

Pengaruh Diameter Lubang Generator Vortex pada Tabung Vortex Terhadap temperature Udara yang Dihasilkan

Novi Saksono BM^a, Herman B Harja^b,

Jurusan Teknik Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Bandung 40135

^aEmail : novi @polman-bandung.ac.id

^bEmail : herman @polman-bandung.ac.id

ABSTRAK

Pada proses manufaktur diperlukan proses pendinginan diantaranya adalah pendinginan kotak panel listrik, pendinginan proses pemesinan. Pendinginan yang dimaksud adalah pendinginan dengan menggunakan udara. Udara yang digunakan untuk pendinginan diinginkan memiliki temperatur lebih rendah dari temperatur lingkungan. Udara dingin tersebut bersumber dari udara bertekanan yang dihasilkan oleh kompressor. Tabung vortex atau dikenal juga dengan istilah *Ranque-Hilsch vortex tube* adalah sebuah alat mekanikal yang digunakan untuk memisahkan aliran udara bertekanan menjadi udara panas dan udara dingin. Pada penelitian ini dirancang tabung vortex dengan desain diameter saluran keluar yang berbeda-beda. Parameter yang diamati adalah temperatur udara panas serta udara dingin yang dihasilkan dan kaitannya dengan diameter saluran keluar sisi dingin yang berbeda-beda. Temperatur yang dihasilkan dipengaruhi oleh besarnya diameter lubang keluaran dan tekanan udara yang dimasukkan pada tabung vortex. Generator vortex adalah bagian pada tabung vortex yang memiliki lubang dan terpasang pada sisi keluaran dingin. Generator vortex yang digunakan pada penelitian ini adalah Ø 4 mm, Ø 6 mm, Ø 8 mm, dan Ø 12 mm. Semakin besar diameter generator vortex untuk tekanan udara yang sama maka temperatur yang dihasilkan pada sisi panas dan dingin akan semakin tinggi. Temperatur tertinggi pada sisi panas adalah 70°C sedangkan temperatur terendah pada sisi dingin adalah -19°C.

Kata Kunci

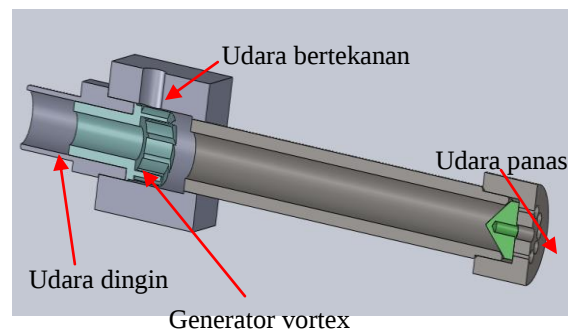
Tabung vortex, Generator vortex, udara dingin, udara panas.

1. PENDAHULUAN

Tabung vortex adalah suatu alat yang menghasilkan udara dingin dan udara panas dari sebuah aliran udara bertekanan. Tabung vortex dikenal juga dengan nama *Ranque-Hilsh tube*, ditemukan pertama kali oleh George J Ranque pada tahun 1933 dan diperbaiki oleh Rudolf Hilsch pada tahun 1947[1].

Mekanisme kerja dari tabung vortex adalah udara bertekanan dilewatkan melalui lubang masuk secara tangensial, sehingga udara berekspansi pada kecepatan tinggi. Aliran udara berputar kemudian dihasilkan di chamber dan udara bergerak secara spiral sepanjang sisi tabung, dan pada ujungnya terdapat katup. Pada saat katup ditutup sebagian, maka suatu laju aliran udara balik akan mengalir pada bagian sumbu tabung mulai dari sisi tekanan tinggi ke sisi tekanan rendah. Selama proses ini, perpindahan energi berlangsung antara udara balik dan udara maju, sehingga aliran udara balik yang terdapat pada sumbu tabung mempunyai temperatur jauh lebih rendah dari temperatur udara masuk, sedangkan aliran udara maju akan memanaskan dan bertemperatur jauh lebih tinggi dari temperatur udara masuk. Aliran udara masuk akan keluar melalui lubang ke sisi udara dingin, sedangkan aliran udara panas akan keluar melalui bukaan katup. Dengan mengatur bukaan katup, besar lubang keluaran dan tekanan udara masuk temperatur udara dingin dapat di ubah-ubah.

Tabung vortex dapat menghasilkan udara panas dan dingin dalam waktu yang bersamaan. Tabung vortex ini terdiri dari sebuah tabung panjang yang memiliki lubang masuk tangensial di dekat salah satu ujung dan katup kerucut pada ujung lainnya, seperti ditunjukkan gambar 1 berikut ini.



Gambar 1: Konstruksi Tabung Vortex

Beberapa percobaan tabung vortex telah dilakukan oleh para peneliti, data yang diambil untuk dibandingkan diantaranya adalah, diameter tabung, besarnya tekanan udara yang masuk di saluran inlet dan selisih temperatur yang terjadi. Maziar dan Yunpeng[2] melakukan percobaan dengan mengubah-ubah rasio antara diameter penutup sisi panas dan diameter tabung hal yang sama dilakukan juga oleh Singh, Tathgir dan Grewal [3]. Selain

itu Maziar dan Yunpeng [4] juga melakukan penelitian temperatur keluaran dengan mengubah-ubah sudut vortex. Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah pengaruh besar diameter keluaran sisi dingin terhadap temperatur dingin yang dihasilkan.

2. METODOLOGI

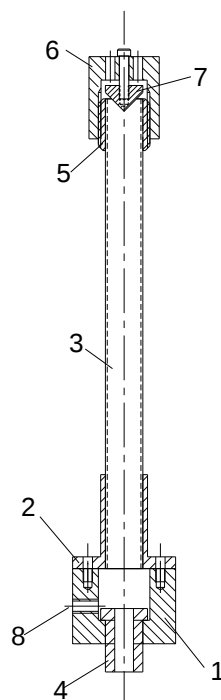
Pada penelitian ini yang dilakukan adalah membuat tabung vortex yang memiliki konstruksi generator vortex yang dapat diganti-ganti. Untuk setiap generator vortex yang terpasang pada tabung vortex diukur temperatur sisi dingin dan sisi panas. Pengukuran temperatur juga dilakukan untuk tekanan udara masuk yang berbeda-beda.

Konstruksi dengan generator vortex yang menghasilkan temperatur terendah yang selanjutnya akan digunakan untuk proses pendinginan.

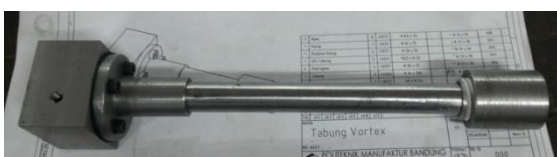
Konstruksi tabung vortex terdiri dari;

1. Kepala tabung
2. Flange
3. Pipa
4. Generator vortex
5. Bush ulir
6. Dudukan katup
7. Katup
8. Saluran udara masuk

Gambar konstruksi tabung vortex dapat dilihat pada gambar berikut



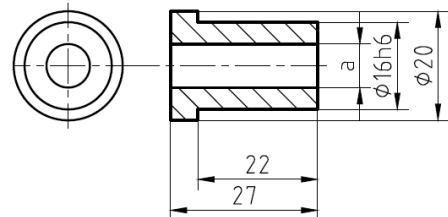
Gambar 2: Konstruksi tabung vortex



Gambar 3: Tabung vortex

3. PENGUJIAN

Pengujian tabung vortex yang dilakukan adalah dengan mengukur temperatur pada sisi keluaran udara dingin dan udara panas. Pengujian dilakukan untuk 4 kondisi konstruksi yang berbeda, perbedaan tersebut pada diameter generator vortex a seperti terlihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 4: Generator Vortex

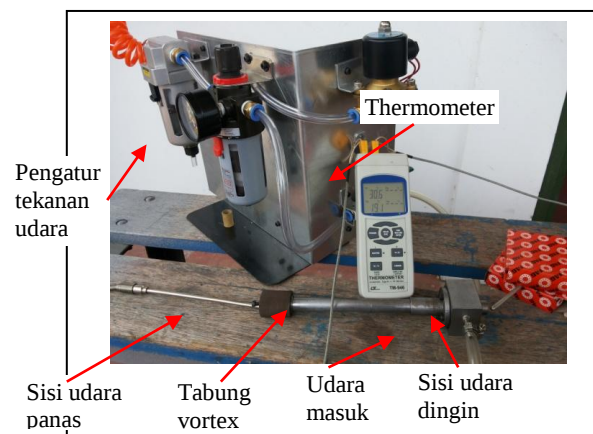
Ukuran diameter lubang generator vortex a adalah 4 mm, 6 mm, 8 mm, dan 12 mm.



Gambar 5: Generator vortex

Untuk masing-masing generator vortex diuji pada tekanan udara masuk yang berbeda-beda yaitu pada tekanan 2 bar, 4 bar dan 6 bar.

Skema pengujian dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini



Gambar 6: Skema Pengujian Tabung Vortex

Udara bertekanan yang berasal dari kompressor mengalir melalui filter yang kemudian mengalir ke pengatur tekanan (pressure regulator). Udara yang keluar dari pengatur

tekanan selanjutnya mengalir masuk kedalam tabung vortex.

Untuk masing-masing diameter generator vortex diuji pada tiga tekanan udara yang berbeda yaitu tekanan 2 bar, 4 bar dan 6 bar. Dari masing-masing pengujian dilakukan pengukuran temperatur pada kedua sisi keluaran udara dingin dan panas dengan menggunakan termometer digital.

4. HASIL PENGUJIAN

Pada pengujian yang dilakukan, udara bertekanan diatur tekanannya dengan menggunakan pressure regulator, sebelum masuk ke pressure regulator udara dari kompressor udara melalui water separator yang berfungsi untuk memisahkan uap air yang terdapat pada udara. Udara yang telah diatur besar tekanannya selanjutnya masuk ketabung vortex.

Hasil pengukuran temperatur pada kedua sisi keluaran tabung vortex untuk diameter generator vortex yang berlainan dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2 berikut.

Tabel 1: Temperatur Sisi Dingin

Tekanan (bar)	Temperatur (°C)			
	Ø 4	Ø 6	Ø 8	Ø 12
2	4	2	7	16
4	-9	-13	-7	10
6	-12	-19	-15	4

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa temperatur terendah yang dicapai adalah -19°C, yaitu pada tekanan udara 6 bar untuk diameter generator vortex 6 mm.

Tabel 2: Temperatur Sisi Panas

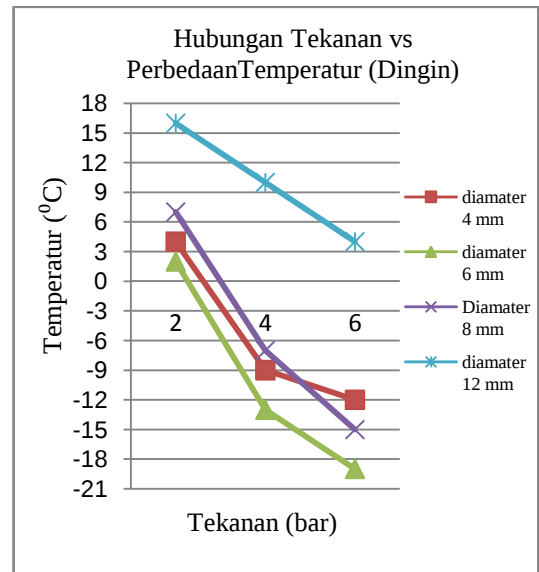
Tekanan (bar)	Temperatur (°C)			
	Ø 4	Ø 6	Ø 8	Ø 12
2	33	40	37	45
4	37	53	51	60
6	40	61	59	70

Sedangkan dari tabel 2 diatas dapat dilihat bahwa temperatur tertinggi yang dihasilkan adalah 70°C, yaitu pada tekanan udara 6 bar untuk diameter generator vortex 12 mm.

Perbedaan temperatur antara sisi dingin dengan sisi panas terbesar adalah 80°C pada tekanan 6 bar dan diameter generator vortex 6 mm.

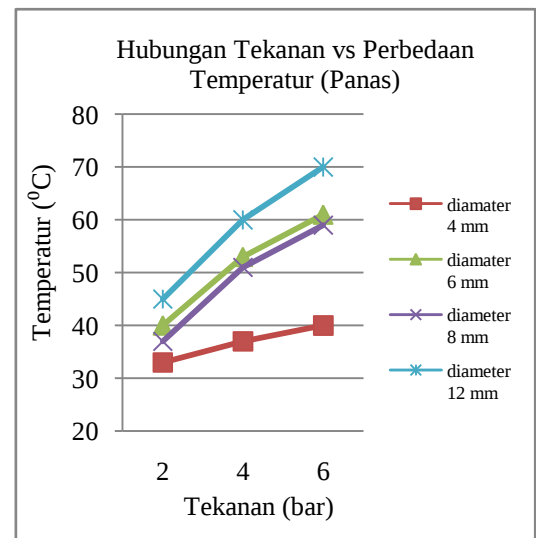
Sedangkan perbedaan terkecil adalah 29°C pada tekanan 2 bar untuk diameter generator vortex 4 mm dan 12 mm.

Data hasil pengukuran sisi udara dingin dapat dilihat pada grafik 1 berikut ini.



Grafik 1 Temperatur sisi dingin

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semangkin tinggi tekanan udara masuk maka temperatur udara dingin akan semakin rendah. Untuk setiap kondisi tekanan udara masuk, generator vortex berdiameter 6 mm memiliki temperatur lebih rendah dibandingkan dengan diameter yang lainnya. Data hasil pengukuran sisi udara panas dapat dilihat pada grafik 2 dibawah ini.



Grafik 2 Temperatur sisi panas

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semangkin naik tekanan udara masuk maka temperatur udara panas akan semakin tinggi.

Sedangkan temperatur tertinggi yang dapat dicapai adalah 70°C, yaitu untuk diameter generator vortex 12 mm pada tekanan udara masuk 6 bar. Untuk kondisi tekanan udara

yang sama dengan bertambah besarnya lubang generator vortex maka temperatur pada sisi panas dan dingin akan bertambah tinggi.

Udara bertekanan yang dimasukkan kedalam tabung vortex menghasilkan dua temperatur yang berbeda. Sisi dingin menghasilkan temperatur udara yang lebih rendah dari temperatur lingkungan. Sisi panas menghasilkan temperatur udara yang lebih tinggi dari temperatur lingkungan.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian pada penelitian ini adalah:

- Konstruksi tabung vortex dengan lubang generator vortex berbeda telah dihasilkan.
- Temperatur keluaran yang dihasilkan dipengaruhi oleh diameter generator vortex, semakin besar diameter generator vortex maka temperatur sisi panas dan dingin akan semakin tinggi.
- Temperatur dingin terendah dihasilkan oleh generator vortex dengan diameter lubang 6 mm pada tekanan yang sama yaitu -19°C .

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terima kasih kepada:

- DIKTI yang telah membiayai penelitian ini dengan program Hibah Bersaing.
- Jurusan Teknik Manufaktur Polman Bandung,
- Laboratorium Teknik Pemeliharaan Mesin Polman Bandung.
- UP3M Polman Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Giorgio De Vera. *The Ranque-Hilsch Vortex Tube*. May 10, 2010
- [2] Maziar Arjomandi, Yunpeng Xue, *An Investigation Of The Effect Of The Hot End Plugs On The Efficiency Of The Ranque-Hilsch Vortex Tube*, Journal of Engineering Science and Technology Vol. 2, No. 3 (2007) 211 – 217 © School of Engineering, Taylor's University College.
- [3] P K Singh, *An Experimental Performance Evaluation of Vortex Tube*, IE (I) Journal.MC Vol 84, January 2004.
- [4] Maziar Arjomandi, Yunpeng Xue, *Influence Of The Vortex Angle On The Efficiency Of The Ranque-Hilsch Vortex*, School of Mechanical Engineering, The University of Adelaide, Adelaide, Australia.