

## ANALISIS PENGARUH *MISALIGNMENT* PADA KINERJA MOTOR INDUKSI

Suker Junior S<sup>1</sup>, Agus Saleh<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program studi teknika., Politeknik Bumi Akpelni Semarang  
Jl.Pawiyon Luhur II/17, Bendan Duwur, Semarang.

\*Email: [agussaleh@akpelni.ac.id](mailto:agussaleh@akpelni.ac.id)

### Abstrak

*Misalignment adalah kondisi dimana terjadi penyimpangan pada titik pusat antara dua poros yang dihubungkan (dua poros terletak tidak pada satu sumbu). Jika misalignment terjadi pada kopling maka akan mempercepat kerusakan kopling, bearing dan menimbulkan vibrasi berlebihan. Untuk mengetahui misalignment maka dilakukan analisis dengan cara melakukan metode alignment yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh misalignment pada motor induksi beserta penanganan yang dilakukan untuk mengatasi masalah yang ditemukan. Berdasarkan penelitian studi kasus yang peneliti lakukan, dengan mengidentifikasi dan analisa pendekatan masalah dengan cara deskriptif kualitatif. Dalam pengumpulan data penulis menggunakan metode observasi yang merupakan suatu metode pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap obyek penelitian, metode wawancara dengan penulis melakukan komunikasi dengan teknisi mengenai masalah yang di tangani, serta metode studi pustaka dengan penulis mengambil referensi yang terdapat dalam buku, jurnal dan kajian-kajian yang relevan. Dalam menganalisis dapat disimpulkan hasil yang diperoleh dalam pengetesan dengan menggunakan metode alignment untuk mengetahui pengaruh misalignment pada kinerja mesin induksi ditemukannya terjadi getaran yang berlebihan pada masing-masing poros, terjadinya gesekan yang berlebih pada bantalan mengakibatkan timbulnya panas yang berlebihan, Kumpanan pada motor listrik akan bergesekan sehingga dapat menimbulkan hubungan pendek, Terjadi Kebisingan, Keausan pada bantalan, Keausan pada kopling. Dengan begitu maka dapat di putuskan tehnik untuk mengatasi masalah kerusakan dari tiap komponen.*

**Kata kunci :** *Misalignment motor induksi, metode alignment, vibrasi motor induksi*

## PENDAHULUAN

Motor induksi banyak digunakan di industri dan di rumah tangga karena konstruksinya sederhana, pengoperasian mudah dan mempunyai kecepatan yang relatif konstan. Kerusakan pada motor induksi yang tidak terdeteksi pada tahap awal dapat menyebabkan kerusakan lebih parah. Kerusakan motor di industri dapat mengakibatkan kerugian yang sangat besar karena proses produksi berhenti. Salah satu sumber kerusakan pada motor induksi adalah *misalignment*, yang artinya ketika garis sumbu poros dari dua buah mesin putar yang berpasangan tidak dalam posisi segaris antara satu dengan lainnya. *Misalignment* menyebabkan dua permasalahan pokok, yaitu kerusakan pada elemen mesin (bearing, seal, poros, belt, pulley) dan peningkatan konsumsi energi akibat kerugian transmisi. *misalignment* memberikan kerugian energi yang hampir sebanding dengan besar sudut angular yang dibentuk. *misalignment*

memberikan kerugian energi secara kuadratik. Penambahan beban memberikan kontribusi peningkatan kerugian gesekan akibat *misalignment*. Vibrasi adalah suatu hal yang tidak diharapkan juga muncul dalam suatu sistem kerja pada suatu instalasi mesin. Vibrasi yang berlebih tentunya akan berpengaruh terhadap performa maupun umur kekuatan pada suatu komponen yang ada.

## LANDASAN TEORI

### Motor induksi

Motor induksi sangat banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari baik di industri maupun di rumah tangga karena konstruksinya sederhana, harganya relative murah dan mudah dalam pengoperasian dan perawatan. Motor induksi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu:

- a. Motor induksi satu fase merupakan motor yang hanya memiliki satu

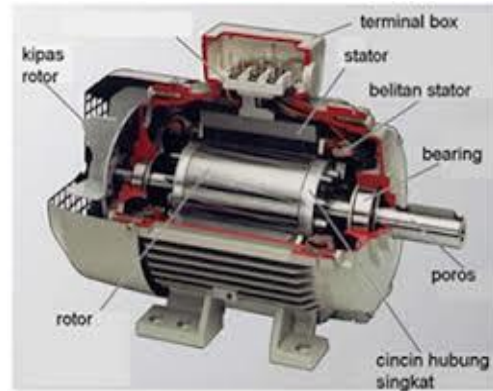
gulungan stator, beroperasi dengan pasokan daya satu fase, memiliki sebuah rotor kandang tupai dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya.

- b. Motor induksi tiga fase merupakan medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fase yang seimbang. Motor tersebut memiliki kemampuan daya yang tinggi, dapat memiliki kandang tupai atau gulungan rotor dan penyalaan sendiri.

Prinsip Kerja Motor Induksi ialah bekerja berdasarkan induksi elektromagnetik dari kumparan stator kepada kumparan rotornya. Bila kumparan stator motor induksi 3-fasa yang dihubungkan dengan suatu sumber tegangan 3-fasa, maka kumparan stator akan menghasilkan medan magnet yang berputar. Garis-garis gaya fluks yang diinduksikan dari kumparan stator akan memotong kumparan rotornya sehingga timbul emf (ggl) atau tegangan induksi. Karena penghantar (kumparan) rotor merupakan rangkaian yang tertutup, maka akan mengalir arus pada kumparan rotor. Penghantar (kumparan) rotor yang dialiri arus ini berada dalam garis gaya fluks yang berasal dari kumparan stator sehingga kumparan rotor akan mengalami gaya Lorentz yang menimbulkan torsi yang cenderung menggerakkan rotor sesuai dengan arah pergerakan medan induksi stator. Medan putar pada stator tersebut akan memotong konduktor-konduktor pada rotor, sehingga terinduksi arus; dan sesuai dengan Hukum Lenz, rotor pun akan turut berputar mengikuti medan putar stator.



**Gambar 1. Motor Induksi**



**Gambar 2. Bagian-bagian Motor Induksi**

### Vibrasi (Getaran)

Vibrasi adalah suatu gerak bolak-balik di sekitar kesetimbangan. Kesetimbangan adalah keadaan dimana suatu benda berada pada posisi diam jika tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut. Vibrasi dapat ditunjukkan dengan cara yang sederhana yaitu dengan pegas yang diberi beban. Kemudian pegas ditarik dan dilepaskan. Pada pegas akan tampak gerakan bolak balik dari atas ke bawah. Mesin yang ideal tidak akan bergetar karena energi yang diterimanya digunakan sepenuhnya oleh mesin itu sendiri. Vibrasi yang disebabkan oleh penyambungan poros yang tidak simetris dan besarnya tergantung dari ketidaksimetrisan penyambungannya, semakin tidak simetris penyambungan poros pada sebuah peralatan maka menyebabkan vibrasi akan semakin tinggi (Novrian Carnegier dkk., 2020). Vibrasi yang berlebihan menyebabkan mengendornya sambungan-sambungan pada mesin, menimbulkan suara bising, meningkatnya beban pada komponen-komponen mesin, mempercepat ausnya bagian-bagian mesin. Gejala vibrasi yang diakibatkan oleh *misalignment* hampir sama dengan gejala *unbalance* akan tetapi dengan menggunakan vibrometer yang memadai akan lebih mudah membedakan antara *unbalance* dan *misalignment* yaitu dari analisa sudut fasanya (Wardjito dan Hendra Dwi NC., 2015).



**Gambar 3. Pengukuran vibrasi dengan vibration meter**

### **Alignment**

*Alignment* adalah kondisi dimana titik pusat antara dua poros yang dihubungkan terletak pada satu sumbu. Mesin dengan kondisi baru diharapkan porosnya pada kondisi *alignment*. Kondisi alignment ini dijaga sampai proses instalasi dan operasi. Alignment adalah posisi senter-senter rotasi dari dua buah shaft atau lebih dalam satu sumbu (co-linear) ketika mesin beroperasi dalam keadaan normal. Co-linear (satu sumbu) maksudnya adalah setiap shaft akan berputar pada satu garis sumbu. Satu atau lebih shafts dalam garis lurus yang sama dianggap co-linear, atau dalam garis lurus yang sama. *Alignment* dapat meminimalisir atau menghindari kemungkinan terjadinya proses memperpendek umur sebuah mesin yang tentu akan mengurangi beban operasional perbaikan mesin anda (Darto dan Sudjtmiko, 2015).

#### **a. Metode Penggaris**

Cara ini dapat dilakukan hanya jika diameter hub-kopling sama, atau langsung menggunakan penggaris pada poros jika diameter poros juga sama. Prinsipnya dengan mengandalkan ketelitian mata untuk menentukan penyimpangan *alignment*, seperti terlihat gambar dibawah ini. Metode yang paling kuno, paling sederhana, paling kasar ini hasilnya tentu untung-untungan, mungkin hasilnya baik tapi bisa juga kerusakan fatal. Peralatan yang dipakai al: penggaris logam/metal, taper gage, feeler gage atau inside micrometer.



**Gambar 4. Metode Alignment Dengan Penggaris**

#### **b. Metode Dial Indicator**

Metode ini sangat populer dan paling sering dipakai dalam pekerjaan alignment karena disamping hasilnya akurat (teliti) juga karena harganya relative murah dibandingkan optical/laser. Metode Dial Indicator ada 2 cara yaitu :

1. *Reverse Dial Indicator* (memutar satu poros)

Cara ini dilakukan jika salah satu poros sulit untuk diputar atau salah satu poros tidak cukup ruang untuk dial. Dengan memasang dua pasang dial seperti gambar dibawah adalah cara yang sangat cerdas untuk menghemat waktu. Dengan sekali putar menghasilkan dua penunjukan.

2. *Rim and Face Dial Indicator* (kedua poros diputar bersamaan)

Metode ini dilakukan dengan cara memutar kedua poros secara bersamaan dan searah dan jangan lupa selalu tandai (marking) titik awal dari plunjer (jarum penunjuk) pada kedua poros agar bacaan angka tidak berubah-ubah dalam setiap putaran.



**Gambar 5. Metode Alignment Dial Indikator**

c. Metode Laser

Laser alignment adalah proses mensimetriskan objek (poros) dengan menggunakan sensor infrared (inframerah). Dimana objek (poros) diukur dengan sensor sinar laser infra merah untuk menguji tingkat simetris serta berlangsungnya proses mensimetriskan objek (poros). Laser alignment system adalah sistem mensimetriskan objek (poros) dengan menggunakan sensor infrared untuk menguji tingkat kesimetrisan suatu objek serta memproses lanjut untuk mensimetriskan objek (proses).



Gambar 6. Metode Alignment Dengan Laser

d. Metode Level Precision

Dalam pekerjaan alignment kadang kita dihadapkan pada mesin atau kondisi dimana alat seperti dial indicator tidak mungkin untuk digunakan. Cara ini sebenarnya hanya untuk meng-adjust levelling (kerataan) dan vertical saja dan bukan untuk pekerjaan alignment pada umumnya karena sifatnya seperti waterpas dan penggunaannya juga sama namun Level Precision mempunyai keakuratan lebih maksimal dibandingkan dengan waterpas pada umumnya, karena bisa mencapai 0,02mm untuk level horisontal maupun level vertical suatu mesin.



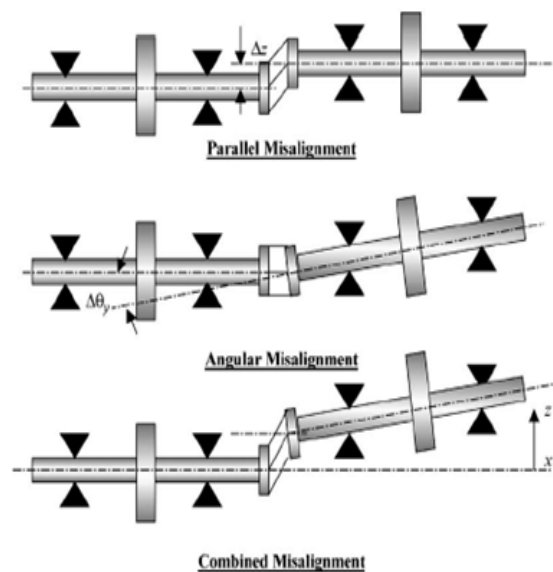
Gambar 7. Metode Alignment Dengan Presisi

Misalignment

Misalignment adalah kondisi dimana terjadi penyimpangan pada titik pusat antara dua poros yang dihubungkan (dua poros terletak tidak pada satu sumbu) (Deni Dwi D. dkk, 2016). Jika misalignment terjadi pada kopling maka akan mempercepat kerusakan kopling, bearing dan menimbulkan vibrasi berlebihan (Andi Ulfiana, 2016). Berikut jenis-jenis Misalignment pada kedua poros:

- Parallel Misalignment adalah posisi dari kedua poros dalam keadaan yang tidak sejajar dengan ketinggian berbeda pada kedua poros tersebut.
- Angular Misalignment adalah ketidaklurusan kedua poros dengan posisi yang saling menyudut, sedangkan kedua ujungnya mempunyai ketinggian sama (Satworo Adiwidodo, 2016)
- Combination Misalignment adalah ketidaklurusan yang terjadi pada kedua poros dengan saling menyudut dan kedua ujung poros tersebut tidak sama.
- Softfoot adalah sebuah kondisi dimana sebuah mesin bertumpu pada landasan dasar lantai, hal ini mengakibatkan kondisi yang kurang stabil, dapat terjadi karena sifat dari pondasi lantai atau material dudukan

e.



Gambar 8. Misalignment

## METODE

Dalam pengumpulan data penulis menggunakan metode observasi yang merupakan suatu metode pengumpulan data dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap obyek penelitian, metode wawancara dengan penulis melakukan komunikasi dengan teknisi mengenai masalah yang di tangani, serta metode studi pustaka dengan penulis mengambil referensi yang terdapat dalam buku, jurnal dan kajian-kajian yang relevan, penulis melakukan analisis Berdasarkan penelitian studi kasus yang peneliti lakukan, dengan mengidentifikasi dan analisa pendekatan masalah dengan cara deskriptif kualitatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kejadian yang terjadi selama penulis melakukan penelitian yang berlangsung kurang lebih 3 bulan, dalam menganalisis sebuah permasalahan peneliti akan menyelesaikan dengan metode *Observasi, Interview, Studi Kepustakaan* Tujuannya adalah untuk untuk mencegah potensi terjadinya trouble mesin atau keabnormalan mesin yang fatal. Menentukan ketidaknormalan pada motor induksi akibat *misalignment*, kemudian setelah didapatkan prioritas utama dari hasil analisa maka di putus beberapa masalah dan cara pengecekan serta penanganan masalah pada vibrasi yang dihasilkan motor induksi akibat *misalignment*.

Dalam melakukan pengecekan atau menganalisis vibrasi yang dihasilkan motor induksi perlu di lakukan persiapan yang matang seperti mempersiapkan peralatan yang di gunakan untuk mengecek atau menganalisa vibrasi pada saat motor induksi beroperasi.

### Evaluasi Pemecahan Masalah

Dalam melakukan pengetesan vibrasi pada motor induksi akibat *misalignment* dilakukan metode *alignment*. Definisi sebenarnya dari metode *alignment* adalah suatu metode atau cara untuk menyejajarkan objek penggerak dan objek yang digerakkan. Melakukan metode *alignment* bisa dengan

memanfaatkan beberapa peralatan. Ada empat jenis peralatan yang sering digunakan, yakni penggaris, dial indicator, level precision, dan laser.

Pada observasi yang dilakukan, penulis menggunakan metode *alignment* dial indikator pada tahap metode pengetesan (Ade Irvan Tauyana, 2018). Berikut langkah-langkah observasi yang dilakukan:

a. Peralatan yang digunakan untuk pekerjaan observasi yaitu *alignment*.

1. Dial Indicator, Bracket, & rod (disini kita sebut saja *alignment kit*).
2. Dial indicator
3. Shim berbagai ukuran dari 3/100 hingga 2 mm. bisa shim yang sudah jadi ataupun memotong dari plat *stainless steel*.
4. Feeler Gauge
5. Mistar kecil & Meteran
6. Kunci pas & ring sesuai ukuran
7. Amplas / Sikat baja
8. Kertas & pulpen

b. Urutan kerja yang dilakukan.

1. Memastikan bahwa *run out shaft* yang dilakukan *alignment* sudah akurat dan *shaft* motor & pompa / fan layak untuk dipasang
2. Memastikan bahwa power motor mati, mcb posisi off dan *Fuse* tercabut, sehingga aman untuk dilakukan *alignment*
3. Memasang pemegang dial pada poros mesin yang bergerak, dan dial-indicator jarum menunjuk pada lingkaran kopling (rim) dan permukaan (face) . Untuk koreksi posisi sebaiknya agar pilih mesin yang mudah digeser ataupun tidak menimbulkan *pipe strain*. Pastikan bracket pada pemegang dial dipasang kokoh/tidak kendor agar tidak terjadi salah baca.
4. Melakukan *prealignment* yaitu *soft foot check, shim check, rough alignment, pipe strain, dll.* (selengkapnya akan dibahas di artikel *prealignment*). Antara lain sebagai berikut :

- a) Mengecek kondisi shim di seluruh tapak, apabila kotor maka bersihkan

dengan amplas atau sikat, apabila tidak memungkinkan/rusak maka ganti yang baru.

- b) Mengecek base & kaki motor/fan/pompa yang akan di alignment, jika kotor bersihkan dengan WD – 40 & amplas. Kemudian kondisikan mesin yang akan di alignment.
- c) Mendeteksi *soft foot* pada tapak, dengan cara shimming, atau tapak dicolok *feeler gauge*, kemudian halusnnya menggunakan dial indicator pada tapak.(selengkapnya akan dibahas di artikel *soft foot*).
- d) Melakukan *alignment* menggunakan penggaris & *feeler gauge*. Dengan ini kita bisa menambah/mengurangi shim secara kasaran untuk mempermudah *alignment* nanti



**Gambar 9. Metode detecting soft foot**

5. Untuk perhitungan cara matematis maupun grafis, sebelumnya diambil data ukuran :
  - a) Diameter lingkaran kopling yang dilalui jarum dial (D)
  - b) Jarak antara tengah kopling dengan tapak depan (L1)
  - c) Jarak antara tapak depan dengan tapak belakang (L2).
6. Memastikan dial indicator berfungsi dengan baik, dengan cara memutar dari posisi 0°, menuju 90°, 180°, 270°, lalu balik lagi ke 0°. Jika posisi jarum tidak berubah maka dial indicator berfungsi dengan baik.



**Gambar 10. Dial Indikator**

7. Mencari Horizontal Misalignment:
  - a) Reset pada angka 0 dial-indicator face & rim pada 90°.
  - b) Putar poros keduanya menuju posisi 270°, baca hasil yang tertera pada face & rim
  - c) Face menunjukkan angular misalignment rim menunjukkan radial, kemudian geser motor litrik dengan bolt jack sesuai perhitungan alignment. \*catatan: dilarang menggunakan martil untuk menggeser tapak, bisa dapat merusak tapak, dial, bahkan mesinnya.
  - d) Radial digeser 1/2 dari pembacaan dial rim, sedangkan angular berdasarkan perhitungan axial misalignment (baca artikel *formula rim & face*). Bisa juga menggunakan feeling karena menggeser sangat mudah dilakukan.
8. Mencari Vertical Misalignment:
  - a) Reset pada angka 0 dial-indicator face & rim pada 0°.
  - b) Putar poros keduanya menuju posisi 180°, baca hasil yang tertera pada face & rim
  - c) Face menunjukkan angular misalignment rim menunjukkan radial, kemudian atur shim (tambah&kurangi)
  - d) Untuk mencari radial misalignment tapak ditambah shim secara global 1/2 dari pembacaan dial rim.
9. Melakukan step di atas 2x atau lebih untuk memastikan hasilnya akurat.

10. Mengunci tapak depan dan belakang, lalu pembacaan dial di cek lagi dari 0°, menuju 90°, 180°, dan 270°. Apabila terdapat perubahan lebih dari 3/100 mm maka tapak bermasalah (terdapat *soft foot*), dan harus di cek lagi. *soft foot* bisa saja terjadi karena salah satu tapak pendek, tapak bengkok menyudut, shim kotor, base tempat dudukan kaki tidak rata, dll. (dibahas di artikel *soft foot*).
11. Apabila tidak ada perubahan atau berubah kurang dari 3/100 mm dari nilai semula berarti tidak ada masalah *soft foot*.
12. Alignment selesai apabila hasil pembacaan baik axial/radial kurang dari nilai toleransi berdasarkan tabel di bawah ini. Disini radial sama dengan offset, dan angular sama dengan axial.

**Tabel 1. Hasil Pengukuran Dengan Dial Indikator**

Offset	Excellent		Acceptable		
	rpm	mils	mm	mils	mm
0000-1000	3,0	0,07	5,0	0,13	
1000-2000	2,0	0,05	4,0	0,1	
2000-3000	1,5	0,03	3,0	0,07	
3000-4000	1,0	0,02	2,0	0,05	
4000-5000	0,5	0,01	1,5	0,03	
5000-6000	<0,5	<0,01	<1,5	<0,03	
Angular error	rpm	mils"	mm/100	mils"	mm/100
0000-1000	0,6	0,06	1	0,1	
1000-2000	0,5	0,05	0,8	0,08	
2000-3000	0,4	0,04	0,7	0,07	
3000-4000	0,3	0,03	0,6	0,06	
4000-5000	0,2	0,02	0,5	0,05	
5000-6000	0,1	0,01	0,4	0,04	

- c. Bagian-bagian yang berdampak akibat ketidaklurusan poros (*misalignment*) :
  - 1) Poros, terjadi getaran yang berlebihan pada masing-masing poros.
  - 2) Bantalan, terjadinya gesekan yang berlebihan pada bantalan/bearing mengakibatkan timbulnya panas yang berlebihan sehingga bearing cepat rusak.
  - 3) Baut –baut kopling akan rusak / putus.
  - 4) Mempercepat kebocoran cairan yang dipompa pada stuffing box.
  - 5) Pada pompa menurunkan efisiensi mekaniknya.

- 6) Kumputan pada motor listrik akan bergesekkan sehingga dapat menimbulkan hubungan pendek.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil dan pembahasan adalah sebagian berikut :

1. Untuk mengetahui *misalignment* pada motor induksi dibutuhkan proses *alignment* antara poros motor listrik dan poros yang digerakkan.
2. *Misalignment* dapat terjadi karena bentuk dari poros yang tidak rata atau ketidaklurusan yang terjadi antara kedua buah poros.
3. Pengaruh yang dialami motor iduksi akibat *misalignment* yaitu terjadi getaran yang berlebihan pada masing-masing poros, terjadinya gesekan yang berlebihan pada bantalan mengakibatkan timbulnya panas yang berlebihan, baut - baut kopling akan rusak / putus, konsumsi energi semakin tinggi, bertambahnya biaya produksi disebabkan oleh meningkatnya tingkat vibrasi, mengurangi umur komponen mesin.
4. Dampak yang dialami motor iduksi akibat getaran yang dihasilkan *misalignment* yaitu mengendornya sambungan-sambungan pada mesin, menimbulkan suara bising, meningkatnya beban pada komponen-komponen mesin, mempercepat ausnya bagian-bagian mesin.
5. Pemberian beban pada poros, sangat mempengaruhi getaran yang ditimbulkan. Bahwa semakin tinggi putaran motor listrik dan semakin besar beban yang diberikan, maka semakin tinggi getaran yang dihasilkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Novrian Carnegier, Dedi Suryadi, Fitrilina, 2020, *Analisa Level Getaran Cooling Water Pump 1 Jenis Sentrifugal*. Rekayasa Mekanik, Vol 4, No. 1.
- Wardjito, Hendra Dwi Nur Cahyo, 2015, *Optimalisasi Analisa Vibrasi Untuk Mendeteksi Gejala Misalignment Pada*

- Mesin Berputar*. Jurnal Keilmuan Dan Terapan Teknik, Vol 4, No. 1, pp 32-54.
- Darto dan Sudjatmiko, 2015, *Mekanisme Proses Alignment Poros Mesin Rotasi Berbantuan Perangkat Lunak*, Info Teknik Mesin, Vol 16, No. 1, pp. 11-20.
- Deni Dwi Darmawan, Achmad Widodo, Ismoyo Haryanto, 2016, *Misalignment Kopling Dengan Analisis Sinyal Getaran Kondisi Steady State Menggunakan Metode Reverse*, Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol. 4, No. 2, pp. 197-206.
- Andi Ulfiana, 2016, *Analisis Pengaruh Misalignment Terhadap Vibrasi Dan Kinerja Motort Induksi*, Politeknologi, Vol. 10, No. 3.
- Satworo Adiwidodo, 2016, *Pengaruh Angular Dan Paralel Misalignment Terhadap Konsumsi Energi Pada Motor Listrik*. Politeknik Negri Malang, Vol 8 – ISSN: 2085-2347, B-29.
- Wanto, R. Lulus Lambang, G. H. , Didik Djoko Susilo, 2019, *Diagnosis Ketidaklurusan (Misalignment) Poros Menggunakan Metode Multiclass Support Vector Machine ( SVM)*, Majalah Ilmiah Mekanika, Vol 18, No. 2, pp. 39-43.
- Ade Irvan Tauyana, 2018, *Alignment Coupling Dengan Metode Double Dial Indicator Rim And Face*. Jurnal Simetris, Vol. 9, No. 1.