

## ALIGNMENT COUPLING DENGAN METODE DOUBLE DIAL INDICATOR RIM AND FACE

Ade Irvan Tauvana

Program Studi Teknik Mesin

Politeknik Enjineri Indorama

Email: irvan\_teknikmesin@yahoo.co.id

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui terjadinya misalignment pada komponen transmisi putaran dan bagaimana cara melakukan alignment yang benar serta melakukan pengujian *alignment*, metode yang digunakan adalah *double dial indikator rim and face*. Hasil penelitian *pra-alignment* yaitu melakukan pengecekan *soft foot* dengan menggunakan *feeler gauge* dengan data rata-rata  $A = 0.050$  mm,  $B = 0.037$  mm,  $C = 0.100$  mm,  $D = 0.100$  mm,  $E = 0.038$  mm,  $F = 0.025$  mm,  $G = 0.113$  mm,  $H = 0.163$  mm, pengecekan *run out* yang dilakukan di empat titik pada lingkaran kopling *driver* dengan penyetingan awal dari pada arah jam 12 = 0, 9 = 0.006, 6 = 0.031 dan 3 = 0.085, *coupling offset* vertikal sebesar 0,016 mm. Pengecekan *run out* pada kopling *driven* dengan titik awal pada arah jam 12 = 0, 9 = 0.032, 6 = 0.107, 3 = 0.005, *coupling offset* vertikal sebesar 0,054 mm. Setelah melakukan simulasi reposisi pada kopling *driven* perbaikan horizontal dan vertikal dengan perhitungan matematis *rim and face* maka untuk horizontal *pillow block* harus digeser ke kanan untuk  $IBdn = 1,040$  mm, dan  $OBdn = 2,268$  mm, Namun untuk posisi vertikal maka kaki mesin harus di tambahkan *shims* pada posisi  $IBdn = 0,688$  mm dan  $OBdn = 1,522$  mm.

**Kata kunci:** *alignment, double dial, kopling, misalignment, run out, soft foot.*

### ABSTRACT

*This study aims to determine the occurrence of misalignment on the spinning transition components and how to do the correct alignment and perform alignment testing, the method used is a double dial rim and face indicator. The result of pre-alignment research is to check soft foot by using feeler gauge with average data  $A = 0.050$  mm,  $B = 0.037$  mm,  $C = 0.100$  mm,  $D = 0.100$  mm,  $E = 0.038$  mm,  $F = 0.025$  mm,  $G = 0.113$  mm,  $H = 0.163$  mm, checking out runs at four points on driver clutch circle with initial setup of clockwise 12 = 0, 9 = 0.006, 6 = 0.031 and 3 = 0.085, vertical offset coupling of 0.016 mm. Checking run out on clutch driven with starting point at clock direction 12 = 0, 9 = 0.032, 6 = 0.107, 3 = 0.005, vertical offset coupling of 0.054 mm. After performing a repositioning simulation on horizontal and vertical driven coupling with mathematical rim and face calculations then for horizontal pillow block should be shifted to the right for  $IBdn = 1.040$  mm, and  $OBdn = 2.268$  mm, but for vertical position then the machine foot should be added shims on position of  $IBdn = 0.688$  mm and  $OBdn = 1.522$  mm*

**Keywords:** *alignment, double dial, coupling, misalignment, run out, soft foot.*

### 1. PENDAHULUAN

Industri di seluruh dunia kehilangan miliaran *dollar* pertahun akibat *misalignment* mesin. *Misalignment* dapat terjadi disebabkan karena mesin mengalami *soft foot* pada kaki-kaki mesin dan terjadi *run out* pada kopling dan poros mesin, yang dapat mengakibatkan terjadinya paralel *misalignment* dan angular *misalignment*. Metode kasar yang sering digunakan tidak memberikan *alignment* yang akurat, dengan menggunakan metode *double dial indicator* dapat memberikan *alignment* yang benar dan dapat digunakan untuk memeriksa *run out* pada kopling dan poros.

Mesin yang mengalami *soft foot* dapat diperbaiki dengan menambahkan *shims* pada kaki-kaki mesin yang mengalami *soft foot* dengan mengukur *gap* pada kaki-kaki mesin menggunakan *feeler gauge*. Mengetahui terjadinya *run out* pada kopling dan poros dapat dilakukan pengecekan menggunakan *dial indicator* yang dipasangkan pada lingkaran kopling atau lingkaran poros, layak atau tidaknya sesuai dengan toleransi masing-masing rpm mesin, semakin besar rpm mesin semakin kecil toleransinya. Pengecekan *misalignment* dapat dilakukan dengan mensimetriskan poros motor dengan poros pompa menggunakan *dial indicator* yang dipasang di kopling motor dengan pegangan di pompa.

Pentingnya *alignment* yang akurat pada mesin, diperlukan adanya alat simulasi uji *alignment* dengan

menggunakan metode *double dial indicator* yang dapat memberikan gambaran dan pengetahuan bagaimana cara meng-*alignment* mesin yang mengalami paralel *misalignment* dan *angular misalignment*, begitu juga agar dapat mengetahui sebab-sebab *misalignment* dengan melakukan pengecekan *soft foot* dan pengecekan *run out*

*Alignment* adalah suatu pekerjaan yang meluruskan atau mensejajarkan dua sumbu poros hingga sentris (antara poros penggerak dengan sumbu poros yang digerakkan). Tujuan *alignment* untuk mendapatkan kelurusan/kesentrisan antara kedua poros pemutar (*driver*) dan poros yang diputar (*driven*) hingga tidak menimbulkan gesekan, getaran, dan lain-lain yang dapat memperpendek umur sebuah mesin yang tentunya akan menambah biaya pengeluaran untuk perbaikan maupun penggantian mesin [1].

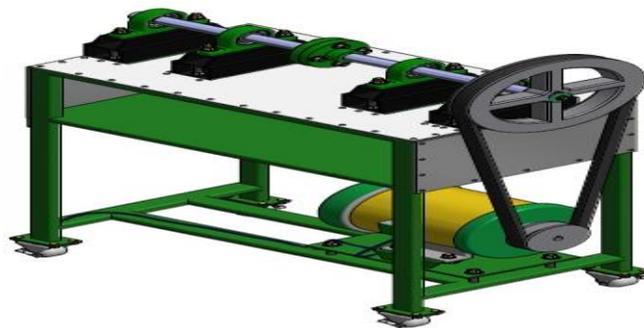
Ketidaklurusan (*misalignment*) adalah Penyimpangan dari garis sumbu ke dua poros yang dipersambungkan, baik arah sejajar (*parallel*) maupun arah *aksial (angular)*, sehingga terjadi ketidak sebarisan dari ke dua poros yang dipersambungkan tersebut. *Soft foot* adalah kepincangan yang terjadi pada kaki-kaki mesin, dimana kaki-kaki mesin tidak duduk dengan sempurna pada *base plate* [1].

Metode *rim & face dial-indicator* digunakan sebagai standar dari *alignment*, keunggulannya dibanding dengan metode pengukuran yang lebih modern adalah relatif lebih sedikit, tapi jika pada kopling yang besar permukaannya mungkin masih diukur dengan metode ini. Ini juga bisa untuk memeriksa *run-out* (penggeseran) pada permukaan kopling yang besar dan juga merupakan prosedur pra-*alignment* [2].

Beberapa penelitian tentang *alignment* kopling menggunakan sinyal getaran dengan metode *reverse* menghasilkan kondisi *misalignment* puncak tertinggi diatas amplitudo 0,5 in/s dan setelah *dialignment* puncak tertingginya turun drastis hanya tidak sampai amplitudo 0,06 in/s [3]. *alignment* kopling menggunakan sinyal getaran dengan metode *rim and face* menghasilkan amplitudonya 0,5042 in/s [4]. Penelitian lain yaitu pembuatan dan perawatan modul *alignment* poros dan kopling dengan metode *reverse single dial indicator*. Hasil yang didapat dari pengujian sesuai dengan batas toleransi sebesar 0.5 mm [5]

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Mesin uji dan alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat seperti gambar 1.



(a). Mesin uji yang digunakan



(b) Dial indicator



(c). Magnet base



(d) Feeler gauge

**Gambar 1. Mesin Uji Yang Digunakan, Alat Ukur Yang Digunakan**

Penelitian ini dilaksanakan dalam 2 tahap, yaitu :

- a. Tahap Langkah Pra- Aligment Metode Alignment Rim And Face  
Sebelum melaksanakan *alignment double dial indikator* terlebih dahulu lakukan pengecekan terhadap *run out* poros dan kopling. Langkah pengecekan *run out* :
  1. Pasang *bracket*/pemegang pada hub kopling *driven*
  2. Jarum *dial* menunjuk pada hub kopling motor *driver*
  3. Hub kopling motor dibagi mejadi 4 dan beri tanda jam 12.00 , 3.00 , 6.00 , 9.00 di lihat dari bagian depan motor.
  4. Jarum set menyentuh hub bagian atas dan penunjukan di angka skala 0.00
  5. Putar hub kopling motor, hub kopling *driven* tetap/*dial* tidak diputar.
  6. Putar 360 derajat, catat setiap posisi minimal 4 posisi, yaitu jam 12.00, jam 3.00, jam 6.00, jam 9.00.
  7. Setelah kembali ke jam 12.00 jarum *dial* seharusnya menunjuk kembali ke angka 0, jika tidak nol kemungkinan ada kesalahan saat memutar atau kesalahan dalam *dial indikator*.
  8. Disarankan untuk mengambil data lebih dari satu-kali, kemudian di rata- rata.
- b. Langkah pelaksanaan Pelaksanaan Metode Alignment Rim and Face
  1. Pasang pemegang/*bracket* pada mesin atau poros pertama *driven* yang mudah diputar, cukup kokoh tidak goyang, supaya tidak terjadi kesalahan.
  2. Pasang *dial indikator* ke muka (*face*) dan lingkaran (*rim*) poros yang kedua *driven*.
  3. *Reset indicator* ke posisi jam 12.
  4. Putarkan poros dan *bracket* dengan pelan ke posisi jam 3, 6 & 9, jika memungkinkan dan ambil pengukuran pada posisi ini (positif atau negatif).
  5. Kembali ke posisi jam 12 untuk memeriksa apakah *indicator* mempunyai nilai 0 lagi.
  6. Ulangi prosedur 1 sampai 4 untuk memeriksa ulang pengukuran pada pengambilan data pertama.
  7. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti, pengukuran harus dilakukan 2 s/d 4 kali, kemudian di rata-rata.
  8. Pasang konektor ke arus listrik yang sesuai dengan tegangan motor
  9. Nyalakan alat simulasi kelurusan poros / kopling dengan menekan saklar on.
  10. Lihat *running* alat setelah proses *alignment* dilakukan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pembahasan Data, Hasil Pra- Aligment Metode Alignment Rim and Face

**Tabel 1. Hasil pengambilan data *run out* pada kopling *driver***

No	Posisi pengambilan data <i>run out</i> (mm)			
	Arah jam 12	Arah jam 9	Arah jam 6	Arah jam 3
1	0	0.010	0.050	0.020
2	0	0.005	0.045	0.015
3	0	0.005	0.010	0.010
4	0	0.005	0.020	0.040
<b>Rata -rata</b>	<b>0</b>	<b>0.006</b>	<b>0.031</b>	<b>0.085</b>

Hasil pengecekan *run out* yang dilakukan di empat titik pada lingkaran kopling *driver* dengan penyetingan awal dapat dilihat pada tabel 1 dari pada arah jam 12 = 0, 9 = 0.006, 6 = 0.031 dan 3 = 0.085 maka toleransi *alignment* dengan acuan putaran kopling tersebut dikatakan aman serta masih bagus karena putaran yang di trasmisikan = 473 rpm dengan toleransi *excellent* 4.0 mm, hasil dari perbandingan *pulley* 1:3 dengan rpm motor 1420.

Pengecekan *run out* ini sebagai acuan untuk pra-*alignment* supaya *alignment* mendapat hasil yang lebih baik, jika sudah mengetahui masalah penyimpangan pada kopling yang nantinya akan dilakukan metode kesejajaran kopling (*alignment*). Mengelola data vertikal *misalignment* DIR dari data diatas arah jam 12 dan jam 6 dengan nilai rata – rata = 0.031, maka hitung dengan persamaan :

$$\text{Coupling offset} = \frac{\text{RIM dial (DIR) TIR}}{2} = \frac{0,031}{2} = 0,016 \text{ mm} \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan 1 maka besarnya perbaikan *coupling offset* vertikal sebesar 0,016 mm

**Tabel 2. Hasil pengambilan data run out pada kopling driven**

No	Posisi pengambilan data run out (mm)			
	Arah jam 12	Arah jam 9	Arah jam 6	Arah jam 3
1	0	0.001	0.003	0
2	0	0.120	0.240	0.015
3	0	0.003	0.100	0.005
4	0	0.003	0.085	0
<b>Rata -rata</b>	<b>0</b>	<b>0.032</b>	<b>0.107</b>	<b>0.005</b>

Hasil pengecekan run out pada kopling driven dapat dilihat pada tabel 2 dengan titik awal pada arah jam 12 = 0, 9 = 0.032, 6 = 0.107, 3 = 0.005 masih termasuk dalam toleransi dan dikatakan bagus. Dari hasil rata – rata arah jam 12 dan jam 6 di atas = 0.107, maka dilakukan perbaikan vertikal *misalignment* dengan persamaan 1 : *Coupling offset*

$$t = \frac{\text{RIM dial (DIR) TIR}}{2} = \frac{0,107}{2} = 0,054 \text{ mm}$$

**Tabel 3. Hasil pengambilan data run out pada poros driver**

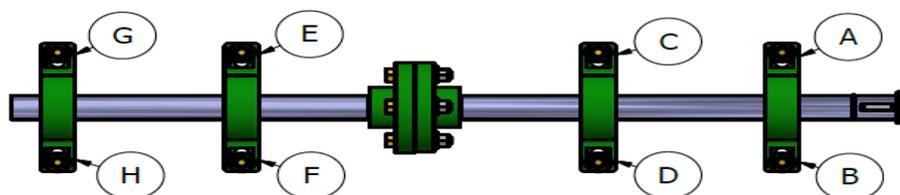
No	Posisi pengambilan data run out (mm)			
	Arah jam 12	Arah jam 9	Arah jam 6	Arah jam 3
1	0	0.005	0.010	0.010
2	0	0.005	0.005	0
3	0	0.005	0.009	0
4	0	0	0.002	0.008
<b>Rata -rata</b>	<b>0</b>	<b>0.004</b>	<b>0.007</b>	<b>0.005</b>

Hasil pengecekan run out pada poros driver sesuai tabel 3 dengan penyetingan awal *dial indicator* pada arah jam 12 hasilnya masih dalam toleransi yang diijinkan serta poros dikatakan bagus.

**Tabel 4. Hasil pengambilan data run out pada poros driven**

No	Posisi pengambilan data run out (mm)			
	Arah jam 12	Arah jam 9	Arah jam 6	Arah jam 3
1	0	0.005	0.002	0.009
2	0	0.020	0.030	0.050
3	0	0.030	0.020	0.040
4	0	0.020	0.018	0.040
<b>Rata -rata</b>	<b>0</b>	<b>0.019</b>	<b>0.020</b>	<b>0.040</b>

Hasil pengecekan run out pada poros driven pada tabel 4 masih dikatakan bagus karena masih dibawah toleransi yang diijinkan tabel 4 dengan acuan putaran. Langkah pengecekan *soft foot* dapat dilihat pada gambar 2. Cek *gap* kaki kaki pada posisi 1, 2, 3, 4 terhadap pondasi/unp dengan menggunakan *feeler gauge* dan catat hasil penyimpangan tersebut.



**Gambar 2. Posisi Kaki Pillow Block Horizontal Menggunakan Feeler Gauge**

**Tabel 5. Hasil pengukuran gap kaki pillow block menggunakan feeler gauge**

Bagian kaki pillow block	Posisi				Rata –rata (mm)
	1 (mm)	2 (mm)	3 (mm)	4 (mm)	
A	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
B	0.050	0.100	0	0	0.037
C	0.150	0.150	0.050	0.050	0.100
D	0.150	0.150	0.050	0.050	0.100
E	0.100	0.050	0	0	0.038
F	0	0.050	0	0.050	0.025
G	0.300	0.150	0	0	0.113
H	0.500	0	0.150	0	0.163

Pengecekan *soft foot* dilakukan untuk penyetaraan kaki mesin / *pillow block* supaya semua kaki mesin / *pillow block* dapat menempel secara merata, dari hasil pengecekan sesuai tabel 5 maka semua kaki mesin yang mendapat penyimpangan besar dipasang *shims* supaya hasil *alignment* dapat lebih akurat [6].

**Tabel 6. Hasil pengukuran soft foot pada kaki pillow block menggunakan dial**

Bagian kaki pillow block	Posisi				Rata –rata (mm)
	1 (mm)	2 (mm)	3 (mm)	4 (mm)	
A	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
B	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
C	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
D	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
E	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
F	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
G	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
H	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

Hasil dari pengecekan *soft foot* dengan *dial indicator* sesuai tabel 6 dilakukan 4 posisi pengecekan setiap kaki motor / *pillow block* dan diambil rata – rata, hasil rata – rata tersebut adalah nilai kaki motor / *pillow block* yang mengalami per setelah ditambah *shims* 0.02 mm, namun nilai rata rata tersebut masih sangat kecil maka *shims* tidak perlu dirubah kembali memakai *shims* yang lebih besar.

### 3.2 Pembahasan Data, Hasil dan Pelaksanaan Metode Alignment Rim and Face

Data hasil hasil pengukuran kasar dengan penggaris dilanjut dengan dial indikator dicatat dalam bentuk tabel sebagai berikut :

**Tabel 7. Hasil alignment kopling driver**

Jumlah pengujian	Posisi pengukuran diputar searah jarum jam (mm)					
	Arah jam 12		Arah jam 9		Arah jam 3	
	Rim	Face	Rim	Face	Rim	Face
1	0	0	0	0.250	0	0.100
2	0	0	0.002	0.020	0	0.100
3	0	0	0.003	0.100	0	0.180
4	0	0	0.004	0.120	0.020	0.200
5	0	0	0.005	0.220	0	0.100
<b>Rata - rata</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.002</b>	<b>0.198</b>	<b>0.004</b>	<b>0.136</b>

Data hasil pengecekan / pengambilan data pada kopling *driver* sesuai tabel 7 dengan hasil rata – rata masih sangat kecil dibawah toleransi *alignment* yang diijinkan, maka kopling dinyatakan masih dalam kondisi baik serta tidak perlu perbaikan *alignment* / reposisi ulang.

**Tabel 8. Hasil alignment kopling driven**

Jumlah pengujian	Posisi pengukuran diputar searah jarum jam (mm)					
	Arah jam 12		Arah jam 9		Arah jam 3	
	Rim	Face	Rim	Face	Rim	Face
1	0	0	<b>0.050</b>	<b>0.220</b>	<b>0.300</b>	<b>0.400</b>
2	0	0	0.030	0.230	0.250	0.300
3	0	0	0	0.150	0.210	0.200
4	0	0	0	0.210	0.300	0.300
5	0	0	0	0.200	0.260	0.400
<b>Rata - rata</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.016</b>	<b>0.202</b>	<b>0.264</b>	<b>0.320</b>

Hasil pengukuran kopling *driver* dan *driven* menurut tabel 8 penyimpangannya masih termasuk toleransi . Namun untuk memperkecil nilai yang didapat dari rata – rata di atas maka perlu di lakukan reposisi pada salah satu bagian transmisi kopling tersebut.

Sebagai contoh melakukan simulasi reposisi pada kopling *driven* Maka yang di ambil tabel hasil pengambilan data *run out* pada kopling *driven* untuk arah horizontal dan tabel hasil *alignment* kopling *driven* untuk arah vertical dengan nilai yang tertinggi dari hasil pengecekan, Serta perlu dilakukan reposisi dengan cara perhitungan matematis *rim and face* sebagai berikut.

Diketahui ;

a. Vertikal

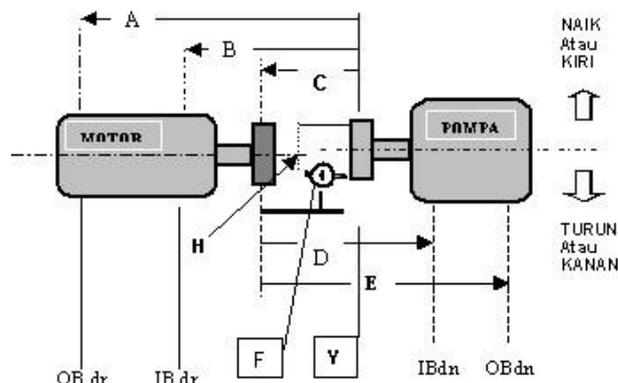
$$\text{Rim (radial) } F = 0.240 + 0 = 0.240 \text{ mm}$$

$$\text{(aksial) } Y = \frac{(0.120+0.015)}{2} = 0.185 \text{ mm}$$

b. Horizontal

$$\text{Rim (radial) } F = 0.050 + 0.300 = 0.350 \text{ mm}$$

$$\text{Face (aksial) } Y = \frac{(0.220+0.400)}{2} = 0.320 \text{ mm}$$



**Gambar 3. Sketsa pengaplikasian formula matematis**

Gambar sketsa dapat ditunjukkan pada gambar 3

A : 295 mm jarak dari titik pengukuran *dial indicator* di hub kopling *driven* ke kaki *driver* OBdr (*outboard*).

B = 120 mm jarak dari titik pengukuran *dial indicator* di hub kopling *driven* ke kaki *driver* IBdn (*inboard*).

C = 15 lebar kopling *rim* yang di titik plunjer dila di letakan+gap 0.20 diukur memaki *fleur gauge*.

D = 120 mm jarak dari titik pengukuran *dial indikator* di hub kopling *driver* ke kaki *driven* IBdn (*inboard*)

E = 295 mm karena jarak antara kaki – kaki *pillow block driven* sama *driver* sama, maka jarak dari titik pengukuran *dial indikator* di hub kopling *driver* ke kaki *driven* OBdn (*outboard*)

H = 50 diameter hub kopling (di ukur dari lintasan yang dilewati *dial indikator*)

Karena dial melintas setengah diameter kopling 100 mm maka di hasilkan 50 mm.

Reposisi dengan perhitungan matematis

a. Vertikal

$$IB\ dn = \frac{F[(B)-(C)]}{\sqrt{H^2-F^2}} + Y \quad (2)$$

$$IB\ dn = \frac{0,240[(120)-(15,2)]}{\sqrt{50^2-0,240^2}} + 0,185 = 0,688\text{ mm}$$

$$OB\ dn = \frac{F[(E)-(C)]}{\sqrt{H^2-F^2}} + (Y) \quad (3)$$

$$OB\ dn = \frac{0,240[(295)-(15,2)]}{\sqrt{50^2-0,240^2}} + 0,185 = 1,522\text{ mm}$$

b. Horizontal

$$IB\ dn = \frac{F[(D)-(C)]}{\sqrt{H^2-F^2}} + (Y) \quad (4)$$

$$IB\ dn = \frac{0,350[(120)-(15,2)]}{\sqrt{50^2-0,350^2}} + 0,310 = 1,043\text{ mm}$$

$$OB\ dn = \frac{F[(E)-(C)]}{\sqrt{H^2-F^2}} + (Y) \quad (5)$$

$$OB\ dn = \frac{0,350[(295)-(15,2)]}{\sqrt{50^2-0,350^2}} + 0,310 = \frac{73,02}{49,99} + 0,310 = 2,268\text{ mm}$$

Untuk Vertikal reposisi *driven*:

- Berdasarkan persamaan 2 maka nilai IBdn (*inboard driven* = kaki dalam *driven*) menambah shim = 0,688mm
- Berdasarkan persamaan 3 OBdn (*outboard driven* = kaki luar *driven*) menambah shim = 1,522 mm

Selanjutnya horizontal reposisi *driven* sebagai berikut:

- Berdasarkan persamaan 4 diperoleh nilai IBdn (*inboard driven*) menggeser kekanan = 1,040 mm
- Berdasarkan persamaan 5 diperoleh nilai OBdn (*outboard driven*) menggeser kekanan = 2,268 mm

#### 4. KESIMPULAN

Sebelum melakukan proses *alignment* makan terlebih dahulu lakukan *pra- alignment* yaitu melakukan pengecekan *soft foot* d dengan menggunakan *feeler gauge* dengan data rata – rata A = 0.050 mm, B = 0.037 mm, C = 0.100 mm, D = 0.100 mm, E = 0.038 mm, F = 0.025 mm, G = 0.113 mm, H = 0.163mm, pengecekan *run out* yang dilakukan di empat titik pada lingkaran kopling *driver* dengan penyetingan awal dari pada arah jam 12 = 0, 9 = 0.006, 6 = 0.031 dan 3 = 0.085, *coupling offset* vertikal sebesar 0,016 mm. Pengecekan *run out* pada kopling *driven* dengan titik awal pada arah jam 12 = 0, 9 = 0.032, 6 = 0.107, 3 = 0.005, *coupling offset* vertikal sebesar 0,054 mm. Setelah melakukan simulasi reposisi pada kopling *driven* pebaikan horizontal dan vertikal dengan perhitungan matematis *rim and face* sesuai tabel 7 dan tabel 8 maka untuk horizontal *pillow block* harus digeser ke kanan untuk IBdn = 1,040 mm , dan OBdn = 2,268 mm, Namun untuk posisi vertikal maka kaki mesin harus di tambahkan *shims* pada posisi IBdn = 0,688 mm dan OBdn = 1,522 mm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sidharta, Linmas. 2012. *Paper Alignment-Soft Foot Correction*.LNG academy : Jakarta.
- [2] Hidayat. Raffi. 2011. *Balancing and Alignment*. PT PLN (Persero) Pusdiklat Suralaya
- [3] Dwi Deni, Widodo A.Haryanto I, 2016, *Misalignment Kopling Dengan Analisis Sinyal Getaran*

- Kondisi *Steady State* Menggunakan Metode *Reverse*, JTM Vol. 4 hal. 196-206. Universitas Diponegoro Semarang.
- [4] Agus Iman, Widodo A. Haryanto I, 2016, *Misalignment* Kopling Dengan Analisis Sinyal Getaran Kondisi *Steady State* Menggunakan Metode *Rim And Face*, JTM Vol. 4 hal. 214-233. Universitas Diponegoro Semarang.
- [5] Rojali .J , 2016, Pembuatan Dan Perawatan Modul *Alignment* Poros Dan Kopling Dengan Metode *Reverse Single Dial Indicator*. Politeknik Enjinering Indorama Purwakarta.
- [6] Sharul. M, 2016, *Improvement On Pump Footing System For Misalignment Correction*. Universiti Teknikal Malaysia Melaka.