

ANALISA POROS ENKOL DAN BATANG PENGHUBUNG PADA ALAT PERAGA PRAKTIKUM KOMPRESOR TORAK

Abdul Latif¹⁾, Budi Hartono¹⁾, Dwi Yuliaji¹⁾

¹⁾Fakultas Teknik & Sains Universitas Ibn Khaldun Bogor

Email: latif021993@gmail.com

ABSTRAK

“ANALISA POROS ENKOL DAN BATANG PENGHUBUNG PADA ALAT PERAGA PRAKTIKUM KOMPRESOR TORAK” adalah penelitian yang dilakukan dengan analisa kinematika dan gaya statis pada poros engkol dan batang penghubung (*displacement*, kecepatan, dan percepatan) dengan menggunakan variasi *pulley* 3 inch, 4 inch, dan 5 inch. Dari hasil perhitungan secara analitik berdasarkan sudut “0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, 210°, 240°, 270°, 300°, 330°, 360°” dengan variasi *pulley* pada motor menggunakan diameter 3 inch (700 RPM), 4 inch (933,333), dan 5 inch (1166,67 RPM) dapat disimpulkan bahwa nilai *displacement* yang terkecil dengan nilai 0 m pada sudut 0° dan 360°, kemudian *displacement* yang terbesar terjadi pada sudut 150° untuk masing – masing *pulley* dengan nilai 0,03985691 m. Hasil perhitungan secara analitik yang terbesar terjadi pada *pulley* 5 inch dengan nilai sudut kecepatan sebesar 2,5641672 m/s terjadi pada sudut 90°, dan nilai kecepatan yang terkecil sebesar -2,5641672 m/s terjadi pada sudut 90° dan 270°. Kemudian untuk nilai percepatan terjadi pada *pulley* dengan diameter 5 inch dengan nilai sudut percepatan sebesar 2,89051575 m/s terjadi pada sudut 270°. Berdasarkan dari data perhitungan secara analitik diatas dapat disimpulkan semakin tinggi putaran poros engkol maka kecepatan dan percepatan sudut akan semakin tinggi juga dan akan mengakibatkan batang penghubung mengalami deformasi dan efek fleksibilitas dan menimbulkan ketidakstabilan, dan ketika tekanan pada permukaan piston semakin besar, akan menimbulkan gaya yang lebih besar pada *connecting rod* dan mengakibatkan nilai torsi semakin tinggi.

Kata Kunci: *Analisa Kinematis, Analisa Poros Engkol, Batang Hubung, Kecepatan, dan Percepatan.*

ABSTRACT

“*Analysis of crankshaft and connecting rods on the practicum props of the torak compressor*” is a research conducted by kinematics analysis and static style on crankshaft and connecting rods (*displacement, velocity, and acceleration*) by using a variation of *pulley* 3 inch, 4 inch, and 5 inch. From the results of the calculation analytically based on the angle of “0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, 210°, 240°, 270°, 300°, 330°, 360°” with *pulley* variations on the motor use a 3 inch diameter (700 rpm), 4 inches (933,333), and 5 inch (1166.67 rpm) can be concluded that the smallest *displacement* value with a value of 0 m at an 0° and 360° angle. Then the biggest *displacement* occurred at an angle of 150° for each *pulley* with a value of 0.03985691 m. The biggest analytical calculation results occur on a 5 inch *pulley* with a speed angle value of 2.5641672 m / s occur at an angle of 90° and the smallest speed value of -2.5641672 m / s occurs at an angle of 90° and 270°. Then for the acceleration value occurring on the *pulley* with a diameter of 5 inch with the acceleration angle value of 2.89051575 M / S occurs at an angle of 270°. Based on the analytic calculation data above it can be concluded that the higher the rotation of the crank shaft, the speed and angle acceleration will be higher and will produce the stem and the effect of flexibility and cause instability, and when the pressure on the surface of the piston is getting bigger, it will cause the style greater *connecting rod* and produce a higher torque value.

Keywords : *Acceleration, Crank Axis Analysis, Connecting Rod, Displacement, Kinematic Analysis, and Velocity.*

1. PENDAHULUAN

Disetiap Institusi Perguruan Tinggi alat praktikum merupakan bagian dari media pembelajaran yang sangat berguna untuk menunjang kegiatan belajar dan pengembangan sains. Pada program studi teknik mesin alat peraga praktikum sangat dibutuhkan. Salah satu alat peraga yang dibutuhkan yaitu jenis alat uji udara bertekanan dengan sistem kompresi menggunakan kompresor.

Kompresor adalah mesin atau alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan tekanan atau memampatkan fluida gas atau udara. Ada berbagai jenis kompresor, salah satu diantaranya yaitu kompresor torak yang merupakan jenis kompresor perpindahan positif. Bagian kompresor yang memampatkan fluida gas atau udara adalah Pompa Torak yang merupakan komponen utama dalam kinerja kompresor, didalam pompa torak terdapat bagian utama yang sangat penting untuk kinerja pompa torak tersebut yaitu *connecting rod* dan torak yang akan memampatkan fluida gas atau udara bertekanan yang mengisi tabung kompresor. *Connecting rod* terbuat dari baja tempa karena memerlukan kekuatan yang besar dan ketahanan yang cukup terhadap keausan. Torak harus cukup tebal untuk menahan tekanan dan terbuat dari bahan yang cukup kuat. Untuk mengurangi gaya inersia dan getaran yang ditimbulkan oleh gerak bolak-balik, torak harus dirancang se-ringan mungkin. bentuk harus sesuai agar dapat mengatasi pengaruh pemuaian karena pemanasan pada langkah kompres. Untuk tekanan kurang dari 50 kgf/cm² (4.9 Mpa) umumnya dipakai besi cor sebagai bahan silinder (Sularso, Tahara, 1996).

Mekanisme kerja *connecting rod* dan torak pada pompa torak merupakan mekanisme sistem engkol peluncur yang pokok pada kerja pompa torak. Kecepatan dan percepatan pada mekanisme engkol peluncur dapat diselesaikan dengan analisa matematis dengan ilmu ukur segitiga (trigonometri) (Holowenko, A.R, 1992). Mekanisme *connecting rod* dan torak merupakan suatu sistem gerak yang sederhana yang terdiri dari 4 batang hubung, dimana pemakaiannya sangat umum dalam kehidupan sehari-hari. Salah satunya adalah mekanisme engkol peluncur, dimana salah satu batang hubung berputar terhadap poros batang hubung yang diam dan batang hubung yang lain bergerak meluncur dengan arah linier. Aplikasi berupa alat dengan mekanisme engkol peluncur yang telah dilakukan

penelitian antara lain terdapat pada motor bakar (Holowenko, A.R, 1992).

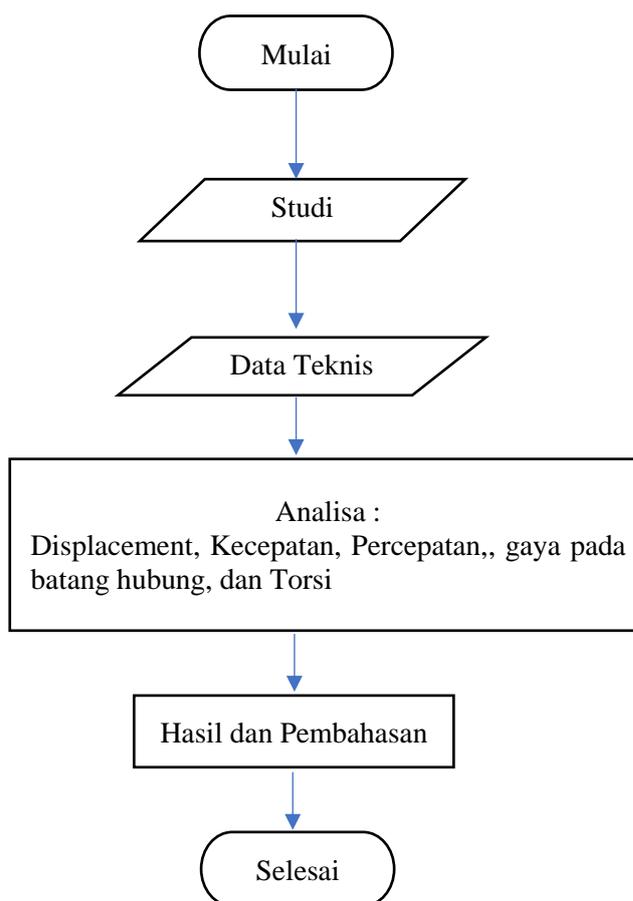
Mengingat pentingnya peranan komponen *Connecting rod* dan Torak pada kompresor Torak, maka dalam skripsi ini penulis mengambil judul: Analisa Poros Engkol dan batang Penghubung pada alat praga praktikum kompresor torak.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada alat praktikum kompresor torak dengan melakukan perhitungan analitik.

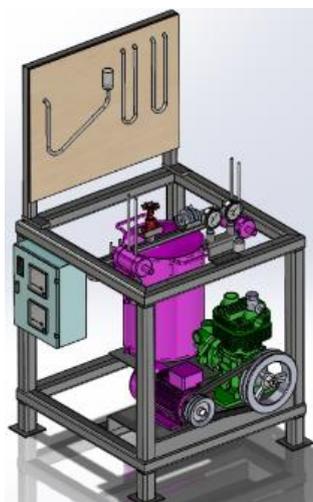
Diagram Alir (*Flow Chart*) Penelitian

Berikut dibawah ini Diagram alir (*Flowchart*) penelitian perancangan kompresor torak.



Gambar 1 *Flow chart* (diagram alir Penelitian)

Desain alat peraga praktikum kompresor torak yang baru dijelaskan pada Gambar 3.3 berikut



Gambar 2 Desain Alat Kompresor Torak

Data spesifikasi alat uji kompresor adalah sebagai berikut:

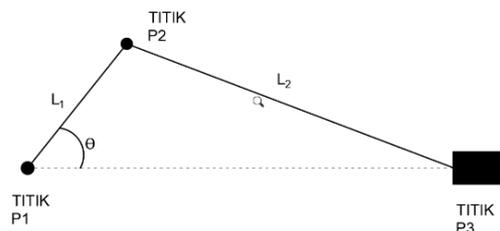
Tabel 1 Spesifikasi Komponen

No	Uraian	Spesifikasi
1	Motor listrik	Daya : 1.491 watt
		Putaran : 1400 rpm
2	Puli driver	Diameter puli ke-1 : 3 inch
		Diameter puli ke-2 : 4 inch
		Diameter puli ke-3 : 5 inch
3	Puli driven	Diameter : 6 inch
4	Piston	Diameter : 80 mm
		Langkah : 40 mm
5	Batang Penghubung	Panjang : 82,5 mm
6	Poros engkol	Panjang : 21 mm

Data tabel 1 dari spesifikasi alat kompresor torak digunakan untuk analisa perhitungan dengan metoda trigonometri untuk mencari *displacement*, kecepatan, percepatan, dan torsi dengan variasi pulley 3 inch (700 RPM), 4 inch (933,333 RPM), dan 5 inch (1166,667 RPM). dengan masing - masing pulley diperoleh kecepatan sudut 3 inch (73,3 rad/s), 4 inch (97,7035 rad/s), dan 5 inch (122,1032 rad/s).

2.1 Analisa Perhitungan

Rumus yang digunakan untuk menganalisa *displacement*, kecepatan, percepatan, dan Torsi adalah:



Gambar 3 Representasi Vektor [6]

Perpindahan posisi piston X menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$X = L_2 \cdot \left[(1 - \cos(\theta)) + \left(n^2 - (\sin(\theta))^2 \right)^{1/2} \right] \quad (3)$$

Persamaan matematis vektor mekanisme engkol peluncur dari kecepatan piston adalah [9]:

$$V = L_1 \cdot \omega \cdot \left[\sin(\theta) + \frac{\sin(2\theta)}{2n} \right] \quad (4)$$

Sehingga Percepatan piston adalah

$$a = L_1 \cdot \omega^2 \cdot \left[\cos(\theta) + \frac{\cos(2\theta)}{n} \right] \quad (5)$$

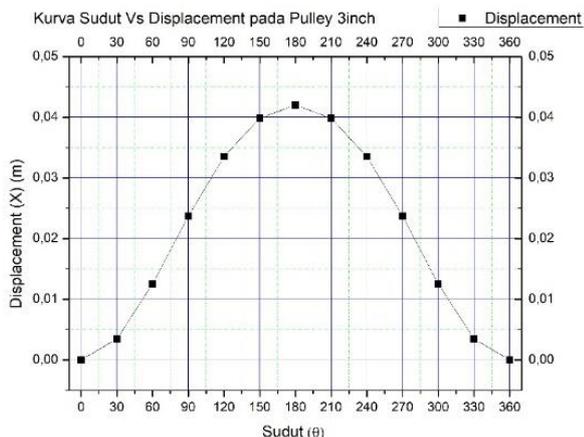
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tabel 4.1 adalah tabel *displacement*, kecepatan, dan percepatan hasil dari perhitungan secara analitik menggunakan variasi pulley 3 inch pada motor dan menghasilkan 700 RPM pada poros engkol kompresor torak, dengan sudut putar engkol 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°, 210°, 240°, 270°, 300°, 330°, 360°.

Tabel 2 Tabel Hasil Analisa *Displacement*, Kecepatan, dan percepatan menggunakan Pulley 3 inch (700 RPM)

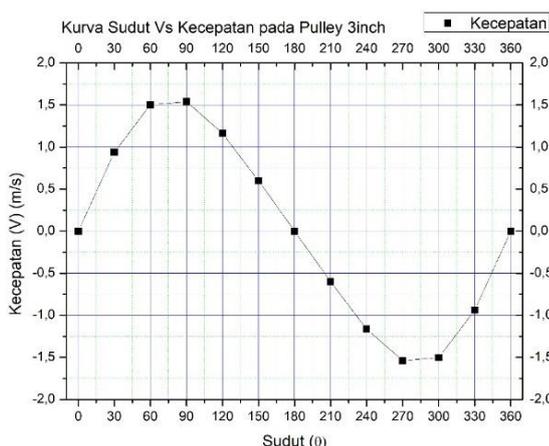
No.	Sudut	X Displacement (m)	V Kecepatan (m/s)	a Percepatan (m/s ²)
1	0	0	0	141,551
2	30	0,0034849	0,93931	112,071
3	60	0,0125293	1,50269	42,0550
4	90	0,0237174	1,5393	-28,7205
5	120	0,0335293	1,16336	-70,7756
6	150	0,0398569	0,59998	-83,3511

7	180	0,042	-	4,8004E-17	-84,1101
8	210	0,0398569	-0,59998	-83,3511	
9	240	0,0335293	-1,16336	-70,7756	
10	270	0,0237174	-1,5393	-28,7205	
11	300	0,0125293	-1,50269	42,0550	
12	330	0,0034849	-0,93931	112,071	
13	360	0	0	141,551	



Gambar 4 Kurva Sudut (θ) Vs Displacement (X) dengan Variasi Pulley 3 Inch (700 RPM)

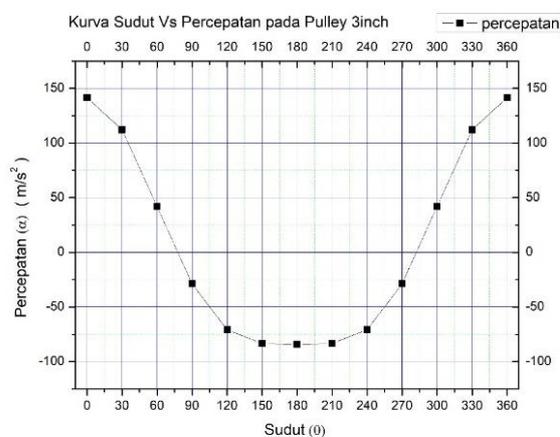
Pada gambar 4.2 adalah kurva sudut putar engkol $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ, 360^\circ$ Vs Displacement berdasarkan hasil perhitungan secara analitik pada pulley 3 inch dengan putaran poros 700 rpm



Gambar 5 Grafik Sudut (θ) Vs Kecepatan (v) dengan Variasi Pulley 3 Inch (700 RPM)

Pada gambar 4.3 merupakan kurva hasil perhitungan secara analitik pada sudut putar engkol $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ,$

$240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ, 360^\circ$ Vs kecepatan torak menggunakan variasi pulley 3 inch pada motor yang menghasilkan putaran 700RPM pada poros engkol pompa torak.



Gambar 6 Kurva Sudut (θ) Vs Percepatan (α) dengan Variasi Pulley 3 Inch (700 RPM)

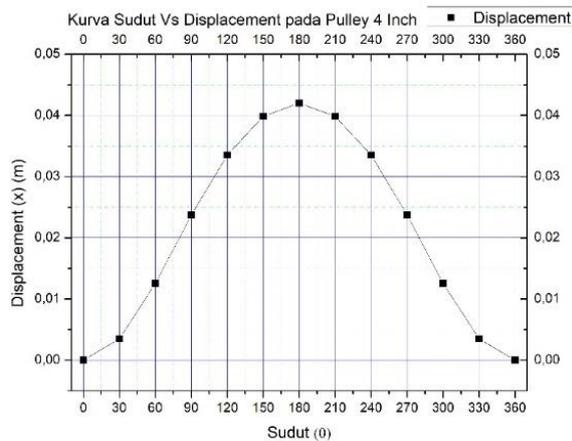
Pada gambar 4.4 merupakan kurva sudut $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ, 360^\circ$ Vs Percepatan yang diperoleh dari hasil perhitungan secara analitik menggunakan variasi pulley 3 inch pada motor yang menghasilkan 700 RPM pada poros engkol pompa torak.

Tabel 4.2 adalah tabel displacement, kecepatan, dan percepatan dari hasil perhitungan secara analitik menggunakan variasi pulley 4 inch pada motor, dan menghasilkan putaran poros engkol 933,333 RPM dengan sudut putar engkol $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ, 360^\circ$.

Tabel 3 Hasil Analisa Displacement, Kecepatan, dan percepatan menggunakan Pulley 4 inch (933,333 RPM)

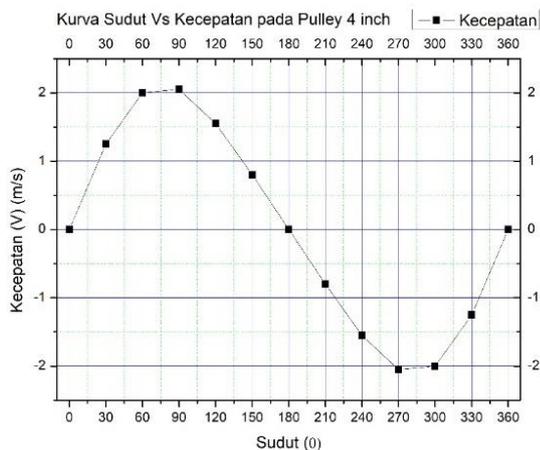
No.	Sudut θ	X Displacement (m)	V Kecepatan (m/s)	a Percepatan (m/s^2)
1	0	0	0	251,493
2	30	0,003484	1,25203	199,116
3	60	0,012529	2,00298	74,7189
4	90	0,023717	2,05177	-51,027
5	120	0,033529	1,55068	-125,74
6	150	0,039856	0,79973	-148,08
7	180	0,042	-	-149,43

8	210	0,039856	-0,79973	-148,08
9	240	0,033529	-1,55068	-125,74
10	270	0,023717	-2,05177	-51,027
11	300	0,012529	-2,00298	74,718
12	330	0,003484	-1,25203	199,11
13	360	0	0	251,493



Gambar 7 Kurva Sudut (θ) Vs Displacement (X) dengan Variasi Pulley 4 inch (933,333 RPM)

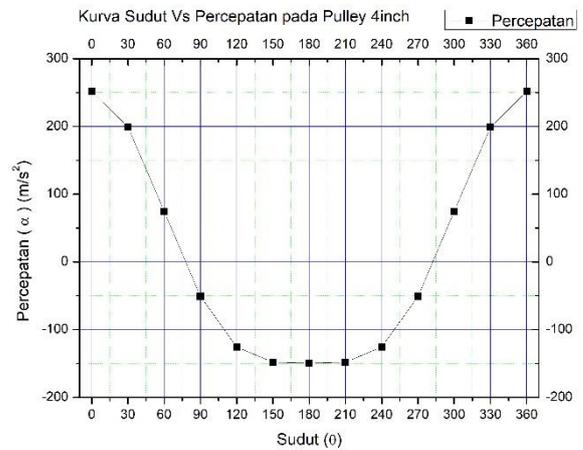
Gambar 4.5 merupakan kurva sudut $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ, 360^\circ$ Vs Displacement yang diperoleh dari hasil perhitungan secara analitik dengan variasi pulley 4 inch pada motor yang menghasilkan putaran 933,333 RPM pada poros engkol kompresor torak.



Gambar 8 Kurva Sudut (θ) Vs Kecepatan (v) dengan Variasi Pulley 4inch (933,333 RPM)

Gambar 4.6 merupakan kurva sudut $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ,$

$270^\circ, 300^\circ, 330^\circ, 360^\circ$ Vs kecepatan yang diperoleh dari hasil perhitungan secara analitik dengan variasi pulley 4 inch pada motor yang menghasilkan putaran 933,333 RPM pada poros engkol kompresor torak.



Gambar 9 Kurva Sudut (θ) Vs Percepatan (α) dengan Variasi Pulley 4 inch (933,333 RPM)

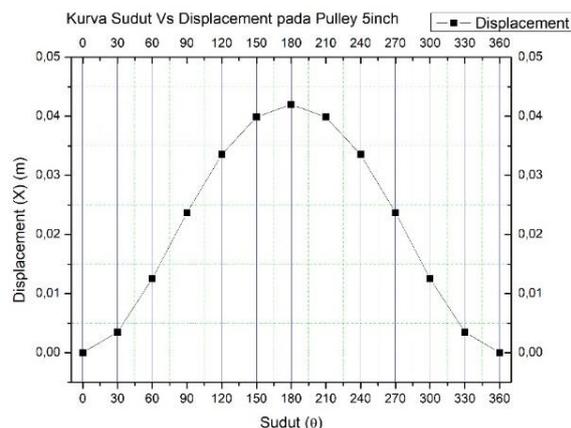
Gambar 4.7 merupakan kurva sudut $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ, 360^\circ$ Vs displacement yang diperoleh dari hasil perhitungan secara analitik dengan variasi pulley 4 inch pada motor yang menghasilkan putaran 933,333 RPM pada poros engkol kompresor torak.

Tabel 4.3 adalah tabel displacement, kecepatan, dan percepatan dari hasil perhitungan secara analitik menggunakan variasi pulley 5 inch pada motor, dan menghasilkan putaran poros engkol 1166,67 RPM dengan sudut putar engkol $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ, 360^\circ$.

Tabel 4 Tabel Hasil Analisa Displacement, Kecepatan, dan percepatan menggunakan Pulley 5 inch (1166,67 RPM)

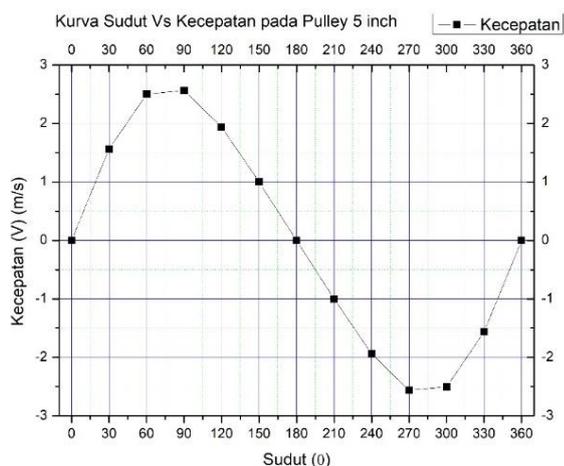
No	Sudut θ	X Displacement (m)	V Kecepatan (m/s)	a Percepatan (m/s ²)
1	0	0	0	392,7894
2	30	0,00348491	1,56470	310,9867
3	60	0,01252938	2,50319	116,6983
4	90	0,02371748	2,56416	-79,6964
5	120	0,03352938	1,93794	-196,394
6	150	0,03985691	0,99945	-231,290

7	180	0,042	-	-233,396
8	210	0,03985691	-0,99945	-231,290
9	240	0,03352938	-1,93794	-196,394
10	270	0,02371748	-2,56416	-79,6964
11	300	0,01252938	-2,50319	116,6983
12	330	0,00348491	-1,56470	310,9867
13	360	0	0	392,7894



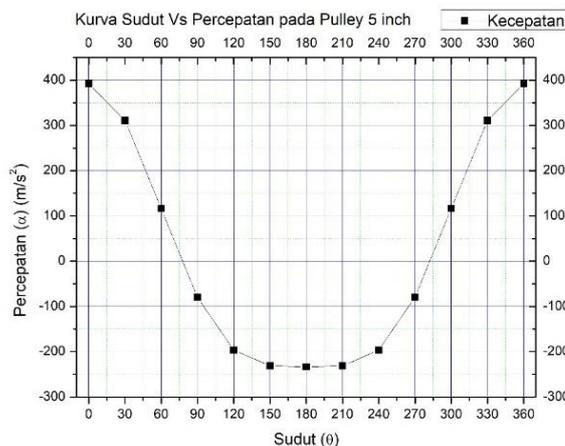
Gambar 10 Kurva Sudut (θ) Vs Displacement (X) dengan Variasi Pulley 5 inch (1166,66 RPM)

Gambar 4.8 merupakan kurva sudut $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ, 360^\circ$ Vs displacement yang diperoleh dari hasil perhitungan secara analitik dengan variasi pulley 5 inch pada motor yang menghasilkan putaran 1166,66 RPM pada poros engkol kompresor torak.



Gambar 10 Kurva Sudut (θ) Vs Kecepatan (v) dengan Variasi Pulley 5 inch (1166,66 RPM)

Gambar 4.9 merupakan kurva sudut $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ, 360^\circ$ Vs kecepatan yang diperoleh dari hasil perhitungan secara analitik dengan variasi pulley 5 inch pada motor yang menghasilkan putaran 1166,66 RPM pada poros engkol kompresor torak.



Gambar 12 Kurva Sudut (θ) Vs Percepatan (α) dengan Variasi Pulley 5 inch (1166,66 RPM)

Gambar 4.10 merupakan kurva sudut $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ, 360^\circ$ Vs percepatan yang diperoleh dari hasil perhitungan secara analitik dengan variasi pulley 5 inch pada motor yang menghasilkan putaran 1166,66 RPM pada poros engkol kompresor torak.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perhitungan secara analitik berdasarkan sudut $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ, 210^\circ, 240^\circ, 270^\circ, 300^\circ, 330^\circ, 360^\circ$ dengan variasi pulley pada motor menggunakan diameter 3 inch (700 RPM), 4 inch (933,333 RPM), dan 5 inch (1166,67 RPM) dapat disimpulkan bahwa nilai displacement yang terkecil dengan nilai 0 m terjadi pada sudut 60° , dan sudut 360° , displacement yang terbesar terjadi pada sudut 180° pada masing – masing pulley dengan nilai 0,042 m, semakin tinggi nilai putaran pada poros engkol tidak mempengaruhi nilai displacement pada putaran poros.

Kemudian untuk nilai kecepatan yang terjadi pada pulley dengan diameter 5 inch dengan nilai sudut kecepatan terendah sebesar $-2,5641672 \text{ m/s}$ terjadi pada sudut 270° . Sedangkan untuk nilai kecepatan tertinggi diperoleh $2,5641672 \text{ m/s}$.

Kemudian untuk nilai percepatan yang terbesar terjadi pada pulley 5 inch dengan nilai sudut percepatan sebesar $392,7894257 \text{ m/s}^2$ terjadi pada sudut 0° dan 360° , dan nilai percepatan yang terendah $-233,396615 \text{ m/s}^2$ pada sudut 180° . Berdasarkan dari data perhitungan secara analitik diatas Semakin tinggi putaran poros engkol maka kecepatan dan percepatan sudut akan semakin tinggi juga dan akan mengakibatkan batang penghubung mengalami deformasi dan efek fleksibilitas dan menimbulkan ketidakstabilan, dan tekanan pada permukaan piston semakin besar, akan menimbulkan gaya yang lebih besar pada *connecting rod* dan mengakibatkan nilai torsi semakin tinggi. Besar kecilnya kecepatan sudut poros engkol akan berpengaruh terhadap besar kecilnya gaya yang timbul pada batang-batang tersebut.

4.1 SARAN

Secara teknis semakin besar putaran pada poros engkol akan mengakibatkan kecepatan dan percepatan yang tinggi juga, jika putaran pada poros engkol terlalu tinggi melebihi batas aman maka akan mengakibatkan batang penghubung mengalami deformasi dan efek fleksibilitas serta menimbulkan ketidakstabilan. Disarankan untuk pemakaian putaran poros engkol sesuai dengan yang disarankan pada pada spesifikasi kompresor tersebut.

REFERENSI

- Sularso, Tahara, 1996, Pompa dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan, Jakarta, Pradnya Paramita,
- Holowenko, A.R, 1992, Dinamika Permesinan, Jakarta, Erlangga.
- AIR COMPRESSOR DAN KEGUNAANNYA (indotara.co.id), Retrieved From: <https://www.indotara.co.id/air-compressor-dan-kegunaannya&id=255.html>
- Penjelasan *Connecting Rod* | OTOPOS.NET (2021,februari24)From: <https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/fungsi-connecting-rod#>
- Stroud, K.A, 1996, Matematika Untuk Teknik, Edisi IV, Jakarta, Erlangga.
- J.L. Meriam, L.G. Kraige (2000) *Engineering Mechanics Dynamics, Seventh Edition*,

Virginia Polytechnic Institute and State University.