



STUDI NUMERIK RADIUS *VOLUTE TONGUE* RUMAH KEONG PADA BLOWER SENTRIFUGAL

Sutrisno¹⁾, Suwandi. S.²⁾, Ayub. S.³⁾

Prodi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra^{1,2,3)}
Jalan. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2,3)}
Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2,3)}
E-mail : sutrisno@peter.petra.ac.id¹⁾

ABSTRAK

Radius Volute Tongue merupakan suatu parameter kelengkungan lidah dari rumah keong. Apabila dimensi radius tidak tepat menyebabkan terjadi separasi aliran sehingga kinerja blower menjadi rendah. Ketika separasi aliran menguasai daerah rumah keong berdampak terhadap fenomena stall pada blower. Oleh karena itu penelitian ini melakukan studi radius volute tongue terhadap karakteristik aliran dalam rumah keong.

Penelitian ini dilakukan secara analisa numerik dengan menggunakan program komersial Computational Fluid Dynamic. Analisa penelitian difokuskan pada dampak radius volute tongue terhadap karakteristik aliran di dalam centrifugal blower. Radius volute tongue divariasikan dengan interval 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25° dan 30°. Parameter aliran yang digunakan menggunakan kecepatan aliran 11 m/s, model viscous Realizable K-Epsilon. Metode simulasi blower yang digunakan Multiple Reference Frame dengan 4000 RPM. Karakteristik aliran diperlihatkan melalui streamline flow, kontur kecepatan dan kontur tekanan, sedangkan kinerja blower ditunjukkan terhadap selisih tekanan yang dihasilkan antara inlet dan outlet.

Hasil analisa menunjukkan bahwa radius volute tongue yang kecil dihasilkan tekanan inlet yang lebih vakum, sedangkan selisih tekanan yang dihasilkan oleh radius volute tongue 5°. Hal ini memperlihatkan bahwa volute tongue untuk dihasilkan kinerja baik memiliki dimensi yang kecil. Distribusi tekanan outlet semakin besar seiring membesarnya radius volute tongue, namun tekanan vakum pada sisi inlet semakin rendah. Aplikasi blower ini digunakan untuk menghisap fluida sehingga maka dianjurkan dengan radius volute tongue yang kecil. Peningkatan kinerja blower yang dihasilkan dengan radius volute tongue 5° sebesar 16 %, namun lebih dari sudut tersebut kinerja akan turun 25%.

Kata kunci: Blower, Centrifugal, Fan, Kinerja, Volute Tongue.

1. Pendahuluan

Volute tongue pada volute chamber berfungsi sebagai single vane yang berfungsi sebagai pembagi aliran fluida menuju outlet, selain itu sebagaimana aliran fluida akan disirkulasikan kembali disekitar volute. Oleh karena itu dampak geometri volute chamber sangat penting untuk mendapatkan tekanan outlet yang tinggi. Sebab aliran yang keluar dari blade masih memiliki momentum yang tinggi akan diarahkan oleh volute tongue, yaitu dalam istilah praktisi dikenal dengan lidah rumah keong. Bentuk lidah keong yang tajam akan menyebabkan aliran rentang terhadap terjadinya separasi aliran yang menyebabkan kerumitan dalam aliran. Namun pada desain blower centrifugal optimasi bentuk lidah rumah keong sering diabaikan, biasanya hanya difokuskan pada desain blade saja.

Salah satu peneliti Hamada dkk[1] menemukan bahwa desain volute tongue tajam selalu dihasilkan performa buruk yang diakibatkan terjadinya separasi aliran dalam volute chamber. Sedangkan volute tongue yang tumpul aliran pada volute chamber diarah dengan baik pada aliran dengan kecepatan rendah maupun tinggi. Dalam peristiwa tersebut bahwa bentuk pengarah yaitu volute tongue yang dapat menuntun aliran dengan baik dapat mereduksi terjadinya separasi aliran.

Bentuk penuntun aliran yang baik menurut Anderson dkk[2] memiliki bentuk yang tumpul seperti bentuk leading edge pada airfoil. Dimana pengarah yang tumpul akan sangat tangguh dalam variasi beban angle of attack yang kuat. Aliran yang terseparasi disebabkan oleh dua faktor yaitu penuntun aliran yang buruk (bentuk tajam) dan adverse pressure gradient yang besar. Peristiwa yang dialami oleh aliran di dalam volute chamber terbagi dari dua bagian, yaitu bentuk volute tongue sebagai pengarah dan celah radius volute chamber sebagai pengontrol terjadi adverse pressure.

Penelitian ini akan difokuskan pada variasi bentuk volute tongue terhadap karakteristik aliran di dalam volute chamber dengan menggunakan metode numerik yang terbukti mampu mengeksplorasi fenomena aliran didalam volute chamber.

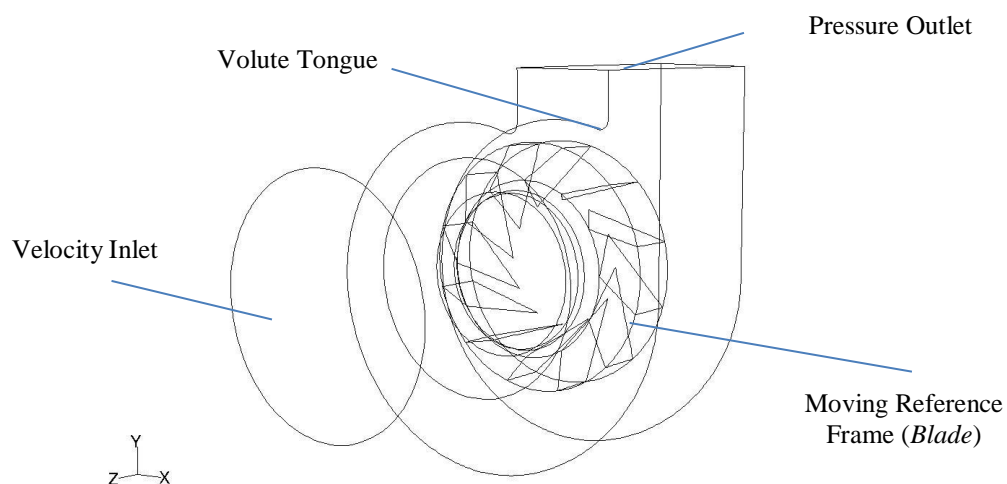
2. Metodologi.

Penelitian ini dilakukan secara analisa numerik dengan menggunakan program komersial *Computational Fluid Dynamic* (CFD). Dimana proses validasi dilakukan dengan menggunakan *static pressure* dan manometer digital dengan merk Krisbow ditunjukkan pada tabel 1. Bentuk model disesuaikan dengan produksi yang ada kemudian diuji dengan menggunakan dua alat ukur tersebut. Putaran motor untuk *blower* digunakan dengan RPM 4000, dan kecepatan aliran sebesar 11m/s. Hasil yang didapatkan bahwa model *viscous* yang digunakan model Realizable K-Epsilon. Metode simulasi *blower* yang digunakan *Multiple Reference Frame* dengan 4000 RPM. Hasil menunjukkan bahwa perbedaan hasil numerik dan eksperimen mendekati sama kemudian dilanjutkan dalam variasi bentuk *volute tongue*.

Tabel 1 Validasi numerik dan eksperimen

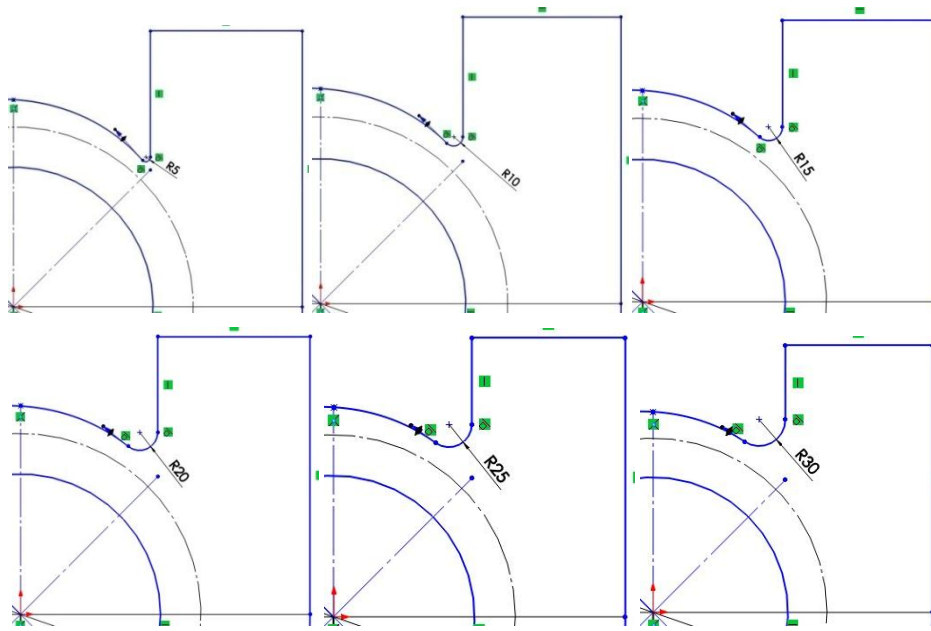
Numeric		Experiment			
		Static Pressure		Manometer	
Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet
-2.66	0.145	-2.64	0.14	-2.156	0.137
		-2.63	0.14	-2.176	0.118
		-2.6	0.13	-2.136	0.137
		-2.61	0.14	-2.176	0.118
		-2.63	0.13	-2.097	0.118
		-2.62	0.13	-2.097	0.118
		-2.64	0.14	-2.078	0.137
		-2.64	0.14	-1.999	0.118
		-2.62	0.13	-2.136	0.098
		-2.6	0.14	-2.117	0.118

Pada gambar 1 diperlihatkan domain simulasi numerik dimana saluran masuk didefinisikan sebagai *velocity inlet* sedangkan saluran keluar didefinisikan sebagai *pressure outlet*. Selain itu definisi volume fluida yang berada diantara *blade* didefinisikan sebagai *volume moving reference frame* dan *blade* didefinisikan sebagai *moving wall*. Radius *volute tongue* divariasikan dengan interval $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ$ dan 30° .



Gambar 1 Domain simulasi numerik

Desain *volute chamber* berikutnya adalah mendesain dengan aplikasi radius *volute tongue* yang dikemukakan oleh T.Sakai dan M. Hamada S. Tsujia. Dalam hal ini akan dicari *volute tongue* yang menghasilkan performa terbaik dan efek peningkatannya pada *blower volute* tetap, radius *volute tongue* yang digunakan mulai dari 5 mm sampai radius 30 mm. Dimensi dari beberapa *volute tongue* pada *volute chamber* bisa dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Dimensi volute tongue dengan radius tertentu (5 mm – 30 mm)

3. Hasil dan Pembahasan.

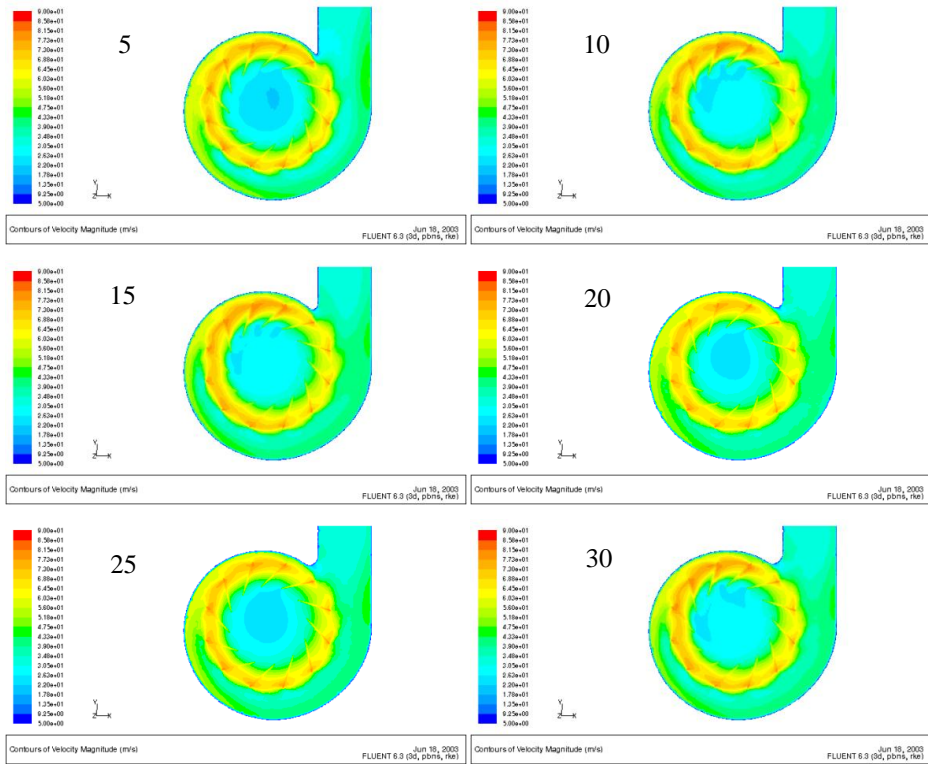
Hasil *studi numerik* ini dipaparkan dalam bentuk kontur kecepatan dan tekanan statis. Pada gambar 3 diperlihatkan kontur kecepatan pada saluran inlet dengan *volute tongue* kecil konsentrasi nilai minimum semakin membesar. Apabila *radius volute tongue* diperbesar atau semakin tumpul maka daerah kecepatan minimum tersebut semakin mengecil. Hal ini mendukung prediksi bahwa dengan sudut pengarah yang tumpul menyebabkan aliran mudah mengalir kemudian menyebabkan daerah minimum kecepatan di daerah saluran masuk semakin lemah. Namun pada sudut 20° ke atas daerah minimum kecepatan tersebut semakin membesar kemudian tereduksi kembali, selain itu terjadi reduksi kecepatan di daerah *blade*. Hal ini menyebabkan peristiwa yang menarik untuk dikembangkan kembali untuk mengeksplorasi terjadi fenomena antara radius *volute tongue* 15° dan 20° .

Distribusi tekanan yang terjadi akibat peningkatan sudut *volute tongue* dipaparkan pada gambar 4. Dimana prediksi distribusi kecepatan membuktikan bahwa kenaikan tekanan terbaik dicapai maksimal pada sudut *volute tongue* 15° . Apabila melebihi sudut tersebut maka tekanan akan semakin turun seiring dengan peningkatan *radius volute tongue*. Distribusi tekanan merupakan paparkan bukti untuk mempresentasi kinerja *blower*.

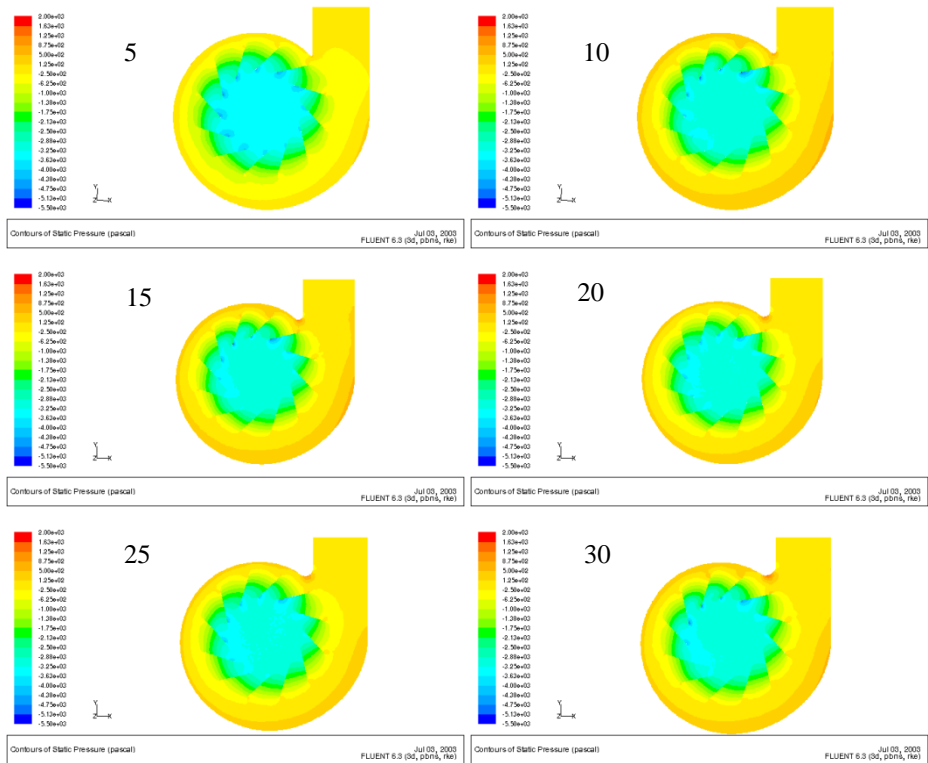
Analisa berdasarkan distribusi tekanan dan kecepatan pada kontur ini merupakan analisa dasar untuk memprediksi aliran, untuk memperkuat data tersebut dibutuhkan evaluasi nilai yang terkandung di dalam saluran inlet dan saluran keluar. Aplikasi *blower* ini dibagi menjadi dua kepentingan yaitu sebagai *blower hisap* atau tekanan. Nilai optimasi akan berbeda seiring dari kedua fungsi tersebut. Untuk *blower* tekanan selalu diharapkan tekanan pada saluran *discharge* semakin besar sedangkan pada *blower hisap* dihasilkan tekanan saluran masuk semakin vakum. Pada gambar 5 dipaparkan distrisbusi tekanan pada saluran inlet dan outlet.

Hasil menunjukkan bahwa untuk aplikasi untuk *blower* dengan dianjurkan menggunakan *radius volute tongue* yang lebih besar diatas 30° , sedangkan didaerah radius kecil paling optimal terjadi pada radius 5° . Sedangkan *blower* yang digunakan untuk vakum, maka disarankan menggunakan *radius volute tongue* yang lebih kecil, namun kinerja terbaik tetap terjadi pada sudut radius *tongue* 5° . Fenomena ini mempertegas bahwa sudut *tongue* 5° merupakan nilai paling optimal digunakan pada *blower* tekanan maupun *blower hisap*.

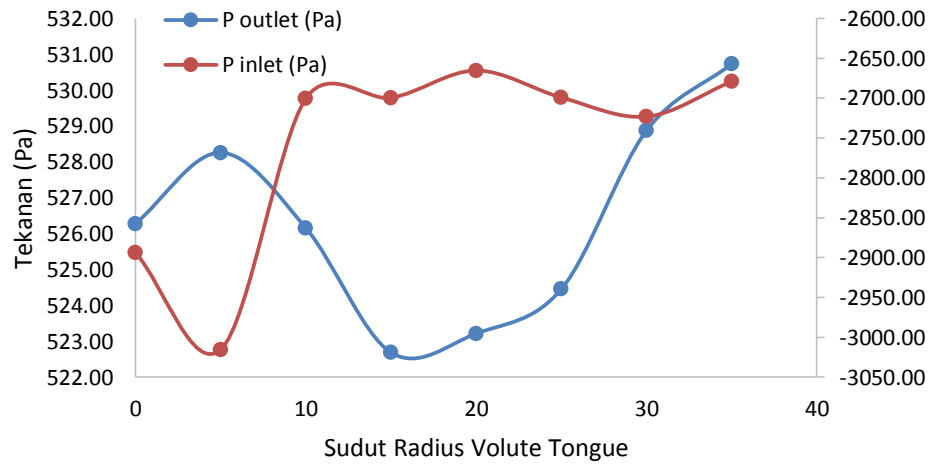
Fungsi sebuah *blower centrifugal* bertujuan untuk meningkatkan tekanan pada saluran masuk menuju saluran keluar. Hal ini dapat dibuktikan dengan menggunakan paparan perbedaan tekanan yang terjadi pada saluran inlet dan outlet yang ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 3 kontur velocity volute tongue (5 mm – 30 mm)

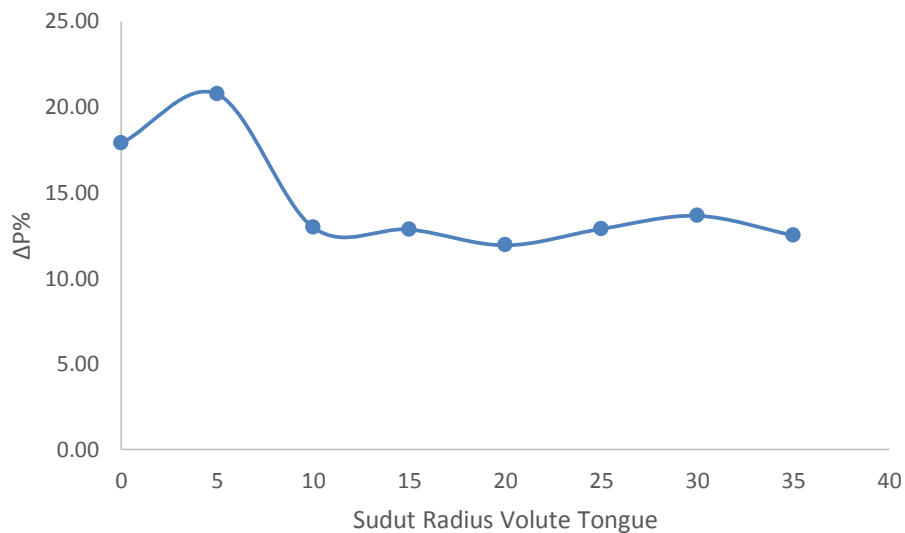


Gambar 4 kontur static pressure volute tongue (5 mm – 30 mm)



Gambar 5 Tekanan Inlet dan Outlet Dampak Variasi Radius Volute Tongue.

Peningkatan tekanan ini dibandingkan terhadap disain produk asli blower yang berada pada mesin pengering pencuci beras. Dengan menggunakan variasi sudut radius *volute tongue* didapatkan peningkatan yang cukup signifikan yaitu 20% lebih apabila digunakan radius *volute tongue* 5° dengan peningkatan celah *volute chamber* 15mm. Peningkatan bentuk *volute tongue* itu sendiri hanya meningkatkan 8% dimana 12 % disebabkan oleh peningkatan celah *volute chamber* 15mm. Apabila dibandingkan dengan peristiwa Hamada dkk[1] aplikasi *blower* ini merupakan aliran dengan kecepatan yang relatif rendah sehingga bentuk *volute tongue* yang tajam masih menunjukkan kinerja yang cukup baik. Apabila kecepatan aliran ditingkatkan fenomena ini akan berkebalikan .



Gambar 6 Perbedaan Tekanan Inlet dan Outlet Dampak Variasi Radius Volute Tongue.



4. Kesimpulan.

Karakteristik aliran apabila terjadi peningkatan radius *volute tongue* menyebabkan beberapa hal yaitu:

- Daerah minimal kecepatan di saluran masuk akan semakin kecil antara 0° sampai dengan 15° .
- Daerah maksimal di daerah *blade* semakin kecil di atas radius *volute tongue* 20° .
- Reduksi tekanan output antara radius *volute tongue* 5° sampai 15° .
- Tekanan output meningkat tajam dari radius *volute tongue* 15° sampai dengan 35° .
- Tekanan inlet meningkat setelah radius *volute tongue* 5° .

Kinerja paling baik ditunjukkan pada volute tongue 5° dan penambahan celah volute chamber 15 mm yang menghasilkan peningkatan tekanan 20% dari desain awal yang diaplikasi pada mesin pencuci besar di PT. Agrindo Tbk.

5. Daftar Pustaka.

1. Hamada, M. Tsujia, S and Sakai, T., 2000, *Flow Measurement Around A Fan Volute Tongue Using Particle Tracking Velocimetry*. Tokyo: Department of Mechanical Engineering Science University of Tokyo, 2000.
2. Anderson J. Jr., 2001, *Fundamental of Aerodynamics*, Mc-Graw-Hill Series in Aeronautical and Aerospace Engineering, Third edition, Singapore.