

## PENGARUH TEKANAN DAN DIAMETER NOZEL PADA INLINE AIR CONVEYOR DENGAN MENGGUNAKAN METODE COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD)

Irvan Septyan Mulyana<sup>a</sup>, Agung Dwi Sapto<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Fakultas Teknologi Industri / Jurusan Teknik Mesin, [irvansepty@staff.gunadarma.ac.id](mailto:irvansepty@staff.gunadarma.ac.id), Universitas Gunadarma

<sup>b</sup> Fakultas Teknologi Industri / Jurusan Teknik Mesin, [agungds@staff.gunadarma.ac.id](mailto:agungds@staff.gunadarma.ac.id), Universitas Gunadarma

### ABSTRACT

Air conveyor is a tool for material transfer. This tool utilizes compressed air from the compressor and converts it into air velocity. This tool is designed to be shaped like a pipe with intake and exhaust ducts and compressed air supply lines. The analysis process uses CFD-based Solidworks software. The analysis is carried out, on the cavity in the pipe by analyzing the air flow or air velocity and pressure. The result can be known by cut plot and flow trajectory. Initial input variations total pressure of 1.5 bar and 2 bar and variations in nozzle diameter of 1 mm and 1.5 mm. The results of the simulation show that the largest pressure drop occurs at the nozzle size of 1 mm and the input pressure of 2 bar which shows the  $\Delta p$  of 1.93. The fluid flow velocity in the suction channel is largest at the nozzle size of 1 mm and the input pressure is 2 bar which shows a value of 36 m/s, and the largest fluid flow velocity in the exhaust channel is at the nozzle size of 1 mm and the input pressure is 2 bar which shows a value of 47 m/s.

**Keywords:** Material Transfer, Air conveyor, Solidworks Fluid Flow.

### ABSTRAK

Air conveyor merupakan alat untuk pemindahan material. Alat ini memanfaatkan udara bertekanan dari kompresor dan dikonversikan menjadi kecepatan udara. Alat ini di desain berbentuk seperti pipa dengan saluran hisap dan saluran buang serta saluran pasokan udara bertekanan. Proses analisis menggunakan perangkat lunak berbasis CFD Solidworks. Analisis yang dilakukan, yaitu pada rongga dalam pipa dengan menganalisa aliran udara atau velocity dan tekanan udara atau pressure. Hasilnya dapat diketahui dengan cut plot dan flow trajectory. Variasi Input awal total pressure sebesar 1,5 bar dan 2 bar. Dan variasi diameter nozzle sebesar 1mm dan 1,5 mm. Hasil dari simulasi menunjukkan penurunan tekanan terbesar terjadi pada ukuran nozzle 1mm dan tekana input 2 bar yang menunjukkan nilai  $\Delta p$  1,93. Kecepatan aliran fluida pada saluran hisap terbesar pada ukuran nozzle 1mm dan tekana input 2 bar yang menunjukkan nilai 36 m/s, Dan Kecepatan aliran fluida pada saluran buang terbesar pada ukuran nozzle 1mm dan tekana input 2 bar yang menunjukkan nilai 47 m/s.

**Kata Kunci:** Pemindahan Material, Air conveyor, Aliran Fluida Solidworks

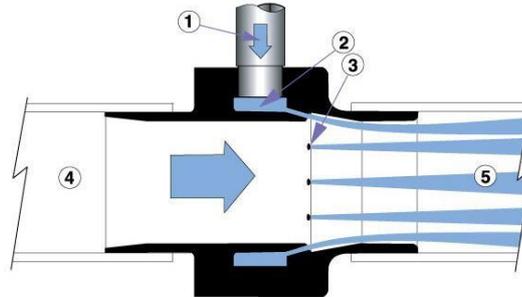
### 1. PENDAHULUAN

Alat pemindah material (material handling equipment) adalah peralatan yang digunakan untuk memindahkan muatan dari suatu tempat ke tempat lainnya. Arah pemindahan bahan bisa secara vertikal, horizontal atau kombinasi antara keduanya.

Penggunaan udara untuk memindahkan material disebut juga pneumatic conveyor atau air conveyor digunakan untuk memindahkan material curah dengan memanfaatkan aliran udara bertekanan. Cara kerja dari semua jenis pneumatic conveyor adalah perpindahan material dihasilkan oleh aliran fluida yang cepat dari udara sehingga material curah dapat dipindahkan.

Karena prinsip kerja diatas, penulis mencoba untuk merancang desain air conveyor untuk mengangkat material curah dan mensimulasikan menggunakan software Solidworks, sehingga dapat mengetahui nilai tekana dan nilai kecepatan aliran

Prinsip yang ada dalam alat ini mendukung terjadinya pengangkutan material. Efek dari prinsip Bernoulli ini atau yang disebut efek venturi ini menghasikan kevakuman yang berguna untuk menarik materil garam masuk dan bercampur kedalam sistem dan menjadi aliran solid-gas. Peningkatan kecepatan yang dihasilkan dari prinsip kontinuitas pun, membantu mendorong aliran solid-gas ini bergerak melalui saluran pemindah.

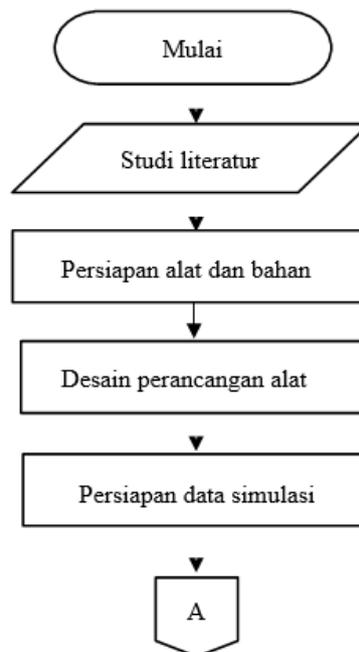


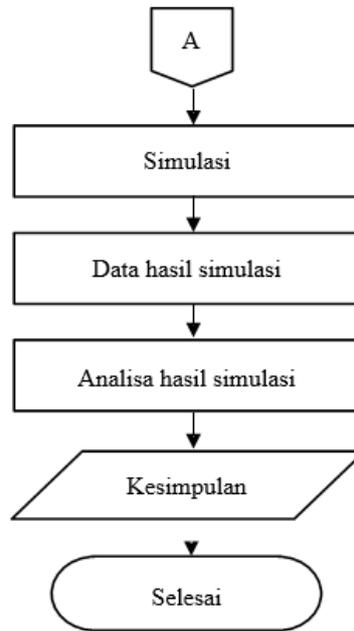
Gambar 1. Prinsip Kerja Dari inline Air Conveyor

Udara bertekanan mengalir melalui saluran masuk udara (1) berbentuk cincin (2). Kemudian disuntikkan ke keluar melalui nozel (3). Semburan udara ini menciptakan ruang hampa di saluran masuk (4), yang menarik material, mempercepatnya melalui unit (5) untuk mengangkutnya melalui jarak vertikal atau horizontal.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini dimaksudkan untuk merancang desain Air Conveyor dan Analisa simulasi menggunakan software solidwork untuk mengetahui nilai dari tekanan dan kecepatan. Adapun alur proses Analisa simulasi Flow simulation berbasis analisis software untuk mendapatkan nilai tekanan dan kecepatan dilakukan melalui gambar 1 diagram alir penelitian sebagai berikut.





Gambar 2. Diagram alir proses Analisa aliran alat air conveyor

### Desain Inline Air Conveyor

Perancangan desain dari alat ini terdapat 3 bagian penting yaitu saluran hisap, housing dan ejector udara. Dimensi dari pipa konveyor udara ini sebesar 2 inch.

saluran hisap digunakan sebagai aliran udara hisap dan saluran material yang akan masuk dalam sistem pengangkutan. Ukuran dari saluran hisap ini berukuran 2 inch. Pada part ini terdapat empat baut sebagai penyambung dengan casing



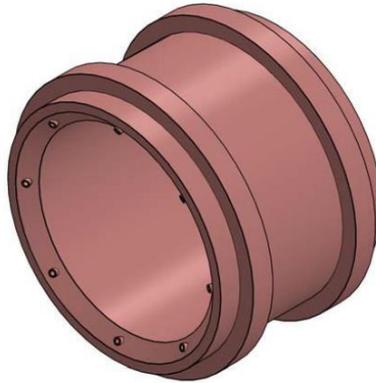
Gambar 3. Desain saluran hisap

komponen yang berfungsi untuk jalur masuk udara bertekanan dan sebagai tempat air ejector diletakkan. Pada alat ini sumber udara masuk didapatkan dari kompresor udara.

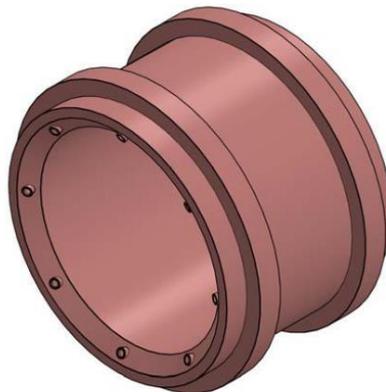


Gambar 4. Desain Housing

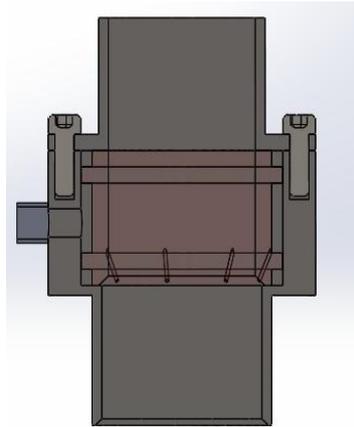
Alat ini menggunakan metode dilute phase jadi dibutuhkan kecepatan laju aliran yang tinggi dan tekanan yang rendah. Komponen ini memiliki fungsi untuk meningkatkan laju kecepatan dan menurunkan tekanan. Udara yang di masuk dari kompresor akan di salurkan melewati delapan lubang dengan luas permukaan yang lebih kecil. Sesuai dengan hukum kontinuitas yang menyatakan bahwa laju perubahan massa aliran fluida terdapat dalam ruang yang ditinjau pada selang waktu tertentu, harus sama dengan perbedaan antara jumlah laju massa alir yang masuk dengan laju massa alir yang keluar dalam ruang yang ditinjau. Untuk melihat perbandingannya makan dilakukan dua ukuran yang berbeda yaitu 1mm dan 1,5 mm.



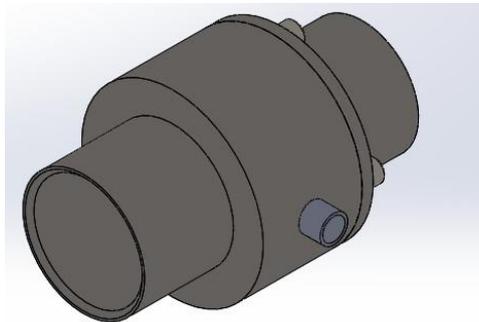
Gambar 5..Desain Ejektor Udara 1 mm



Gambar 6. Desain ejector udara 1,5 mm



Gambar 7. Tampak Samping penggabungan



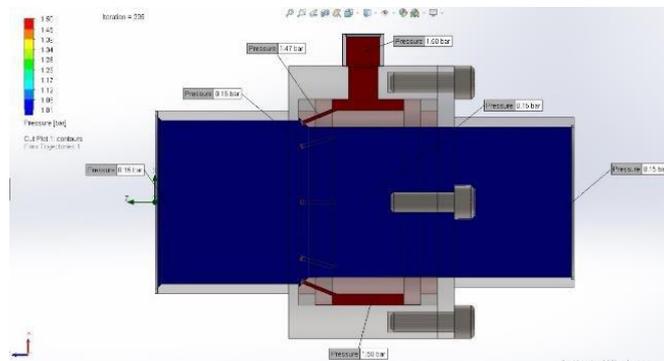
Gambar 8. Penggabungan Inline Air Conveyor

Simulasi numerik menggunakan software solidworks 2018, dengan menggunakan asumsi variasi tekanan udara input dari kompresor sebesar 1,5 bar dan 2 bar. Serta divariasikan ukuran diameter ejector udara 1 mm dan 1,5 mm

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

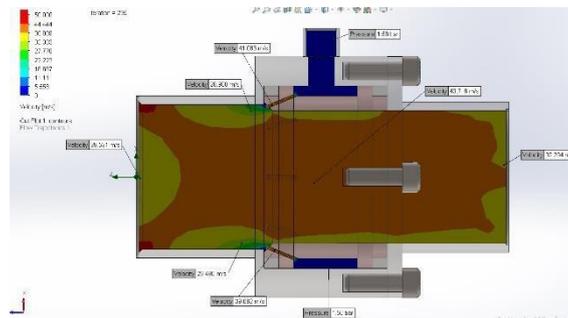
Output dari hasil penelitian ini adalah akan memperlihatkan hasil perbandingan simulasi dengan variasi tekana input dan diameter ejector udara. Adapun hasil analisa simulasi pada software dan adalah sebagai berikut :

Tekanan 1,5 Bar dan Diameter Ejector 1 mm



Gambar 9. Tekanan 1,5 Bar dan Diameter Ejector 1 mm

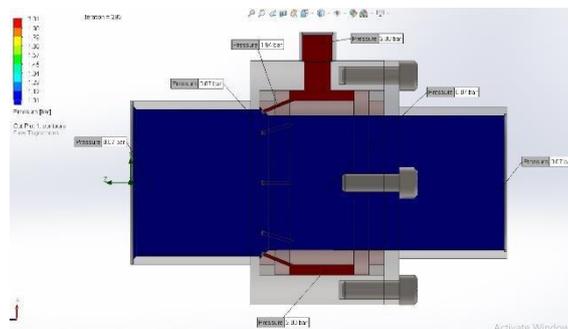
terjadi penurunan tekanan udara. Dan Ketika udara tepat setelah keluar dari saluran ejector nozzle terjadi penurunan tekanan udara yang ditunjukkan warna biru dan dengan tools probe menunjukkan nilai tekanan sebesar 0.15 bar.



Gambar 10. Nilai tekanan sebesar 0.15 bar

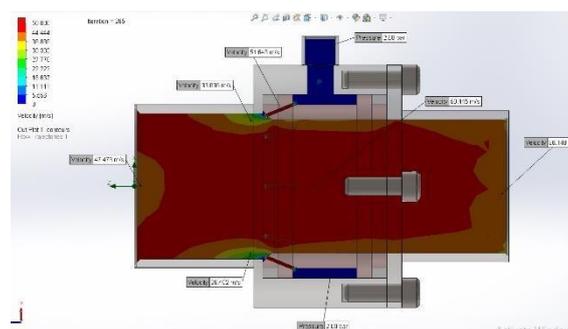
Dikarenakan hasil dari penurunan tekanan sehingga terjadi nilai kecepatan laju alirannya meningkat. Pada ujung saluran hisap nilai kecepatannya menunjukkan nilai 32 m/s sedangkan pada saluran buang nilai kecepatannya sebesar 39 m/s.

### Tekanan 2 Bar dan Diameter Ejector 1 mm



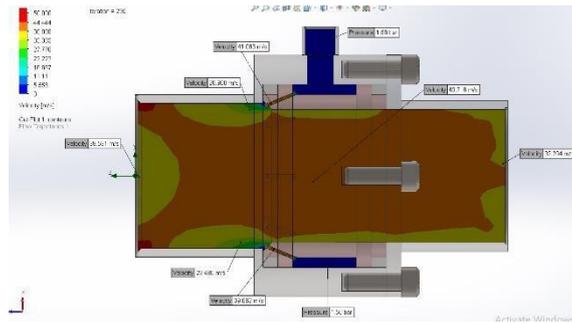
Gambar 11. Tekanan 2 Bar dan Diameter Ejector 1 mm

Udara kompresor dimasukkan yaitu sebesar 2 bar, dan Ketika di salurkan melalui ejector nozzle seketika terjadi penurunan tekanan udara. Ketika udara tepat setelah keluar dari saluran ejector nozzle terjadi penurunan tekanan udara yang ditunjukkan warna biru dan dengan tools probe menunjukkan nilai tekanan sebesar 0.07 bar.



Gambar 12. Tekanan 1.5 Bar

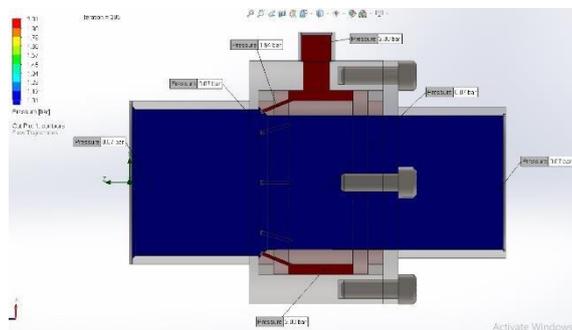
Dikarenakan hasil dari penurunan tekanan sehingga terjadi nilai kecepatan laju alirannya meningkat. Pada ujung saluran hisap nilai kecepatannya menunjukkan Udara kompresor dimasukkan yaitu sebesar 1.5 bar, dan Ketika di salurkan melalui ejector nozzle seketika terjadi penurunan tekanan udara. Dan Ketika udara tepat setelah keluar dari saluran ejector nozzle terjadi penurunan tekanan udara yang ditunjukkan warna biru dan dengan tools probe menunjukkan nilai tekanan sebesar 0.15 bar.



Gambar 10. Nilai Kecepatannya Menunjukkan Nilai 32 M/S

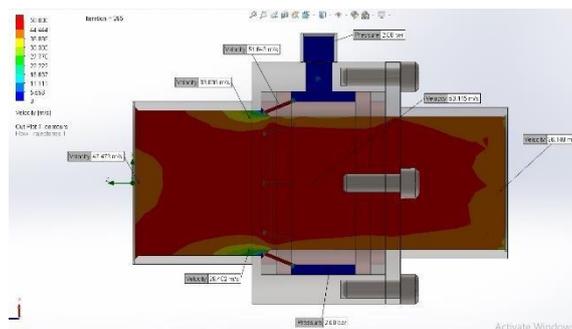
Dikarenakan hasil dari penurunan tekanan sehingga terjadi nilai kecepatan laju alirannya meningkat. Pada ujung saluran hisap nilai kecepatannya menunjukkan nilai 32 m/s sedangkan pada saluran buang nilai kecepatannya sebesar 39 m/s.

**Tekanan 2 Bar dan Diameter Ejector 1 mm**



Gambar 11. Ejector Nozzle Seketika Terjadi Penurunan Tekanan Udara

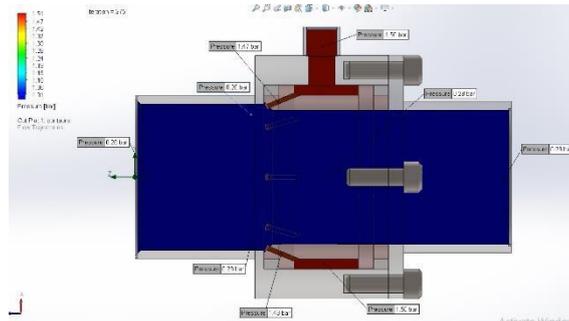
Udara kompresor dimasukkan yaitu sebesar 2 bar, dan Ketika di salurkan melalui ejector nozzle seketika terjadi penurunan tekanan udara. Ketika udara tepat setelah keluar dari saluran ejector nozzle terjadi penurunan tekanan udara yang ditunjukkan warna biru dan dengan tools probe menunjukkan nilai tekanan sebesar 0.07 bar.



Gambar 12. Saluran Hisap Nilai Kecepatannya Menunjukkan Nilai 36 M/S

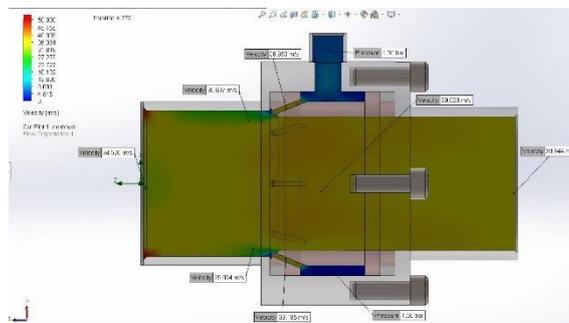
Dikarenakan hasil dari penurunan tekanan sehingga terjadi nilai kecepatan laju alirannya meningkat. Pada ujung saluran hisap nilai kecepatannya menunjukkan nilai 36 m/s sedangkan pada saluran buang nilai kecepatannya sebesar 47 m/s.

### Tekanan 1,5 Bar dan Diameter Ejector 1,5 mm



Gambar 13. Tools Probe Menunjukkan Nilai Tekanan Sebesar 0.28 Bar

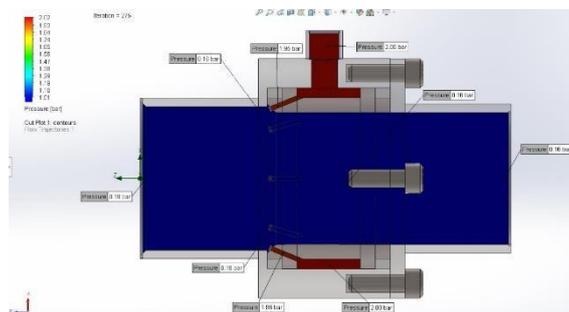
Udara kompresor dimasukkan yaitu sebesar 1.5 bar, dan Ketika di salurkan melalui ejector nozzle seketika terjadi penurunan tekanan udara. Ketika udara tepat setelah keluar dari saluran ejector nozzle terjadi penurunan tekanan udara yang ditunjukkan warna biru dan dengan tools probe menunjukkan nilai tekanan sebesar 0.28 bar.



Gambar 14. Saluran Hisap Nilai Kecepatannya Menunjukkan Nilai 30 M/S

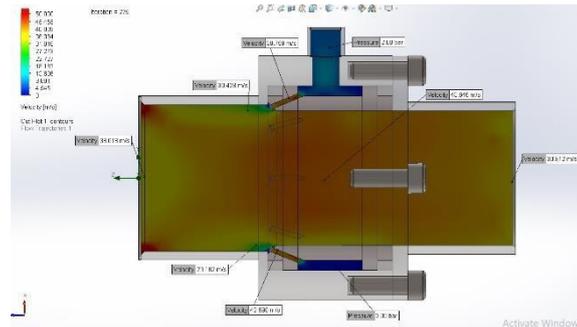
Dikarenakan hasil dari penuruan tekanan sehingga terjadi nilai kecepatan laju alirannya meningkat. Pada ujung saluran hisap nilai kecepatannya menunjukkan nilai 30 m/s sedangkan pada saluran buang nilai kecepatannya sebesar 34 m/s.

### Tekanan 2 Bar dan Diameter Ejector 1,5 mm



Gambar 15. Tools Probe Menunjukkan Nilai Tekanan Sebesar 0.16 Bar

Udaran kompresor dimasukkan yaitu sebesar 2 bar, dan Ketika di salurkan melalui ejector nozzle seketika terjadi penurunan tekanan udara. Ketika udara tepat setelah keluar dari saluran ejector nozzle terjadi penurunan tekanan udara yang ditunjukkan warna biru dan dengan tools probe menunjukkan nilai tekanan sebesar 0.16 bar.



Gambar 16. Saluran Buang Nilai Kecepatannya Sebesar 38 M/S

Dikarenakan hasil dari penurunan tekanan sehingga terjadi nilai kecepatan laju alirannya meningkat. Pada ujung saluran hisap nilai kecepatannya menunjukkan nilai 30 m/s sedangkan pada saluran buang nilai kecepatannya sebesar 38 m/s.

Analisa ini dilakukan dengan melakukan empat simulasi dengan variasi tekanan input kompresor yang memiliki nilai 1.5 bar dan 2.0 bar dan diameter nozzle berukuran 1 mm dan 1,5 mm. Harapannya agar mampu mengamati perbedaan dari tekanan input kompresor pada dalam pipa dan mampu melihat efek dari laju aliran dan tekanan pada desain tersebut.

Tabel 1. Hasil Simulasi Penuruna Tekanan Dan Nilai Kecepatan Aliran

Tekanan input (bar)	Diameter Ejektor (mm)	Penurunan Tekanan (bar)	Kecepatan aliran saluran hisap (m/s)	Kecepatan aliran saluran buang (m/s)
1,5	1	0.15 / $\Delta p$ 1,35	32 m/s	39 m/s
2	1	0.07 / $\Delta p$ 1.93	36 m/s	47 m/s
1,5	1,5	0.28 / $\Delta p$ 1,22	30 m/s	34 m/s
2	1,5	0.16 / $\Delta p$ 1,84	30 m/s	38 m/s



Gambar 17. Grafik Kecepatan Aliran Pada Saluran Buang

Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada diameter nozzle 1 mm menunjukkan nilai kecepatan pada tekanan 1.5 bar memiliki nilai 32 m/s lebih rendah dibandingkan dengan tekanan 2 bar, yang memiliki nilai kecepatan sebesar 36m/s. Namun Pada diameter nozzle sebesar 1.5 mm nilai kecepatan aliran dengan tekanan kompresor 1.5 dan 2 bar memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 30 m/s. Namun jika dilihat dari keseluruhan hasil simulasi terdapat perbedaan kecepatan aliran pada bagian tengah dari desain alat air

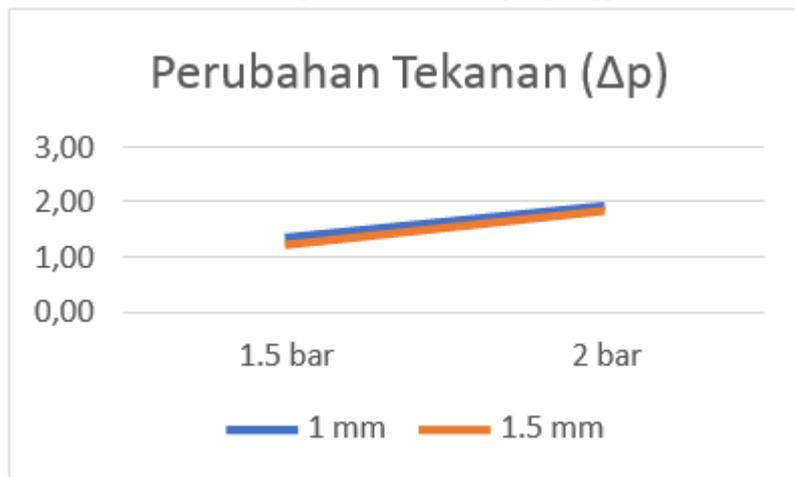
conveyor dengan nilai tekanan 1,5 dan 2 bar dengan masing masing memiliki nilai kecepatan 39 m/s dan 43 m/s.



Gambar 18. Grafik Kecepatan Aliran Pada Saluran Buang

Jika ditinjau dari bagian saluran buang, pada tekanan 2 bar memiliki nilai kecepatan aliran lebih tinggi, pada ukuran nozzle 1 mm yaitu 47 m/s dan pada diameter nozzle 1.5 mm yaitu 38 m/s. Sedangkan pada tekanan kompresor 1.5 bar, nilai kecepatan aliran 39 m/s pada ukuran nozzle 1 mm 34 m/s pada ukuran nozzle 1.5 mm.

Kondisi ini menunjukkan bahwa pada ukuran nozzle 5 mm, nilai kecepatan aliran udara lebih rendah dibanding dengan ukuran 1 mm. hal ini bisa terjadi karena pada ukuran nozzle 1.5 mm penurunan tekanan udara tidak terjadi secara maksimal disebabkan ukuran nozzle yang lebih besar Dan juga menimbulkan peningkatan kecepatan aliran udara tidak begitu memiliki nilai yang tinggi.



Gambar 19. Grafik Perubahan Tekanan

Jika ditinjau dari perubahan tekanan nilai perubahan tekanan tinggi terjadi Ketika tekanan kompresor 2 bar. Ketika ukuran nozzle 1 mm perubahan tekanan menunjukkan  $\Delta p$  1,93 bar, sedangkan pada 1.5 mm menunjukkan perubahan nilai tekanan  $\Delta p$  1,84 bar. Hal ini disebabkan karena nilai dari tekanan bersumber kompresor yang besar, kemudian di salurkan ke nozzle terjadi penurunan tekanan. Sedangkan pada 1.5 bar nilai penurunan tekanan pada nozzle 1 mm  $\Delta p$  1,35 bar dan pada nozzle 1.5 mm  $\Delta p$  1.22 bar.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan simulasi dari aliran fluida yang dilakukan pada flow simulation Software Solidwork 2018, model desain inline air conveyor, sehingga dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Ditinjau dari kecepatan aliran, pada bagian saluran hisap dan saluran buang dengan diameter 1 mm memiliki nilai yang lebih tinggi. Dibandingkan diameter nozzle 1,5 mm.
2. Ditinjau dari penurunan tekanan udara, tekanan input kompresor sebesar 2 bar memiliki nilai lebih besar dibandingkan tekanan input kompresor 1,5 bar.
3. Kecepatan aliran pada saluran hisap terbesar terdapat pada kondisi tekanan 2 bar dengan diameter nozzle 1 mm. sedangkan nilai terkecil terdapat pada kondisi tekanan input 1,5 bar dan 2 bar dengan diameter nozzle 1,5 mm.
4. Kecepatan aliran pada saluran buang terbesar terdapat pada kondisi tekanan 2 bar dengan diameter nozzle 1 mm. sedangkan nilai terkecil terdapat pada kondisi tekanan input 1,5 bar dengan diameter nozzle 1,5 mm
5. Penurunan tekanan terbesar terbesar terjadi pada kondisi tekanan 2 bar dan diameter nozzle 1 mm. sedangkan nilai terendah terjadi pada kondisi tekanan 1,5 bar dan diameter nozzle 1,5 mm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Abidin, K, and Wagiani, S. "Studi Analisis Perbandingan Kecepatan Aliran Air Melalui Pipa Venturi Dengan Perbedaan Diameter Pipa," *Program Studi Fisika*, 2015.
- [2]. Noviatry, R.A. Sarah et al., "Udara Tekan Dan Udara Instrumen," *Politeknik Negeri Sriwijaya*, 2013.
- [3]. Ridwan, R., & Setiawan, I. "Analisa Aliran
- [4]. Fluida Pada Pipa Spiral Dengan Variasi Diameter Menggunakan Metode Computational Fluid Dynamics (CFD)," *Program Studi Teknik Mesin*, 2012.
- [5]. Priyanto, E. S. "Analisa Aliran Fluida Pada Pipa Acrylic Diameter 12, 7 mm (0, 5 inci) dan 38, 1 mm (1, 5 inci)," *Program Studi Teknik Mesin*, 2008.