

ANALISA PENGGUNAAN METODE BAJI UNTUK PENYETELAN PENYEBARISAN POROS PADA ARAH VERTIKAL

Andi Setiadi., A.Md, Andi Noviandi, SST., MT, & Mohamad Fauzi, ST., MT

Politeknik Manufaktur Bandung

Jl. Kanayakan No. 21, Dago – Bandung (40135)

Phone/Fax : 022 250 0241/2502649

Email : andistydi20@gmail.com

ABSTRAK

Dalam sebuah konstruksi mesin yang memiliki sistem penggerak untuk dapat menggerakkan sebuah perangkat tertentu yang terpisah harus melalui sistem transmisi. Salah satu dari elemen transmisi adalah poros. Poros merupakan sebuah elemen mekanik berbentuk silindris yang biasa digunakan dalam sebuah konstruksi untuk dapat meneruskan daya, mentransmisikan torsi, dan meneruskan putaran dari penggerak menuju ke yang digerakkan. Oleh karena itu, gerakan putar yang dilakukan oleh poros penggerak harus dapat diterima oleh poros yang digerakkan dengan baik agar tidak menimbulkan kerusakan terhadap bagian mesin yang lainnya. Dengan begitu proses penyebarisan (*alignment*) sangat diperlukan untuk melangsungkan kegiatan pemeliharaan mesin agar tercapainya tujuan mengoptimalkan performa mesin, menjaga pengoperasian mesin dengan baik dalam jangka waktu yang telah ditentukan, meminimalisir adanya proses perbaikan, serta mengurangi beban biaya yang dikeluarkan akibat terjadinya kerusakan sistem. Pada media pembelajaran tentang pelatihan proses penyebarisan yang ada di Politeknik Manufaktur Bandung masih menggunakan metode sim dalam penyetelan poros arah vertikal. Dengan ini, masih terdapat beberapa kekurangan yang dimiliki oleh metode sim. Oleh karena itu, akan dilakukan proses modifikasi pada metode penyetelan tersebut dengan menggunakan metode sudut miring (baji) untuk dapat lebih meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses penyebarisan.

Kata kunci : penggerak, yang digerakkan, penyebarisan, poros.

1. PENDAHULUAN

Media atau alat yang digunakan untuk praktikum penyebarisan poros akan dimodifikasi dengan mengubah metode penyetelan dudukan bantalan dari menggunakan sim untuk mengatur ketinggian posisi poros diubah dengan menggunakan baji agar bisa mendapatkan kesatusumbuan dan kesejajaran poros penggerak terhadap poros yang digerakkan secara lebih efektif dan efisien.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Penyebarisan (*alignment*)

Penyebarisan pada umumnya disebut sebagai proses penjajaran poros ke poros dari mesin yang digabungkan dalam arti mesin penggerak dan mesin yang digerakkan. Penjajaran adalah suatu pekerjaan yang

meluruskan/mensejajarkan dua sumbu poros lurus (antara sumbu poros penggerak dengan sumbu poros yang digerakkan) pengertian lurus tidak bisa didapatkan 100%. Untuk itu harus diberikan toleransi. (Darto & Sudjatmiko, 2015)

2.2 Jenis-Jenis Ketidaksejajaran Kedua Poros (*Misalignment*)

a. Ketidaksejajaran paralel, adalah posisi dari kedua poros dalam tidak sejajar dengan ketinggian yang berbeda.

b. Ketidaksejajaran angular, adalah ketidaklurusan kedua poros yang posisinya saling menyudut, sedangkan kedua ujungnya (pada kopleng) mempunyai ketinggian yang sama.

c. Ketidaksejajaran kombinasi, adalah ketidaklurusan kedua poros yang posisinya saling menyudut dan kedua ujung poros tidak sama.

2.5 Langkah Dasar Untuk Mensejajarkan Mesin

- Langkah 1 : Sediakan alat yang dibutuhkan dan latih personel yang akan melakukan proses penyebarisan.
- Langkah 2 : Dapatkan informasi yang relevan tentang sistem atau mesin yang akan dilakukan proses penyebarisan.
- Langkah 3 : Bekerja dengan aman.
- Langkah 4 : Lakukan pemeriksaan terlebih dahulu sebelum memulai proses penyebarisan.
- Langkah 5 : Lakukan pengukuran jumlah ketidaksejajaran yang terjadi pada sistem.
- Langkah 6 : Perbaiki kondisi ketidaksejajaran.
- Langkah 7 : Persiapan untuk mengoperasikan mesin.
- Langkah 8 : Jalankan sistem penggerak dan pastikan mesin beroperasi dengan benar.

3. METODOLOGI PENELITIAN

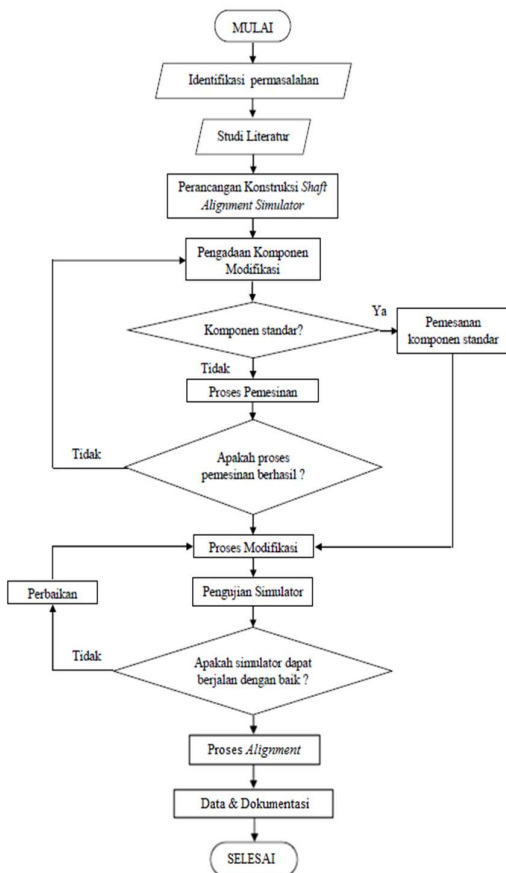
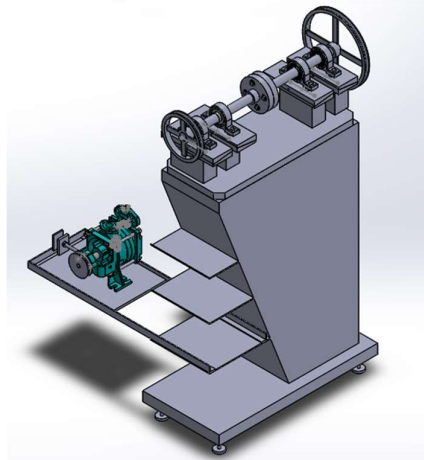


Diagram 3.1 Alir penelitian

3.1 Perancangan Simulator



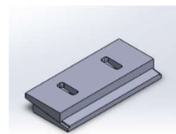
Gambar 3.1 Konstruksi simulator

Prinsip kerja :

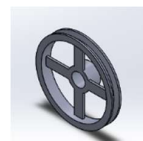
Simulator ini adalah sebuah alat atau konstruksi mesin sederhana yang dibuat untuk melakukan kegiatan pelatihan proses penyebarisan poros kepada mahasiswa Politeknik Manufaktur Bandung. Simulator ini terdiri dari penggerak utama berupa motor listrik dengan kapasitas daya sebesar 0,5 HP yang dihubungkan melalui puli dan sabuk V sebagai transmisi untuk meneruskan putaran ke poros penggerak dan poros yang digerakkan hingga diteruskan ke pompa. Pertama-tama putaran dari motor diteruskan oleh puli dan sabuk V, lalu diterima oleh poros penggerak melalui 2 buah bantalan UCP 207 (*self-aligning bearing*) yang berfungsi untuk mengurangi gesekan angular dan sebagai tumpuan dari poros yang berputar. Kemudian melalui 2 buah kopleng fleksibel dan diteruskan ke poros yang digerakkan dengan tumpuan 2 buah bantalan UCP 207 yang dibebankan menggunakan pompa melalui transmisi puli dan sabuk V.

3.2 Proses Modifikasi

- Baji : Dipasang antara dudukan balok dengan rumah bantalan, untuk mengatur ketegangan poros.



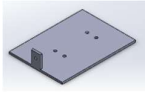
- Puli pada poros yang digerakkan : Sebagai komponen transmisi driven. Dipasang pada poros yang digerakkan.



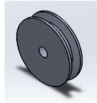
- Pompa sentrifugal : Sebagai pembebanan pada poros yang digerakkan dengan transmisi puli & sabuk.



- Dudukan pompa : Untuk dudukan pompa yang bisa mengatur defleksi sabuk.



- Puli pompa : Sebagai komponen transmisi pompa. Dipasang pada poros pompa.



3.6 Pengujian Simulator

3.6.1 Proses penyebarisan

1. Melakukan penjajaran puli yang digerakkan terhadap puli pompa terlebih dahulu. Kemudian kencangkan baut dudukan dan baut *headless* pada kaki mesin.



Gambar 3.2 Sistem yang digerakkan

2. Melakukan penjajaran poros penggerak terhadap poros yang digerakkan, dengan menggeserkan posisi secara vertikal dan horizontal.



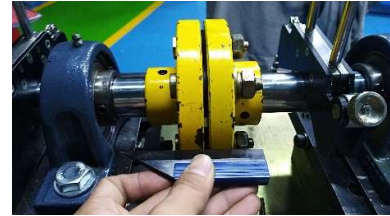
Gambar 3.3 Sistem penggerak

3. Mengatur celah sebesar 5 mm pada sisi atas, bawah, kanan dan kiri terhadap kopling dengan menggunakan feeler gauge.



Gambar 3.4 Mengatur celah kopling

4. Melakukan pemeriksaan ketidakejajaran terhadap kopling penggerak dan pasangannya dengan menggunakan pisau kerataan.



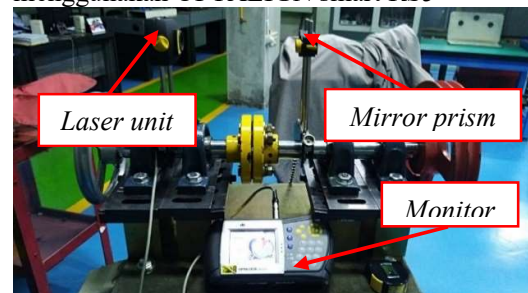
Gambar 3.5 Memeriksa kesejajaran kopling

5. Jika proses pengukuran dan pemeriksaan telah selesai, kencangkan baut dudukan dan baut *headless* pada bantalan.



Gambar 3.6 Mengencangkan baut dudukan

3.6.2 Proses pemeriksaan kesatusumbuan poros menggunakan OPTALIGN smart RS5



Gambar 3.7 Pemeriksaan kesatusumbuan

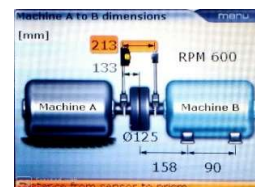
Prosedur operasi pemeriksaan kesatusumbuan dengan OPTALIGN :

1. Melakukan pemasangan laser dan cermin terhadap pemegangnya.



Gambar 3.8 Pemasangan sensor

2. Lakukan pengukuran dimensi terhadap pemegang, rpm serta jarak kaki-kaki mesin seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar 3.9 Pengukuran dimensi alat

3. Mengidentifikasi laser pada monitor. Jika laser belum terarahkan pada cermin, maka monitor akan memberikan tanda bahwa laser masih “off” seperti gambar di samping.



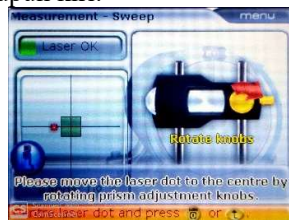
Gambar 3.10 Identifikasi laser

4. Lakukan penggeseran cermin kebawah maupun keatas dengan cara menggerakkan knob warna putih yang ada disamping cermin.



Gambar 3.11 Penyetelan knob vertikal

5. Lakukan penggeseran cermin ke samping dengan cara memutar knob warna kuning untuk mengeserkan laser ke arah samping kanan maupun kiri.



Gambar 3.12 Penyetelan knob horizontal

6. Setelah laser terbaca oleh monitor dan siap untuk melakukan pemeriksaan, maka pada monitor akan menampilkan gambar seperti di samping.



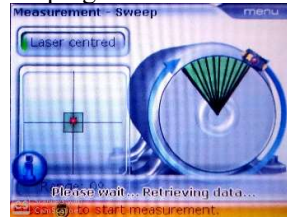
Gambar 3.13 Laser terpusat

7. Lakukan pemutaran poros secara bolak-balik dengan perlahan dalam sudut putar min. 70° agar sensor bisa membaca daerah pemeriksaan ketidaksumbuan.



Gambar 3.14 Pemutaran sensor

8. Setelah itu sistem akan melakukan pembacaan dan menghitung data ketidaksumbuan seperti yang ditampilkan pada gambar disamping.



Gambar 3.15 Sistem menghitung

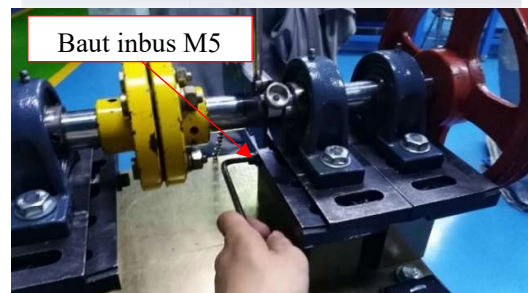
9. Setelah itu monitor akan menampilkan data ketidaksumbuan yang terjadi pada simulator dan besar penyetelan yang harus dilakukan pada kaki-kaki mesin.



Gambar 3.16 Data hasil pemeriksaan

Setelah proses pemeriksaan selesai dan dapat diketahui besar penyetelan yang harus dilakukan, maka selanjutnya adalah melakukan proses penyetelan.

Proses penyetelan ini dilakukan secara vertikal (ke atas maupun ke bawah) dengan menggunakan baji seperti pada gambar berikut:



Arah putaran baut untuk menyetel ketinggian untuk dapat bergerak ke atas maupun ke bawah

pada baji seperti yang dijelaskan pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

Arah putaran	Arah pergerakan poros
Searah jarum jam (CW)	Ke atas
Berlawanan arah jarum jam (CCW)	Ke bawah

Tabel 3.1 Arah penyetelan baji

Penyetelan ketinggian poros dilakukan dengan cara memutar baut inbus dengan menggunakan kunci "L" 6. Untuk penyetelan pada arah horizontal (ke samping) masih dilakukan secara manual menggunakan tangan, dengan cara menggeserkan bantalan sesuai dengan jarak yang dibutuhkan. Gunakan dial indikator untuk membaca besar pergeseran yang dilakukan pada arah vertikal dan horizontal.

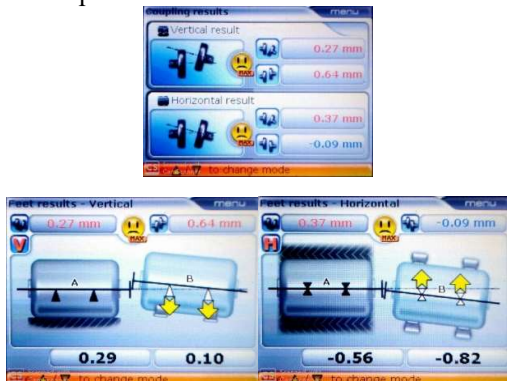
4. DATA DAN ANALISA



Diagram 4.1 Analisa data

4.2 Pemeriksaan Kesatusumbuan Dengan Laser Pada Metode Sim

- Hasil pemeriksaan awal

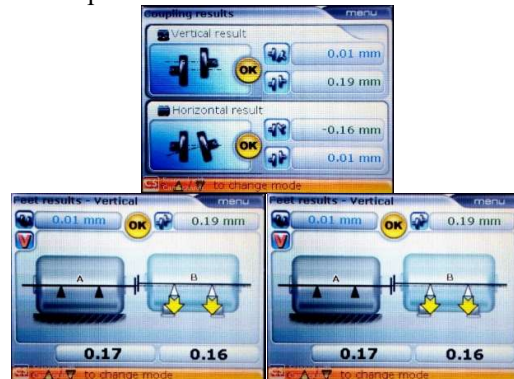


Gambar 4.1 (a), (b) & (c) Data hasil pemeriksaan awal

Pada metode sim, proses penyetelan arah vertikal dilakukan dengan cara mengurangi tebal sim pada kaki mesin depan sebesar 0,29 mm dan kaki belakang sebesar 0,10 mm.

Sedangkan pada arah horizontal dilakukan pergeseran bantalan depan dan belakang ke arah positif (kanan) masing-masing sebesar 0,56 mm dan 0,82 mm.

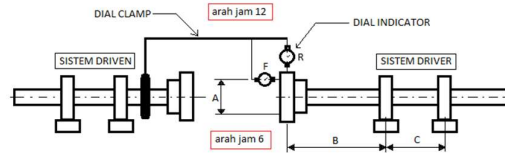
- Hasil pemeriksaan akhir



Gambar 4.2 (a), (b) & (c) Data hasil pemeriksaan akhir

4.2 Pemeriksaan Kesatusumbuan Dengan Dial Pada Metode Sim

a. Pemeriksaan arah vertikal



Gambar 4.3 Pemeriksaan arah vertikal

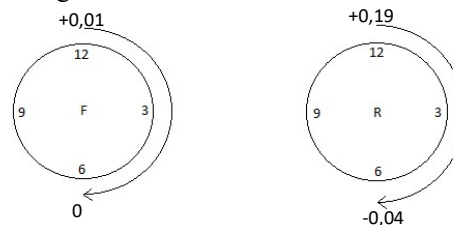
A = diameter jalur pemeriksaan dial horizontal = 125 mm.

B = Jarak dari posisi dial vertikal ke kaki depan bantalan = 158 mm.

C = Jarak antara kaki depan dengan kaki belakang bantalan sistem penggerak = 90 mm.

Bar sag = selisih kesalahan baca dial indicator = -0,04 mm.

b. Pengukuran



Gambar 4.4 Data hasil pengukuran

F = Pembacaan dial arah horizontal (face) = +0,01 mm.

R = Pembacaan dial arah vertikal (rim) = +0,19 mm - (-0,04 mm) = +0,23 mm.

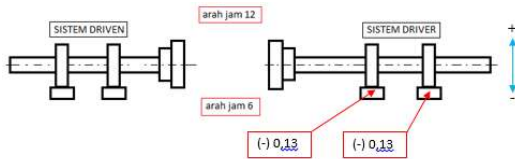
c. Perhitungan

FFH = Pemeriksaan kaki depan
 $= \left(\frac{F}{A} \times B\right) + \frac{R}{2} = \left(\frac{0,01}{125} \times 158\right) + \frac{0,23}{2} = +0,13$ mm.

BFH = Pemeriksaan kaki belakang
 $= \left(\frac{F}{A} \times (B+C)\right) + \frac{R}{2} = \left(\frac{0,01}{125} \times (158+90)\right) + \frac{0,23}{2} = +0,13$ mm.

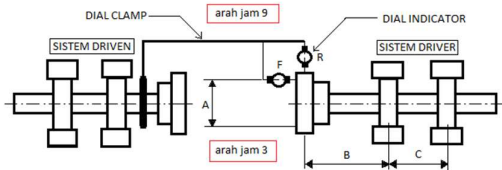
d. Penyetelan arah vertikal

- Jika jawaban (+) berarti kaki mesin terlalu tinggi, maka kurangi ketinggian kaki mesin.
- Jika jawaban (-) berarti kaki mesin terlalu rendah, maka tambahkan ketinggian kaki mesin.



Gambar 4.5 Penyetelan arah vertikal

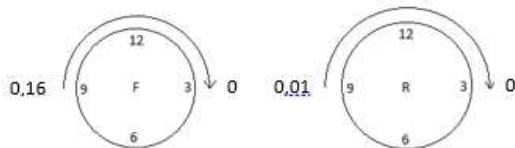
e. Pemeriksaan arah horizontal



Gambar 4.6 Pemeriksaan arah horizontal

A = 125 mm C = 90 mm
 B = 158 mm Bar sag = 0

f. Pengukuran



Gambar 4.7 Data hasil pengukuran

F = +0,16 mm R = +0,01 mm

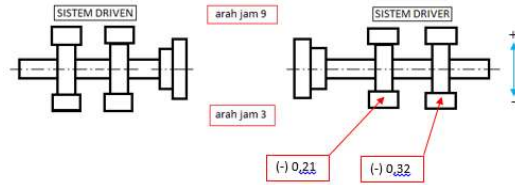
g. Perhitungan

FFH = $\left(\frac{0,16}{125} \times 158\right) + \frac{0,01}{2} = +0,21$ mm.

BFH = $\left(\frac{0,16}{125} \times (158+90)\right) + \frac{0,01}{2} = +0,32$ mm

h. Penyetelan arah horizontal

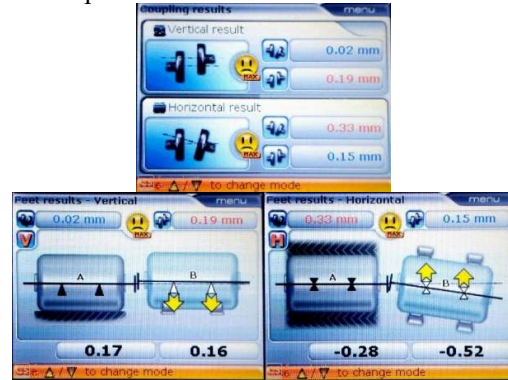
- Jika jawaban (+) maka kaki mesin terlalu ke kanan, maka geser posisi kaki mesin ke kiri.
- Jika jawaban (-) maka kaki mesin terlalu ke kiri, maka geser posisi kaki mesin ke kanan.



Gambar 4.8 Penyetelan arah horizontal

4.3 Pemeriksaan Kesatusumbuan Dengan Laser Pada Metode Baji

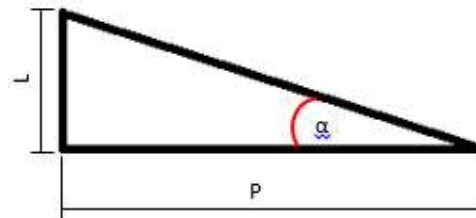
- Hasil pemeriksaan awal



Gambar 4.9 (a), (b) & (c) Data hasil pemeriksaan awal

Pada metode baji, proses penyetelan pada posisi vertikal dilakukan dengan cara menurunkan posisi baji depan dan belakang masing-masing sebesar 0,17 mm dan 0,16 mm. Sedangkan pada posisi horizontal dilakukan pergeseran bantalan depan dan belakang ke arah positif (kanan) masing-masing sebesar 0,28 mm dan 0,52 mm.

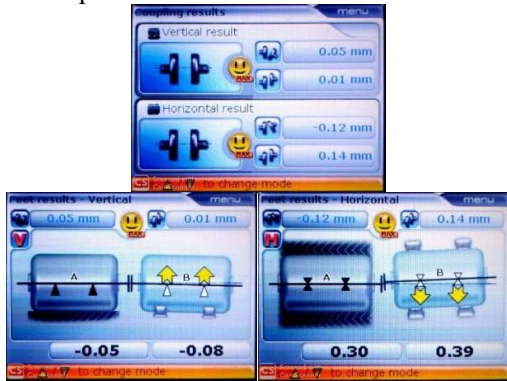
Perhitungan untuk mengatur ketinggian baji adalah sebagai berikut :



Ket. : L = Tinggi penyetelan
 P = Kisar ulir = 0,8 mm (ulir M5)
 α = Sudut miring baji = 15°

- L = P x Sin α = 0,8 mm x Sin 15° = 0,2 mm
- 0,2 mm kenaikan per 360° putaran baut
- $\frac{0,2}{4} = 0,05$ mm kenaikan per 90° putaran baut

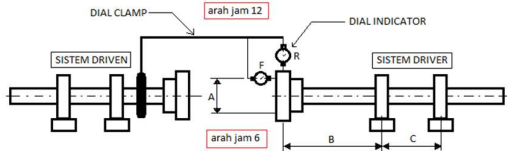
- Hasil pemeriksaan akhir



Gambar 4.10 (a), (b) & (c) Data hasil pemeriksaan awal

4.4 Pemeriksaan Kesatusumbuan Dengan Dial Pada Metode Baji

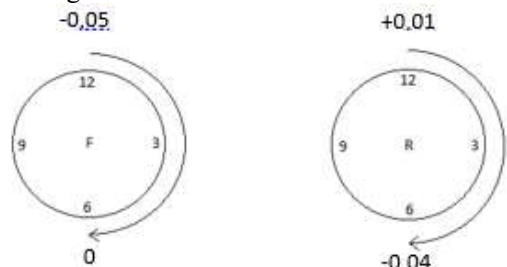
a. Pemeriksaan arah vertikal



Gambar 4.11 Pemeriksaan arah vertikal

A = 125 mm C = 90 mm
B = 158 mm Bar sag = -0,04 mm

b. Pengukuran



Gambar 4.12 Data hasil pengukuran

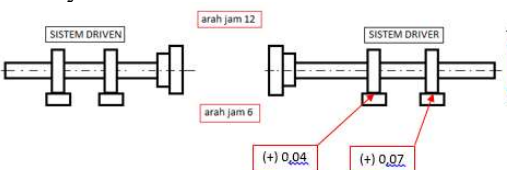
F = -0,05 mm
R = +0,01 mm - (-0,04 mm) = +0,05 mm

c. Perhitungan

$$FFH = \left(\frac{0,05}{125} \times 158\right) + \frac{0,05}{2} = -0,04 \text{ mm}$$

$$BFH = \left(\frac{0,05}{125} \times (158+90)\right) + \frac{0,05}{2} = -0,07 \text{ mm}$$

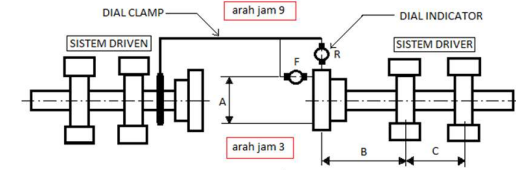
d. Penyetelan arah vertikal



Gambar 4.13 Penyetelan arah vertikal

A = 125 mm C = 90 mm
B = 158 mm Bar sag = 0

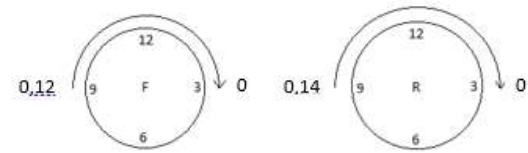
e. Pemeriksaan arah horizontal



Gambar 4.14 Pemeriksaan arah horizontal

A = 125 mm C = 90 mm
B = 158 mm Bar sag = 0

f. Pengukuran



Gambar 4.15 Data hasil pengukuran

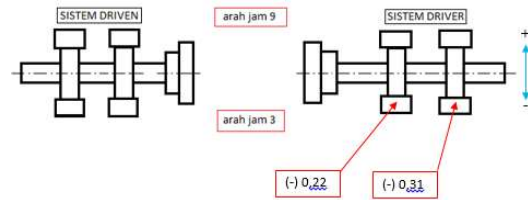
F = +0,12 mm R = +0,14 mm

g. Perhitungan

$$FFH = \left(\frac{0,12}{125} \times 158\right) + \frac{0,14}{2} = +0,22 \text{ mm}$$

$$BFH = \left(\frac{0,12}{125} \times (158+90)\right) + \frac{0,14}{2} = +0,31 \text{ mm}$$

h. Penyetelan arah horizontal



Gambar 4.16 Penyetelan arah horizontal

Data hasil pemeriksaan tersebut kemudian akan dibandingkan dengan data pada tabel toleransi penyimpangan yang tersedia pada alat OPTALIGN.



Besar rpm yang ditentukan adalah rpm kerja pada poros yaitu sebesar 600 rpm, sedangkan pada nilai maksimal toleransi adalah nilai yang ditentukan untuk mencapai batas toleransi minimal pada saat melakukan penyetelan.

Untuk perhitungan rpm kerja pada poros dapat dilihat dibawah ini :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D}{d} = \frac{1330}{100} = \frac{253}{100}$$

$$n_2 = \frac{1330 \times 100}{253} = 525,69 \approx 600 \text{ rpm}$$

<p>Ket. : $i = \text{rasio}$</p> <p>$n_1 = \text{rpm motor}$</p> <p>$n_2 = \text{rpm poros}$</p> <p>$D_1 = \text{diamater } pulley \text{ poros}$</p> <p>$D_2 = \text{diamterer } pulley \text{ motor}$</p>
--

Data perbandingan hasil pemeriksaan kesatusumbuan :

Metode	Hasil pemeriksaan laser				Hasil pemeriksaan dial			
	FFV	BFV	FFH	BFH	FFV	BFV	FFH	BFH
Sim	0,17	0,16	0,21	0,32	0,13	0,13	0,21	0,32
Baji	-0,05	-0,08	0,30	0,39	-0,04	-0,07	0,22	0,31

Tabel 4.1 Data perbandingan hasil pemeriksaan

Ket. : A = Angular D = bantalan depan
P = Paralel B = bantalan belakang

Berdasarkan data Tabel 4.1, pada metode sim penyimpangan awal terjadi pada posisi angular dan paralel vertikal, serta angular horizontal masing-masing sebesar 0,27 , 0,64 dan 0,37 mm.

Sedangkan pada metode baji penyimpangan awal terjadi pada posisi paralel vertikal dan angular horizontal masing-masing sebesar 0,19 mm dan 0,33 mm. Penyimpangan ini diakibatkan oleh penyetelan kesejajaran poros pada proses awal masih belum baik.

Dari tabel diatas menunjukkan data hasil pemeriksaan kesatusumbuan akhir sudah lebih baik dari sebelumnya. Untuk metode sim perubahan penyimpangannya masih dalam batas yang dapat diterima (jika pada monitor akan menampilkan simbol “OK” / “acceptable”). Sedangkan pada metode baji perubahan penyimpangannya sudah memasuki batas toleransi yang paling baik (pada monitor menampilkan simbol “□” / “excellent”).

Berdasarkan hasil perbandingan pemeriksaan menggunakan laser dengan menggunakan dial, memiliki hasil yang tidak terlalu berbeda jauh. Oleh karena itu, pemeriksaan menggunakan laser akan sama dengan hasil pemeriksaan menggunakan dial.

4.3 Analisa Perbandingan Metode Sim & Baji

Sim	Baji
<p>Spesifikasi ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Material : kuningan - Bentuk : Lembaran - Waktu penyetelan : 41 menit 21 detik 	<p>Spesifikasi ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Material : ST37 - Bentuk : Balok - Waktu penyetelan : 30 menit 15 detik
<p>Keuntungan ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lebih mudah dalam pembuatan. - Lebih murah dalam mendapatkan material. - Dimensi lebih kecil. - Tidak memerlukan pelatihan khusus terhadap operator. 	<p>Keuntungan ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dapat mengatur ketinggian 2 kaki sistem sekaligus. - Waktu penyetelan lebih cepat. - Lebih mudah dalam penyetelan. - Lebih tahan terhadap getaran. - Penyetelan yang dilakukan lebih akurat.
<p>Kerugian ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hanya dapat mengatur ketinggian 1 kaki. - Waktu penyetelan lebih lama. - Kurang dalam menahan getaran. - Bentuk yang tipis dapat menimbulkan resiko luka pada operator. 	<p>Kerugian ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lebih kompleks dalam pembuatan. - Dimensi lebih besar. - Lebih mahal dalam mendapatkan material. - Perlu pelatihan khusus dalam menerapkan metode ini.

Tabel 4.2 Perbandingan metode sim & baji

5. KESIMPULAN

- Dari proses perancangan didapatkan desain dari simulator yang telah dilakukan proses modifikasi dengan beberapa tambahan komponen yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.
- Dari hasil pemeriksaan kesatusumbuan akhir yang dilakukan terhadap kedua poros (penggerak & yang digerakkan), pada metode sim terdapat penyimpangan yang sudah masuk dalam batas toleransi maksimal (acceptable) pada posisi paralel vertikal sebesar 0,19 mm dan pada posisi angular horizontal sebesar -0,16 mm. Hasil akhir ini terjadi karena keterbatasan tebal sim yang tersedia untuk penyetelan pada posisi vertikal, sehingga tidak mencapai batas toleransi minimal. Sedangkan pada metode baji terjadi penyimpangan yang sudah masuk dalam batas toleransi minimal (excellent). Sehingga dalam melakukan penyetelan pada arah vertikal, metode baji dapat lebih baik dibandingkan dengan metode sim.

DAFTAR PUSTAKA

Darto, & Sudjatmiko. (2015). MEKANISME PROSES ALIGNMENT POROS MESIN ROTASI. *INFO TEKNIK*, 11-20.

Khurmi, R., & Gupta, J. (2005). *Machine Design (S.I Units)*. New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD.

Piotrowski, J. (2006). *Shaft Alignment Handbook; Third Edition*. Pittsburgh: Taylor & Francis Group.

PRÜFTECHNIK. (2018). *OPTALIGN smart RS5*. Munchen: PRÜFTECHNIK.

PRÜFTECHNIK. (2003). *VibXpert*. Ismaning : PRÜFTECHNIK, 2003.

SIEMENS. (2019). *Fleksible couplings RUPEX series*. Germany: Mall Industry.

Wowk, V. (1992). *Machinery Vibration: Alignment*. Albuquerque: McGraw-Hill.

FAG. *Cylindrical Roller Bearing 23820*. s.l. : Norelem.