungsi untuk menghasilkan atomisasi dengan menggunakan dua fluida, yaitu fluida cair dan gas. Fluida cair yang melewati *twin fluid atomizer* akan dirubah bentuknya menjadi *droplet* dengan bantuan dari fluida gas yang berfungsi untuk mengganggu stabilitas dari fluida cair.

Beberapa contoh 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. *Twin*

fluid atomizer juga digunakan sebagai injektor bahan bakar turbin gas, dimana *twin fluid atomizer* digunakan untuk mengatur pencampuran bahan bakar dengan udara yang disesuaikan dengan kebutuhan turbin.

Twin fluid atomizer terdiri dari beberapa bagian inti, 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 cair 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. Dalam proses desain *twin fluid atomizer*, banyak parameter yang harus diperhatikan, yang mana akan mempengaruhi karakteristik *spray* yang dihasilkan

oleh *twin fluid atomizer* tersebut. Karakteristik *spray* yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer* meliputi tekanan fluida, distribusi *droplet*, ukuran *droplet* dan sudut *spray* fluida.

Pada tahun 2004 dilakukan penelitian tentang pengaruh dari penggunaan *mixing chamber* terhadap karakteristik *spray* dari cairan yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer* [1]. 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*. Pada tahun 2010 juga dilakukan penelitian tentang pengaruh dari peletakan *swirler* terhadap karakteristik *spray* yang dihasilkan oleh *twin fluid atomizer* [2]. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahwa peletakan *swirler* yang bervariasi juga akan menghasilkan karakteristik *spray* yang bervariasi pula.

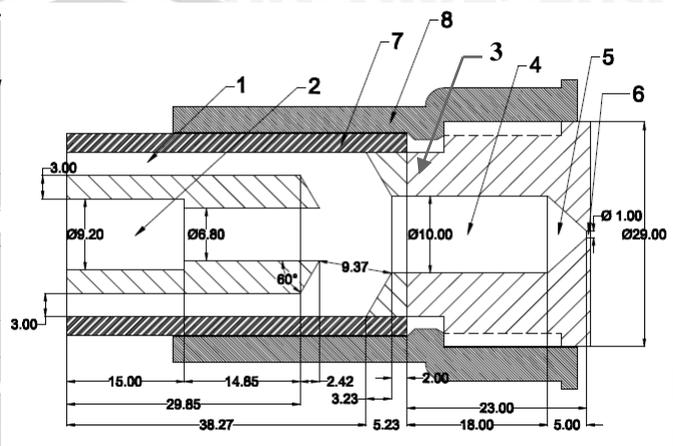
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari variasi sudut saluran masuk udara terhadap karakteristik *spray* pada *twin fluid atomizer*.

METODE PENELITIAN

Variabel penelitian.

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode eksperimental nyata (*true experimental research*). *Twin fluid atomizer* yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan dalam gambar 1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah sudut saluran masuk udara pada *twin fluid atomizer*, divariasikan sebesar 30°, 60° dan 90° seperti ditunjukkan pada gambar 2. Tekanan masuk air, sudut *spray*, distribusi *droplet* dan ukuran *droplet* diamati sebagai variabel

terikat serta debit masuk air sebagai variabel terkontrolnya. Debit air divariasikan sebesar 0.5 ml/s, 1 ml/s, 1.5 ml/s, 2 ml/s, 2.5 ml/s, 3 ml/s. Debit dan tekanan masuk udara diatur sedemikian rupa sehingga *twin fluid atomizer* dapat menghasilkan *spray* yang stabil.



Keterangan:

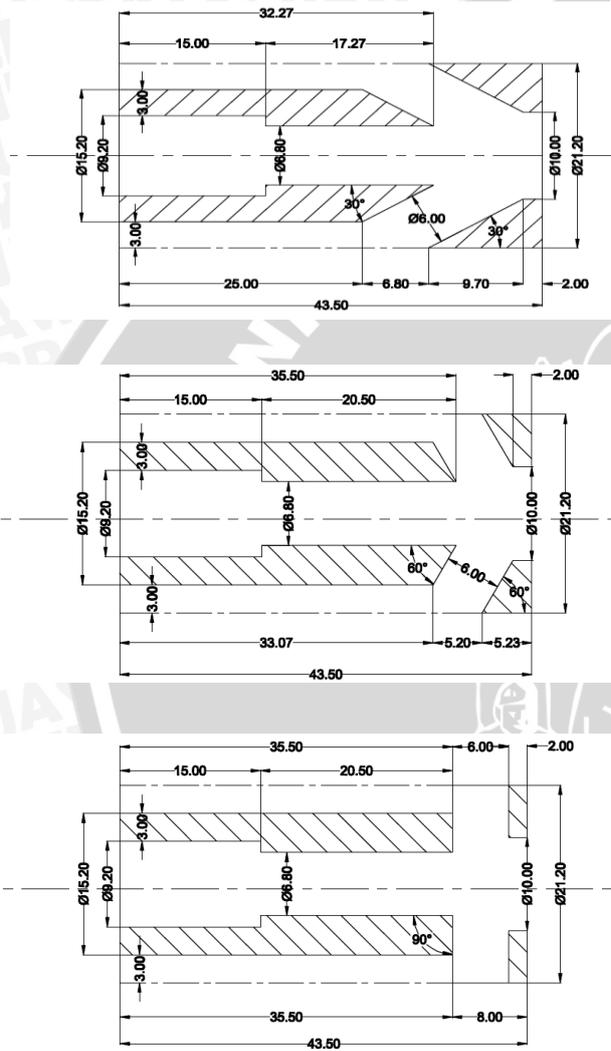
1. Saluran masuk fluida gas (udara)
 2. Saluran masuk fluida cair (air)
 3. *Casing*
 4. *Cylindrical mixing chamber*
 5. *Conical mixing chamber*
 6. *Orifice*
 7. Pipa bagian luar (3/4")
 8. Sambungan pipa (3/4")
- *Satuan dalam mm

Gambar 1 : *Twin fluid atomizer* dan bagian – bagiannya

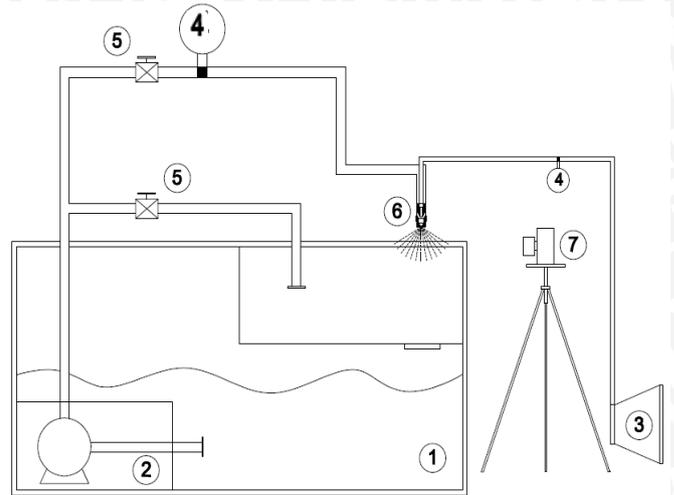
Experimental setup.

- 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*) 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 visualisasi dari bentuk *spray*, ukuran droplet dan distribusi droplet.



Gambar 2 : Variasi sudut saluran masuk udara.



Keterangan :

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

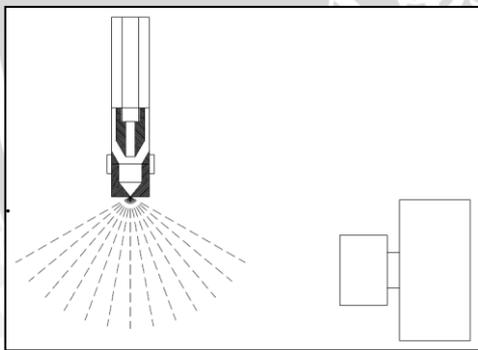
Gambar 3 : Skema instalasi penelitian

Experimental 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*) 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 visualisasi dari bentuk *spray*, ukuran droplet dan distribusi droplet.

Prosedur pengambilan data

- Pompa dinyalakan, kemudian debit airnya diatur dengan menggunakan bukaan katup, sehingga mendapatkan debit air yang diinginkan, yaitu sebesar 0,5 ml/detik. Pada saat bersamaan atur tekanan tangki udara dan bukaan katup saluran udara hingga dihasilkan *spray* yang stabil dengan debit air sebesar 0,5 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.



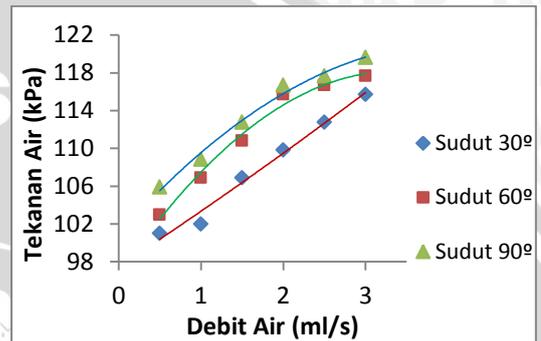
Gambar 4 : Pengambilan data sudut *spray*

- 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 ml/detik, 1,5 ml/detik, 2 ml/detik, 2,5 ml/detik dan 3 ml/detik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara tekanan air dan debit air masuk *twin fluid atomizer*.



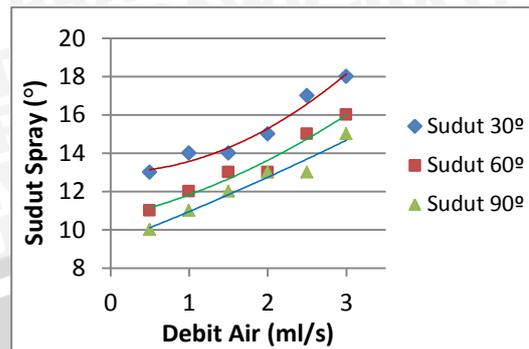
Gambar 5 : Grafik hubungan antara tekanan masuk dengan debit air masuk nosel

Pada grafik tersebut 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. 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. 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. Hal ini sesuai dengan persamaan Bernoulli yang berkaitan dengan *losses* yaitu :

$$\frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + z_1 = \frac{p_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + H_l$$

Pada grafik diatas juga terlihat adanya perbedaan tekanan air masuk *twin fluid atomizer* pada variasi besar sudut 30° , 60° dan 90° . Nosel dengan sudut saluran masuk udara sebesar 90° memiliki tekanan yang paling besar apabila dibandingkan dengan sudut 30° dan 60° pada debit aliran yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa kehilangan energi, yaitu *pressure drop*, yang paling besar terjadi pada nosel dengan besar sudut 90° . Hal ini terjadi karena pada nosel dengan saluran masuk bersudut 90° memiliki arah aliran yang tegak lurus terhadap arah aliran fluida cair masuk *mixing chamber*. Aliran udara tersebut menghalangi aliran air, sehingga *pressure drop* yang terjadi pada aliran air relatif lebih besar, sedangkan pada nosel dengan saluran masuk udara dengan sudut sebesar 60° dan 30° , geometri nosel menyebabkan aliran udara tidak terlalu menghalangi aliran air, sehingga *pressure drop* yang terjadi tidak sebesar pada nosel dengan saluran masuk udara bersudut 90° . Fluida pada setiap nosel keluar pada tekanan atmosfir, sehingga pada debit (kecepatan) aliran yang sama, besarnya tekanan masuk secara tidak langsung menunjukkan besaran relatif dari kehilangan energi yang terjadi dalam *twin fluid atomizer*.

Besarnya sudut *spray* pada nosel dengan sudut saluran masuk udara sebesar 30° , 60° dan 90° dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 : Grafik hubungan antara sudut *spray* dengan debit air masuk *twin fluid atomizer*.

Grafik diatas menunjukkan 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. 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 diatas juga terlihat adanya perbedaan sudut *spray* yang dihasilkan *twin fluid atomizer* pada variasi sudut saluran masuk udara sebesar 30° , 60° , dan 90° . Nosel dengan saluran masuk udara dengan bersudut 30° menghasilkan sudut *spray* yang lebih besar apabila dibandingkan dengan nosel dengan saluran masuk udara dengan sudut 60° dan 90° .

Seperti yang 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

terjadi secara sempurna. Berbeda pada saluran masuk udara dengan sudut sebesar 60° dan 30° , dimana geometri 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* 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 *spray* dari *twin fluid atomizer* ditampilkan pada gambar 7.



(a)

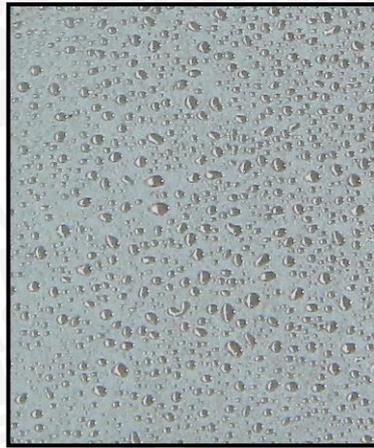


(b)

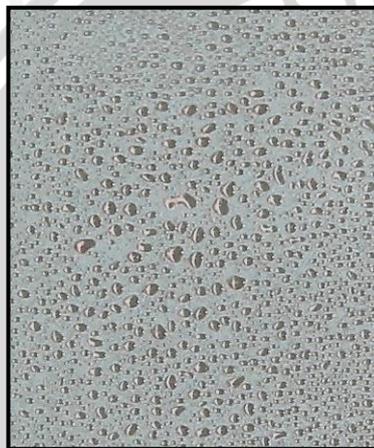


(c)

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



(a)



(b)



(c)

Gambar 8 : Visualisasi ukuran *droplet* dari *twin fluid atomizer* pada debit 1 ml/s, pada variasi saluran masuk udara sebesar (a) 30°, (b) 60° dan (c) 90°.

Gambar 8 menunjukkan bahwa sudut saluran udara mempengaruhi ukuran *droplet*, dimana semakin kecil sudut saluran udara maka ukuran *droplet* juga semakin kecil. *Twin fluid atomizer* dengan variasi sudut saluran masuk udara sebesar 30° akan menghasilkan *droplet* yang paling kecil, jika dibandingkan dengan saluran masuk udara 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. Pergerakan fluida udara dan air pada *mixing chamber* saluran masuk udara sebesar 30°, akan menyebabkan fluida keluar dari *orifice* dalam bentuk *spray sheet* (lembaran tipis) yang relatif lebih tipis, akibat adanya tegangan permukaan dan gesekan dengan udara luar, maka mengakibatkan *spray sheet* terpecah menjadi ligamen yang lebih kecil dan selanjutnya terpecah menjadi *droplet* yang juga 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 pada bagian tengah dari *solid cone spray* mempunyai distribusi *droplet* yang lebih padat dengan ukuran yang lebih besar bila dibandingkan dengan bagian tepi dari *solid cone spray*. Hal ini berarti fluida keluar dari *orifice* dalam bentuk kerucut yang kemudian terpecah menjadi beberapa lapis *spray sheet*. *Spray sheet* pada bagian tengah (dekat sumbu *spray*) mempunyai ukuran yang lebih tebal, yang mana kemudian terpecah menjadi ligamen dan *droplet* dengan

ukuran yang lebih besar dan distribusi yang lebih rapat.

KESIMPULAN

1. Semakin besar sudut saluran masuk udara pada *twin fluid atomizer*, maka tekanan fluida cair masuk nosel semakin besar, sudut *spray* semakin kecil dan ukuran *droplet* semakin besar.
2. Untuk setiap *twin fluid atomizer* dengan variasi sudut saluran masuk udara, semakin besar debit air maka tekanan masuk nosel, sudut *spray* dan ukuran *droplet* akan semakin besar.
3. *Twin fluid atomizer* dengan saluran masuk udara dengan sudut 30° , 60° dan 90° menghasilkan *spray* berbentuk *solid cone spray*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barerras, F., Lozano, A.; 2004: *Experimental characterization of industrial twin fluid atomizers*; Universidad de Matanzas, Cuba.
- [2] Jedelsky, J., Jicha, M.; 2010: *Novel modifications of twin fluid atomizers: permormance, advantages and drawbacks*; Brno University of Technology, Czech Republic.
- [3] Kushari, Abhijit.; *A controlable twin fluid internally mixed swirl atomizer*; Indian Institute of Technology, India.
- [4] Watanawanyoo, P., Furukawa, T; *Experimental Study on the Spray Characteristics of an Air Assisted Atomizer with Internal Mixing Chamber*; Graduate School of Science and Engineering Saitama University, Saitama, Japan.