



Analisis Pulley dan V-Belt Pada Perancangan Sistem Transmisi Wind Tunnel Bertenaga Angin Exhaust Fan

Farid Bagus Ariyadi Putra¹, Abdul Choliq²

¹Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No.1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail: faridbagus.ariyadiputra@gmail.com¹

Masuk : 24 Oktober 2022

Direvisi : 31 Oktober 2022

Disetujui : 23 November 2022

Abstrak: Penggunaan pulley dan v-belt sebagai sistem transmisi sering mengalami ketidaksesuaian dalam ukuran diameter pulley, jenis maupun ukuran v-belt yang digunakan. Kondisi ini umum terjadi pada mesin-mesin rakitan sendiri (non-fabrikasi). Hal ini tentu sangat berpengaruh terhadap besaran torsi yang dapat ditransmisikan dari poros penggerak ke poros yang digerakan. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis diameter pulley dan jenis v-belt yang ideal hingga diperoleh besaran torsi optimum serta efisien dalam penerapannya. Metode yang digunakan adalah metode analitik yang dilakukan dengan perhitungan menggunakan rumus-rumus baku pada elemen mesin. Perhitungan yang dilakukan dalam perancangan sistem transmisi wind tunnel bertenaga angin exhaust fan ini meliputi ukuran diameter pulley, kecepatan linier pada pulley, daya perencanaan, jarak sumbu poros, panjang belt, jenis v-belt dan besaran torsi yang dapat ditransmisikan. Dalam perhitungan perancangan sistem transmisi ini diperoleh hasil ukuran diameter pulley penggerak 300 mm dan untuk pulley yang digerakan 100 mm, rasio kecepatan pada pulley yang digerakan 4680 m/s, daya perencanaan 3,15 kW, jarak sumbu poros 613 mm, panjang belt 1854 mm, Kecepatan linier pada v-belt adalah 24,5 m/s, jenis v-belt type A dan untuk besaran torsi yang dapat ditransmisikan 655,57 Kgf.mm

Kata kunci: Sistem transmisi; Pulley dan V-Belt; Exhaust fan; Wind Tunnel

Abstract: The use of pulleys and v-belts as a transmission system often experiences discrepancies in the size of the pulley diameter, the type and size of the v-belt used. This condition is common in self-assembled (non-fabricated) machines. This of course greatly affects the amount of torque that can be transmitted from the drive shaft to the driven shaft. In this study an analysis of the ideal pulley diameter and type of v-belt will be carried out in order to obtain the optimum torque and efficient application. The method used is an analytical method which is carried out by calculating using standard formulas on machine elements. The calculations performed in the design of the wind tunnel transmission system powered by wind exhaust fans include the size of the pulley diameter, linear speed on the pulley, design power, shaft axis distance, belt length, type of v-belt and the amount of torque that can be transmitted. In calculating the design of this transmission system, the results obtained are the size of the drive pulley diameter of 300 mm and for the driven pulley 100 mm, the speed ratio on the driven pulley is 4680 m/s, the planning power is 3.15 kW, the shaft axis distance is 613 mm, the belt length is 1854 mm, The linear speed of the v-belt is 24.5 m/s, the type of v-belt is type A and the amount of torque that can be transmitted is 655.57 Kgf.mm

Keywords: Transmission system; Pulley and V-Belt; Exhaust fan, Wind Tunnel

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang semakin pesat mampu menciptakan banyak sekali peralatan yang tentunya sangat berguna bagi manusia untuk melakukan aktivitasnya. Dalam perkembangannya, inovasi teknologi semakin hari juga semakin beragam dan semakin canggih seiring dengan kebutuhan manusia yang semakin meningkat tidak terkecuali dalam bidang manufaktur salah satunya adalah dalam bidang aerodinamika.

Untuk menganalisis kinerja mekanika terbang (*flight mechanic*) dari suatu benda terbang (*aerial vehicle*) atau kondisi benda dalam aliran udara seperti konstruksi gedung pencakar langit, lingkungan perkotaan dan lain-lain

dibutuhkan suatu alat uji yang dikenal dengan sebutan terowongan angin (*Wind Tunnel*), ini merupakan alat yang digunakan dalam penelitian aerodinamika dan untuk mempelajari karakteristik aliran udara.

Wind tunnel digunakan untuk mensimulasikan keadaan sebenarnya pada suatu benda yang berada dalam pengaruh gaya-gaya aerodinamika dalam bidang aeronautika, berfungsi untuk membantu proses analisis besaran aerodinamika yang dialami suatu benda. Terowongan angin (*wind tunnel*) merupakan peralatan yang sangat penting untuk penelitian tentang aerodinamika antara lain tentang karakteristik udara atau gas ketika melewati obyek tertentu. *Wind tunnel* dapat menghasilkan udara dengan kecepatan aliran konstan dan seragam dengan tingkat turbulensi yang rendah (Matus et al., n.d.).

Terdapat beberapa bagian yang mendukung kinerja dari alat ini, yaitu kompresor biasa juga disebut dengan istilah fan sebagai sumber tenaga yang menghasilkan tekanan angin, test section yang merupakan area objek penelitian selanjutnya dan juga *tunnel dimension / diffuser* yang merupakan lintasan aliran udara (Handayani, n.d.).

Dewasa ini wind tunnel bukan hanya diperuntukan sebagai alat penelitian dilaboratorium saja, seiring perkembangan waktu fungsi dari *wind tunnel* itu sendiri semakin meluas diantaranya difungsikan sebagai alat vacuum debu berkapasitas besar yang biasa di gunakan pada pabrik-pabrik industri maupun pada gedung – gedung bertingkat dan juga sebagai alat simulasi terjun payung (*indoor skydiving*) dan masih banyak yang lainnya. Hal tersebut yang menjadi latar belakang untuk melakukan observasi dan penelitian untuk merancang sebuah perangkat *wind tunnel* yang dapat menghasilkan sumber energi listrik alternatif sekaligus sumber energi terbarukan.

Dengan menerapkan metode sirkulasi energi dimana penelitian yang akan dilakukan adalah dengan memanfaatkan energi angin yang dibuang keluar (*waste energi*) dari *exhaust fan* di area parkir Universitas Pamulang Viktor, selanjutnya akan digunakan untuk memutar generator sehingga mampu menghasilkan sumber energi listrik. Secara garis besar pada penelitian kali ini akan didesain sebuah perangkat *wind tunnel* sebagai pemanen daya angin dari *exhaust fan* (Aji Saputra et al., 2021) dan pada *test section area wind tunnel* akan diberi beban berupa turbin. Dengan adanya tekanan angin yang berasal dari *exhaust fan*, akan dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin yang terdapat pada *wind tunnel* sekaligus memutar *pulley* yang berada pada satu poros dengan turbin tersebut. selanjutnya gaya putar akan diteruskan dengan menggunakan *v-belt* yang terhubung dengan *pulley* kecil yang berada diporos generator.

Selain itu karena belum adanya penelitian sebelumnya yang membahas tentang pemanfaatan metode sirkulasi energi angin dari *exhaust fan* ini untuk itu penelitian diawali dengan proses perancangan. Penelitian perancangan *wind tunnel* sebagai pemanen daya angin dari *exhaust fan* dilakukan secara berkelompok dan fokus penelitian yang dilakukan adalah untuk menentukan ukuran diameter *pulley* dan ukuran *v-belt* yang paling ideal sebagai sistem transmisi pada turbin terhadap generator agar diperoleh momen gaya maksimal, untuk itu penelitian yang dilakukan diberikan judul “Analisis Pulley dan V-Belt pada perancangan sistem transmisi *wind tunnel* bertenaga angin *exhaust fan*”. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan ukuran diameter *pulley* dan *v-belt* yang paling ideal sebagai sistem transmisi pada perancangan *wind tunnel* ini serta untuk menghitung momen gaya/torsi yang bekerja pada *pulley*.

METODOLOGI

Beberapa tahapan dilakukan pada proses analisis pulley dan v-belt pada perancangan sistem transmisi wind tunnel bertenaga angin exhaust fan ini. Penelitian dilaksanakan di output blower area yang berada di balkon sisi depan Gedung B Universitas Pamulang Viktor dengan didampingi oleh team maintenance. Studi literatur dan observasi dilakukan untuk menambah pemahaman lebih spesifik lagi agar nanti dalam proses perencanaan serta pengaplikasiannya lebih terarah. Proses pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Juli 2022 sampai dengan bulan Februari 2022, diawali dengan agenda persiapan penelitian, pengambilan data dan perhitungan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa perhitungan dalam penelitian ini diawali dengan perhitungan perencanaan daya yang terjadi pada *pulley* penggerak. Diketahui pada perancangan desain *wind tunnel* bahwa posisi turbin berada pada satu poros dengan *pulley* penggerak, untuk itu jumlah putaran yang dihasilkan oleh turbin sama dengan jumlah putaran *pulley* penggerak. Berikut perhitungannya:

1. Perhitungan Daya

Sebelumnya akan dihitung terlebih dahulu hubungan antara daya dengan torsi (momen daya). Hubungan antara daya dengan torsi (momen daya) dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

a. Perhitungan daya perencanaan

$$P_d = \frac{(\tau/1000)(2\pi n_1/60)}{102} \quad (1)$$

$$P_d = \frac{(\tau/1000)(2\pi n_1/60)}{102}$$

$$P_d = \frac{(1972,6/1000)(2 \times 3,14 \times 1560/60)}{102}$$

$$P_d = 3,15 \text{ kW}$$

b. Perhitungan daya yang dihasilkan

$$P_d = f_c \cdot P \quad (2)$$

$$P = P_d / f_c$$

$$P = 3,15 / 1,8$$

$$P = 1,75 \text{ kW}$$

2. Perhitungan Pulley

Dalam perhitungannya, pertama ditentukan ukuran pulley penggerak berdasarkan table standart diameter pulley. Dalam hal ini diasumsikan ukuran diameter pulley penggerak $n_1 = 300$ mm dan ukuran diameter pulley yang digerakan $n_2 = 100$ mm. Jumlah putaran diameter pulley penggerak $n_1 = 1560$ rpm. Selanjutnya dilakukan perhitungan sebagai berikut:

a. Perhitungan jumlah putaran n

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (3)$$

$$n_2 = \frac{n_1 \times D_1}{D_2}$$

$$n_2 = \frac{1560 \times 300}{100}$$

$$n_2 = 4680 \text{ rpm}$$

b. Maka Kecepatan Linier (v_p)

$$v_p = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60 \times 1000} \quad (4)$$

$$v_p = \frac{\pi \times 300 \times 1560}{60 \times 1000}$$

$$v_p = 24,5 \text{ m/s}$$

3. Perhitungan V-Belt

Dalam memilih belt yang akan digunakan nilai berdasarkan pada daya perencanaan $P_d = 3,6$ kW dan putaran pulley yang berukuran kecil, dalam hal ini menggunakan ukuran pulley yang digerakan $n_2 = 4680$ rpm. Dengan menggunakan diagram pemilihan v-belt maka diasumsikan pemakaian type A dengan sudut alur (α) = 40°, kedalaman alur (t) = 9,0 mm, lebar alur (a) = 12,5 mm. Perhitungan yang dilakukan sebagai berikut:

a. Panjang belt (L)

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{1}{4C}(D_2 - D_1)^2 \quad (5)$$

$$L = 2 \times 600 + \frac{\pi}{2}(300 + 100) + \frac{1}{4 \times 600}(100 - 300)^2$$

$$L = 1844,6 \text{ m}$$

$$L = 1854 \text{ m} \text{ (nilai yang mendekati berdasarkan table standar v-belt)}$$

b. Pengecekan jarak poros

$$b = 2L - \pi(D_1 + D_2) \quad (6)$$

$$b = 2 \times 1854 - 3,14(300 + 100)$$

$$b = 2452$$

Selanjutnya

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_2 - D_1)^2}}{8}$$

$$C = \frac{2452 + \sqrt{2452^2 - 8(100 - 300)^2}}{8}$$

$$C = 613 \text{ mm}$$

c. Jumlah putaran belt (u):

$$= \frac{v}{L} \quad (6)$$

$$u = \frac{24,5}{1854}$$

$$u = 0,0132 \text{ putaran / satuan panjang}$$

d. Maka gaya keliling belt (F_{efektif})

$$F_{\text{efektif}} = \frac{102 P_d}{v} \quad (7)$$

$$F_{\text{efektif}} = \frac{102 \times 6,5}{24,5}$$

$$F_{\text{efektif}} = 27,06 \text{ kgf}$$

e. Sudut Kontak

$$\alpha = 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{613} \cdot 60^\circ \quad (8)$$

$$\alpha = 180^\circ - \frac{100 - 300}{613} \cdot 60^\circ$$

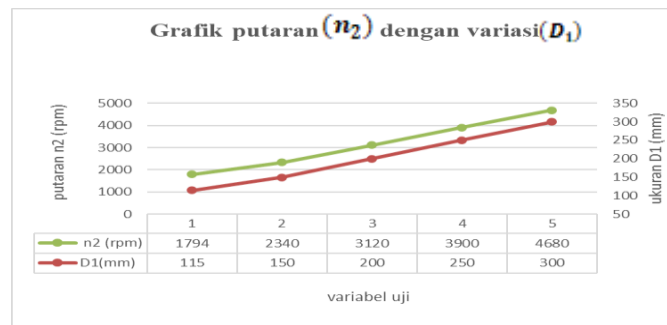
$$\alpha = 199,5^\circ$$

Dimana 1 rad = 57,32 sehingga

$$\alpha = \frac{199,5}{57,32}$$

$$\alpha = 3,48 \text{ rad}$$

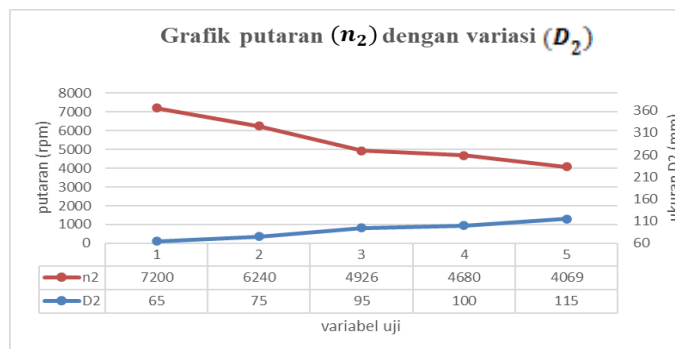
4. Perhitungan putaran (n) dengan variasi pulley penggerak (D_1)



Gambar 1 Grafik putaran (n_2) variasi (D_1)

Grafik putaran n_2 (rpm) variasi ukuran D_1 menunjukkan perbandingan hasil pengujian perhitungan putaran dengan 5 variasi ukuran diameter pulley penggerak. Garis hijau pada grafik menunjukkan jumlah putaran yang terjadi pada pulley yang digerakan (n_2) pada saat ukuran diameter pulley berubah. Dapat dilihat bahwa semakin kecil ukuran diameter pulley maka berpengaruh terhadap jumlah putaran pulley yang menurun. Didapatkan hasil jumlah putaran tertinggi sebesar 4680 rpm dengan ukuran diameter pulley $D_1 = 300$ (mm).

5. Perhitungan putaran (n) dengan variasi pulley penggerak (D_2)



Gambar 2 grafik putaran (n_2) variasi (D_2)

Keterangan pada gambar 4.11 Grafik putaran n_2 (rpm) variasi ukuran D_2 menunjukkan perbandingan hasil pengujian perhitungan putaran dengan 5 variasi ukuran diameter pulley penggerak. Garis merah pada grafik

menunjukkan jumlah putaran yang terjadi pada *pulley* yang digerakan (n_2) pada saat ukuran diameter *pulley* berubah. Dapat dilihat bahwa semakin kecil ukuran diameter *pulley* maka berpengaruh terhadap jumlah putaran *pulley* yang bertambah. Dengan memperhatikan resiko slip yang terjadi pada *pulley* yang digerakan didapatkan nilai $D_2 = 100\text{mm}$

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang analisis *pulley* dan *v-belt* pada perancangan sistem transmisi wind tunnel bertenaga angin exhaust fan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Ukuran diameter *pulley* penggerak (D_1) ideal adalah **300 mm**, *type pulley* C dengan sudut alur (α) = 36° , kedalaman alur (t) = 19 mm, lebar alur (a) = 20 mm dan rasio kecepatan (n_1) = **1560 rpm**. Untuk ukuran diameter *pulley* yang digerakan (D_2) ideal adalah **100 mm**, *type pulley* A, dengan sudut alur (α) = 34° , kedalaman alur (t) = 12 mm, lebar alur (a) = 12 mm dan untuk rasio kecepatan (n_2) = **4680 rpm** dengan persentase slip 0,6 %.
2. Jenis *v-belt* ideal pada perancangan sistem transmisi ini adalah **type A** dari bahan karet dengan sudut Alur (α) = 40° , kedalaman alur (t) = 9,0 mm, lebar alur (a) = 12,5 mm. Panjang ukuran *v-belt* 1854 mm dengan jarak antar poros adalah 613mm. Kecepatan linier pada *v-belt* adalah $v_p = 24,5 \text{ m/s}$ dengan jumlah putaran *belt* (u) = **0,0132 putaran / satuan panjang**
3. Dengan rasio kecepatan *pulley* yang digerakan (n_2) = **4680 rpm**, diperoleh besaran torsi (T) sebesar **655,57 kgf.mm**. Untuk nilai daya yang direncanakan (P_d) = **3,15 kW**

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdillah, R., Yopa, Prawatya, E., & Wicaksono, R. A. (2021). Optimasi Desain Terowongan Angin Tipe Sirkuit Terbuka Menggunakan Metode Computer-Aided Simulation And Taguchi (CAST) (1)*. In *Prawatya & Wicaksono* (Vol. 2, Issue 2).
- [2] Aji Saputra, R., Gede Indra Partha, C., Wayan Sukerayasa, I., & Bukit, U. (2021). *Rancang Bangun Sistem Pemanen Energi Angin Exhaust Fan Turbin Angin Sumbu Horizontal Dengan Pengarah Angin (Wind Tunnel)* (Vol. 8, Issue 2).
- [3] Dea Novitasari Yulita. (2018). *Perhitungan Ulang Transmisi Sabuk Dan Puli Serta Pemilihan Alternator Pada Kinetic Flywheel Conversion I (KFC I) Untuk Memaksimalkan Kinerja Alat Di Terminal BBM Surabaya Group-Pertamina Perak*.
- [4] Handayani, S. U. (n.d.). *Prosiding PNES II 2014 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang Terowongan Angin Tipe Terbuka Sebagai Sarana Pengujian Aerodinamika*.
- [5] Ir. Sularso, M. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin* (kiyokatsu suga, Ed.; Vol. 8).
- [6] Ir. Sularso, M. (2014). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin* (kiyokatsu suga, Ed.; 2014th ed., Vol. 11).
- [7] Teknik Mesin Mistek, J., & Amirudin, A. (2020). *Analisi Kinerja Pada Mesin Pengiris Singkong Dengan Kapasitas 100 Kg/jam*. 1(1), 2747–1497.