

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penegertian Kelurusan

Kelurusan poros adalah posisi yang tepat dari garis sumbu penggerak dan komponen yang digerakkan (pompa, *gearbox*, dan lain - lain). Penyelarasan dicapai melalui *shimming* komponen penggerak atau keduanya. Tujuannya adalah untuk memperoleh sumbu rotasi pada operasi kesetimbangan dua poros yang digabungkan dengan komponen *driven* (yang digerakkan) yang digabungkan dengan *shaft*.

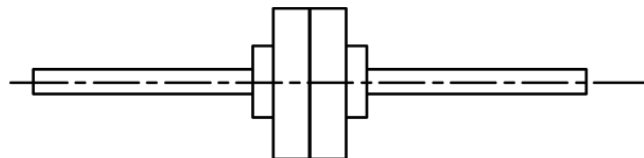
Poros harus selaras sempurna untuk memaksimalkan keandalan peralatan, terutama untuk peralatan kecepatan tinggi. Untuk memperoleh keselarasan, hal penting yang harus diperhatikan, mesin dan komponen *driven* yang langsung dihubungkan dengan *shaft* (poros), yang ditambah mesin yang terpisah menurut jarak atau bahkan menggunakan kopling fleksibel. Hal ini penting karena misalignment dapat mengakibatkan tingkat getaran yang tinggi, yang menyebabkan mesin cepat panas, dan mengakibatkan sering dibutuhkan perbaikan.

Kelurusan poros dapat mengurangi konsumsi daya dan tingkat kebisingan dan membantu untuk mencapai umur desain bantalan, segel, dan kopling lebih baik. Prosedur kelurusan poros didasarkan pada asumsi bahwa satu motor penggerak komponen *stationer*, tingkat, dan didukung oleh pelat dasar. Kedua keselarasan sudut dan *offset* harus dilakukan dalam arah vertikal dan bidang horisontal, yang dilakukan dengan menaikkan atau menurunkan komponen mesin yang lain atau memindahkan peralatan secara horizontal untuk menyelaraskan dengan rotasi dari poros *stationer*. Komponen yang bergerak yang

dipilih sebagai mesin yang akan dipindahkan MTBM (*Machine To Be Moved*) atau mesin yang akan di *shimmed* MTBS (*Machine To Be Moved Shimmed*). MTBM umumnya mengacu pada koreksi pada bidang horisontal, sedangkan MTBS umumnya mengacu pada koreksi dalam bidang vertikal. Ada beberapa kondisi keselarasan: yaitu keselarasan yang sempurna, *offset* atau *misalignment paralel*, *misalignment sudut* atau *face misalignment*.

2.1.1 Kelurusan Sempurna

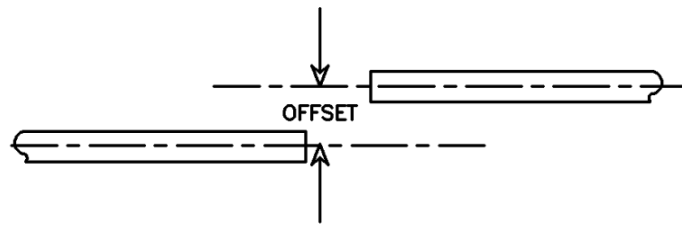
Dua poros yang sempurna sejalan/segaris dan beroperasi sebagai poros, sangat jarang ditemukan tanpa prosedur kelurusan yang dilakukan pada poros tersebut. Selain itu, keadaan lurus sempurna harus selalu dipantau secara teratur untuk menjaga kondisi kelurusan yang sempurna, yang bisa dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.1 Kelurusan Sempurna (R. Keith Mobley (2004 : 74))

2.1.2 Offset atau Misalignment Paralel

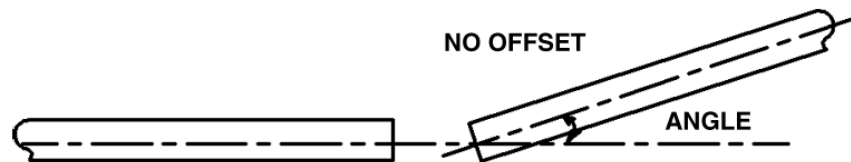
Misalignment Offset, juga disebut sebagai *misalignment paralel*, mengacu pada jarak antara dua garis sumbu dan umumnya diukur dalam seperseribuinchi. *Offset* bisa dalam bidang vertikal atau horizontal. Gambar di bawah menunjukkan dua shaft yang sejajar satu sama lain tapi tidak *colinear*. Secara teoritis, *offset* diukur di tengah sambungan.



Gambar 2.2 Misalignment Offset (R. Keith Mobley (2004 : 75))

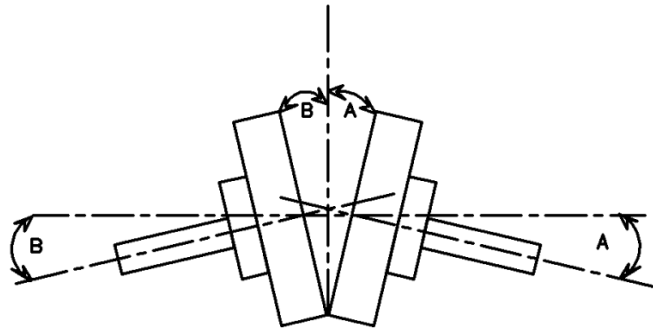
2.1.3 Sudut atau Angular Misalignment

Misalignment sudut mengacu pada kondisi ketika poros tidak paralel tetapi berada dalam konstruksi yang sama tetapi tidak ada offset. Hal ini diilustrasikan dalam gambar di bawah ini:



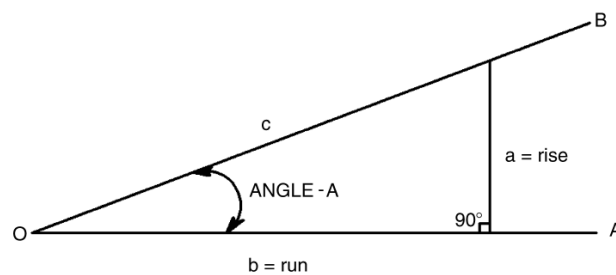
Gambar 2.3 Sketsa Misalignment Sudut (R. Keith Mobley (2004 : 75))

Sudut antara dua garis sumbu, yang umumnya dinyatakan sebagai kemiringan, atau naik lebih seperseribu inchi dari sudut dalam derajat. Ini harus ditentukan dalam kedua sumbu vertikal dan horisontal. Seperti gambar di bawah ini mengilustrasikan sudut yang terlibat dimisalignment sudut.



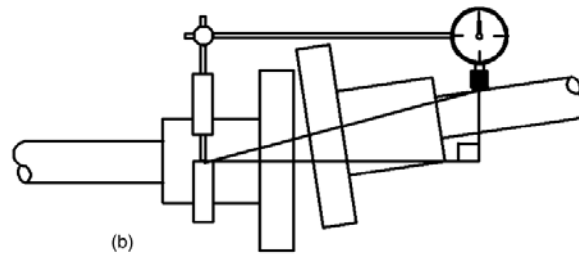
Gambar 2.4 Misalignment Sudut (R. Keith Mobley (2004 : 76))

Dari sudut pandang praktis, sering kali sulit atau tidak diinginkan posisi batang terlihat seperti di atas karena kesulitan dalam pemasangan indicator poros atau bagian tidak bergerak dari kopling untuk pengambilan bacaan dan untuk memastikan akurasi yang lebih besar. Ini adalah metode yang valid karena objek apapun yang terpasang dan diputar dengan poros atau hubungan sambungan menjadi perpanjangan radial garis sumbu dan dapat dianggap sebagai bagian integral dari poros. Berikut adalah pandangan sederhana misalignment.



Gambar 2.5 Segitiga Siku – Siku (R. Keith Mobley (2004 : 78))

Kasus *misalignment* disederhanakan seperti pada gambar di bawah ini

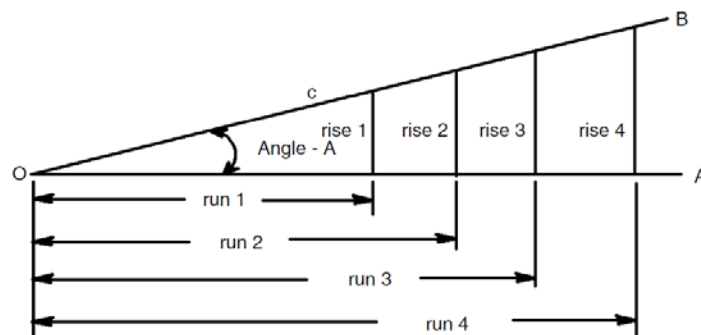


Gambar 2.6 Misalignment pada poros (R. Keith Mobley (2004 : 77))

Gambar yang menggabungkan segitiga siku-siku. Panjang sisi “b” diukur dengan pita pengukur dan panjang sisi “a” diukur dengan perangkat seperti dial indikator. Perhatikan bahwa diagram ini mengasumsikan kopling ini berpusat pada poros dan bahwa pusatnya adalah sama dengan poros itu. Angle "A" dalam derajat dihitung dengan (R. Keith Mobley (2004 : 74)

$$A = \tan^{-1} \frac{a}{b} \dots\dots\dots (1)$$

Atau dapat menggunakan konsep rise dan run

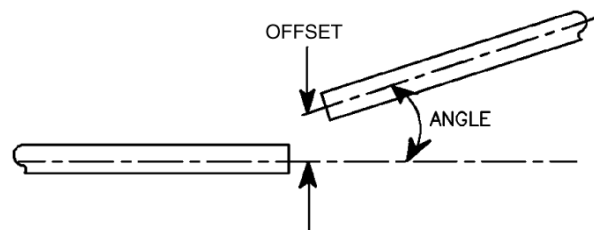


Gambar 2.7 Konsep Rise dan Run (R. Keith Mobley (2004 : 78))

Oleh karena itu, perhitungan "Angle-A" dapat dibuat dengan salah satu pengukuran: (R. Keith Mobley(2004 : 78))

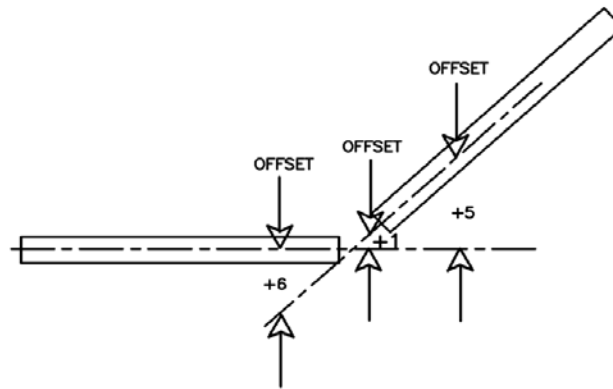
$$"Angle-A" = \frac{rise_1}{run_1} = \frac{rise_2}{run_2} = \frac{rise_3}{run_3} = \frac{rise_4}{run_4} \dots\dots\dots (2)$$

Misalignment miring terjadi ketika poros tidak parallel (sudut) juga tidak berpotongan pada sambungan (*offset*). Gambar di bawah ini menunjukkan dua poros yang miring, yang merupakan jenis yang paling umum dari masalah yang terjadi misalignment. Dari jenis misalignment dapat terjadi, baik dalam *horizontal* atau bidang *vertical*, atau baik dibidang horizontal dan vertikal. yang menunjukkan dua poros yang memiliki sudut misalignment tetapi tidak seimbang.



Gambar 2.8 Misalignment Miring (R. Keith Mobley (2004 : 79))

Gambar di bawah ini menunjukkan bagaimana pengukuran untuk non-parallel poros yang bervariasi tergantung dimana jarak antara dua garis sumbu diukur. Sekali lagi, perhatikan bahwa offset secara teoritis didefinisikan di sambungan penampang poros.



Gambar 2.9 Pengukuran Offset Poros Misalignment Sudut

(R. Keith Mobley (2004 : 79))

2.2 KESEJAJARAN

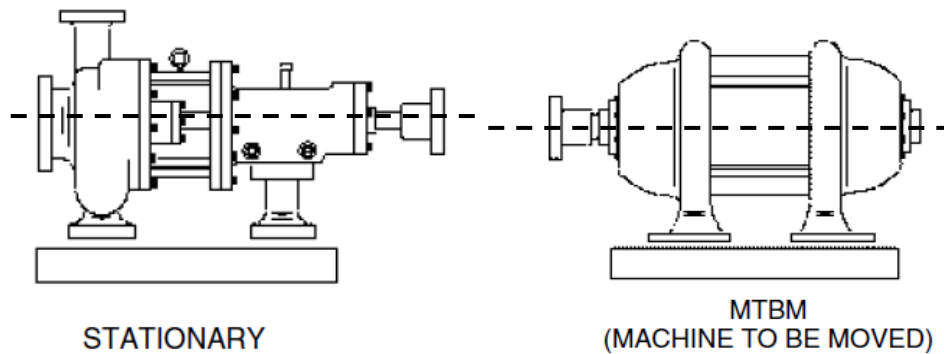
Ada dua misalignment yang benar: vertikal dan horisontal. Oleh karena itu, dalam kasus ini setidaknya dua mesin/ penggerak dengan *driven/* yang digerakkan (pompa), ada empat jenis misalignment yang dapat terjadi: *vertical offset*, kekakuan karena kekurusan vertikal, *horizontal offset*, dan horizontal kekakuan karena kekurusan, ini dapat terjadi dalam kombinasi apapun.

2.2.1 Vertikal

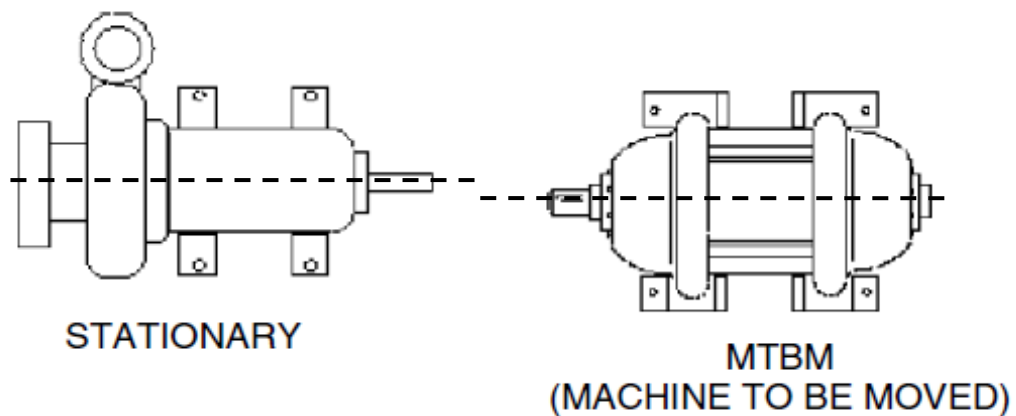
Kedua misalignment sudut dan offset dapat terjadi dalam bidang vertikal. *Vertical misalignment*, yang dikoreksi dengan menggunakan shims, biasanya digambarkan dalam side-view.

2.2.2 Horizontal

Kedua offset dan misalignment sudut dapat terjadi pada bidang horisontal. Shim tidak digunakan untuk mengoreksi misalignment horisontal, yang biasanya digambarkan dalam gambar top-view. Jenis misalignment adalah dikoreksi dengan fisik pindah MTBM tersebut.



Gambar 2.10 Vertikal Misalignment (R. Keith Mobley (2004 : 80))



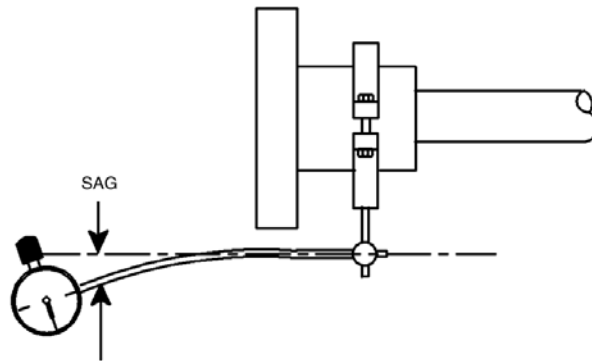
Gambar 2.11 Horizontal Misalignment (R. Keith Mobley (2004 : 80))

2.3 SAG INDIKATOR

Sag Indikator adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan kelenturan pemasangan perangkat keras sebagai indikator yang diputar dari posisi teratas ke posisi bawah selama prosedur keselarasan. Bending dapat menyebabkan kesalahan yang signifikan dalam pembacaan indikator yang digunakan untuk menentukan misalignment vertikal, terutama di rim dan permukaan pembacaan.

Tingkat dimana pemasangan sag indikator tergantung pada panjang dan kekuatan materi perangkat keras. Untuk memastikan bahwa pembacaan yang

benar diperoleh, yang diperlukan adalah menentukan angka yang tertera pada sag indikator. Dalam peralatan untuk memperbaiki bagian bawah atau 06:00 bacaan sebelum memulai proses penyelarasan.



Gambar 2.12 Dial Indikator Sag (R. Keith Mobley (2004 : 85))

Dial indikator terdiri dari jepit poros, yang menjepit batang sambungan luar, ketika poros keduanya sempurna dan sejalan. Pemasangan batang harus sejajar dengan sumbu rotasi poros. Namun, kelengkungan batang atau sag dengan jumlah tertentu diukur dalam mils (seperseribu inchi) karena berat sambungan batang dan pembacaan indikator melekat pada ujung batang. Sag indikator yang baik ditentukan dengan me-mount dial indikator di atas pipa lurus panjang yang sama seperti pada aplikasi yang sebenarnya. Posisi nol dial Indikator pada pukul 12 atau tegak, kemudian berputar 180 derajat keposisi jam 6. Pembacaan yang diperoleh menjadi angka negatif berarti ukuran indikator pemasangan berotasi sebesar 180 derajat, rotasi tersebut disebut faktor sag.

Dial indikator mempunyai tiga metode penyelarasan terhadap mesin. Metode ini adalah (1) metode dua indikator yaitu dengan pembacaan diambil pada mesin stasioner, (2) metode dua indikator dengan pembacaan diambil pada mesin

yang akan *shimmed*, dan (3) metode terbalik indikator. Metode 1 dan 2 sering dianggap sebagai satu metode, yang disebut sebagai *rim and-face*



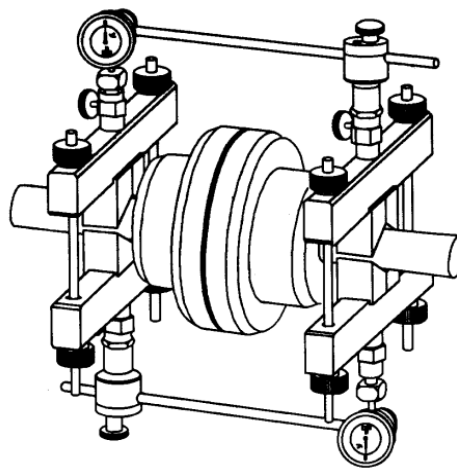
Gambar 2.13 Dial Indikator

Gambar Dial Indikator di atas memperlihatkan indikator yang umum, yang juga disebut pengukur *runout*. Sebuah dial indikator yang memiliki instrumen yang baik yaitu bantalan polos, dan bagian presisi lainnya dirancang untuk menghasilkan pengukuran yang akurat. Hal ini dimungkinkan untuk melakukan pengukuran mulai dari seperseribu (0,001 inchi atau satu mil) sampai 50 sepersejuta inchi. Titik kontak poros melekat ke *spindle* dan rak. Ketika menyimpang spindle akan bergerak, gerakan ini ditransmisikan ke sebuah pinion melalui serangkaian roda gigi, dan pada tangan atau *pointer* menggerakkan jarum petunjuk pada dial indikator menghasilkan terbacanya suatu pengukuran.

Pengukuran diambil dengan perangkat ini didasarkan pada titik referensi di "Posisi nol," yang didefinisikan sebagai *fixture* keselarasan di bagian atas poros-disebut sebagai posisi pukul 12. Untuk melakukan prosedur keselarasan,

Pembacaan juga diperlukan pada posisi pukul 3, 6, dan 9. Penting untuk memahami bahwa pembacaan diambil dengan perangkat ini semua relatif, artinya mereka tergantung pada lokasi pada pengambilan data. Pembacaan rim diperoleh dari poros yang diputar dan batang dial indikator kontak poros pada sudut 90 derajat. Permukaan pembacaan digunakan untuk menentukan misalignment sudut, yang diperoleh dari poros yang diputar pada posisi batang sejajar dengan garis tengah poros menyentuh permukaan sambungan.

Ada juga metode pengukuran dengan *Reverse Dial Indikator* yaitu Teknik pengukuran offset pada dua titik, dan jumlah horizontal dan koreksi vertikal untuk offset dan kekakuan karena kekurusan. Biasanya diambil secara simultan pada masing-masing empat posisi (12, 3, 6, dan jam 9) untuk mesin yang bergerak (MTBS / MTBM) dan mesin stasioner. Yang bisa di lihat pada gambar:



Gambar 2.14 Pengukuran Metode Reverse Dial Indikator

(R. Keith Mobley (2004 : 90))

Konfigurasi dan Pembacaan Ganda runout yang baku dipasang pada perlengkapan khusus yang melekat pada kedua shaft. Alat pengukur runout

dipasang sehingga kedua pembacaan poros dapat diperoleh dengan 360-derajat per rotasi. Ketika fixture terbalik, dial dipasang pada poros pasangan, dengan pengaturan yang disesuaikan dengan titik nol alat ukur. Kemudian perhatikan, perlahan-lahan memutar poros di 90 derajat secara bertahap. Baca runout pembacaan dari kedua alat pengukur, membaca tanda positif atau negatif, ketika fixture pada posisi jam 12, 3, 6, dan 9. Keterbatasan alat ukur mempunyai potensi kesalahan atau masalah yang membatasi akurasi alignment ini. Yang umum terjadi kesalahan pembacaan data, kegagalan untuk mengoreksi sag indikator, kelonggaran mekanik dalam instalasi fixture, dan kegagalan untuk benar nol atau mengkalibrasi dial indikator.

2.4 Metode Alignment

Metode dial indicator adalah metode yang paling banyak dilakukan, karena ketelitian cukup dapat dipertanggung-jawabkan, terutama jika dilakukan dengan professional. Dan harga alat relative murah. Ada 2 (dua) metode cara mengukur alignment dengan dial indikator :

- Rim & face dial indicator : kedua poros diputar bersamaan
- Reverse dial indicator : Cukup memutar salah satu poros
- Double Radial : Metode pengukuran menggunakan dial ketika salah satu poros tidak bisa diputar

2.4.1 Metode Rim & Face

Pasanglah pemegang dial pada mesin yang mudah diputar dan dial-indicator jarum menunjuk pada face (muka) dan rim (lingkar kopling)

pada mesin yang diam. Semua langkah prealignment ABC (*run-out, soft-foot, sag, safety*) tsb. diatas sudah dilakukan.

Untuk perhitungan cara matematis maupun grafis, harus diambil pengukuran :

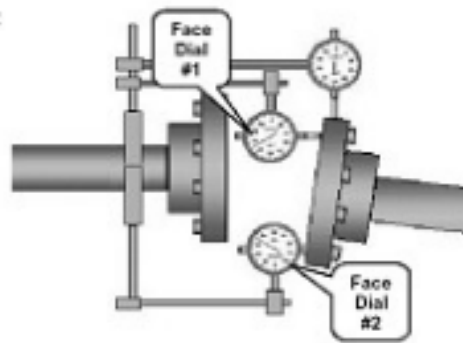
- Jarak antara kopling diambil dari titik jarum menunjuk = c
- Jarak kaki mesin, atau jarak baut kaki. = a, b, d, e
- Diameter lingkaran kopling yang dilalui jarum dial
- Check soft foot, run out, sag, pipe strain, dll.
- Periksa semua peralatan yang diperlukan dalam kondisi baik.
- Pasanglah pemegang / bracket pada mesin yang mudah diputar, cukup kokoh tidak goyang atau kendur, agar tidak terjadi salah baca atau salah tunjuk.
- Pemasangan seperti gambar, bracket pada salah satu poros mesin dan dial ke muka dan lingkaran kopling mesin lain.
- Reset pada angka 0 dial-indicator ke posisi jam 12
- Jika memungkinkan putar kedua kopling bersamaan, untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
- Putarlah poros dan bracket dengan pelan ke posisi jam 3, 6 & 9 . catat pengukuran ini bisa (positif atau negatif)
- Kembali ke posisi jam 12 (seharusnya dial akan menunjuk ke 0 lagi), jika tidak kembali 0 berarti ada kesalahan tertentu.
- Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti, pengukuran harus dilakukan 2 s/d 4 kali, kemudian di rata-rata.

Beberapa keuntungan dengan menggunakan pengukuran Rim & Face dial indikator

- Poros dapat diputar, sehingga sangat baik untuk me-align pasangan mesin dimana salah satunya sulit diputar atau mesin yang tidak memiliki *thrust bearing*.
- Untuk alignment motor listrik tidak memiliki bearing aksial tidak perlu diputar, karena jika diputar dapat menimbulkan kesalahan penunjukan dial-indikator.
- Cocok untuk kopling dengan diameter besar, karena ada ruang untuk penempatan dial-indikator
- Bisa dengan mudah melihat/menggambarkan posisi poros.

Dan beberapa kerugian menggunakan metode pengukuran *Rim and Face* dial indikator

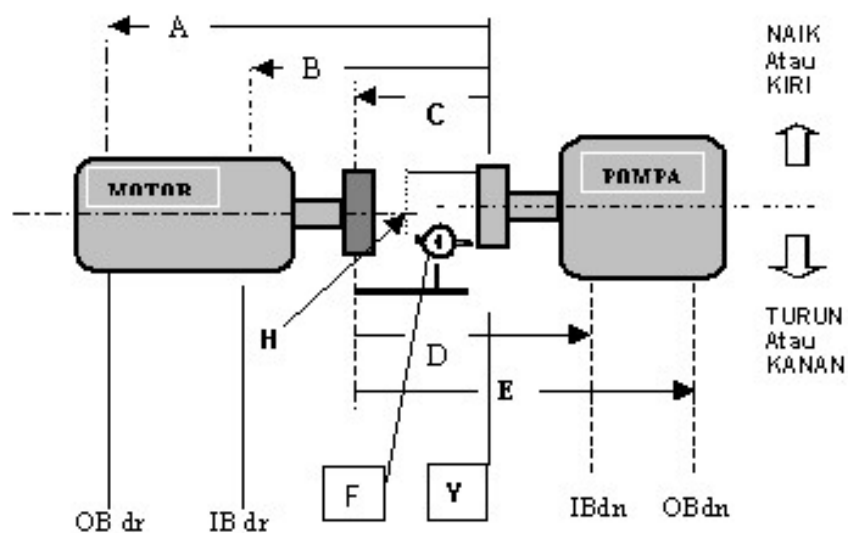
- Sulit mendapatkan data yang akurat pada muka kopling jika rotor mempunyai *thrust bearing* yang *hydrodinamis*, karena perpindahan aksial.
- Sulit juga untuk motor listrik yang tidak mempunyai *thrust bearing*, karena jika di putar akan lari kearah aksial atau maju-mundur.
- Biasanya memerlukan melepas *spool* kopling.
- Agak sulit digambar untuk kalkulasi perpindahan Memasang dial ganda



Gambar 2.15 Metode Rim & Face

Dengan memasang dua pasang seperti gambar diatas adalah cara yang sangat cerdas untuk menghemat waktu. Dengan sekali putar menghasilkan dua penunjukan kemudian di rata-rata, sehingga menghasilkan angka yang lebih teliti, tetapi harus lebih hati-hati dalam mencatat dan kalkulasi agar tidak terjadi kesalahan.

Untuk melakukan *alignment* dapat dikalkulasi secara matematis yang dapat dilakukan dengan cara memutar kedua mesin jika memungkinkan tapi jika tidak mungkin sebaiknya pasanglah dial pada mesin yang mudah diputar, jarum pada mesin yang akan direposisi



Tabel 2.1 Perhitungan Matematis Rim & Face

Perpindahan untuk motor / driver	Perpindahan untuk pompa / driven
$IBdr = \frac{F \cdot B}{\sqrt{H^2 - F^2}} - (Y)$	$OBdn = \frac{F [(B) - (C)]}{\sqrt{H^2 - F^2}} + (Y)$
$OBdr = \frac{F \cdot O}{\sqrt{H^2 - F^2}} - (Y)$	$IBdn = \frac{F [(D) - (C)]}{\sqrt{H^2 - F^2}} + (Y)$

Soemarno (2009)

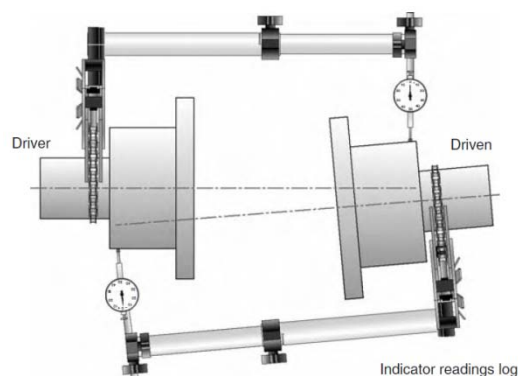
F = Pengukuran diambil pada permukaan kopling di jam 6.

H = Diameter kopling , pengukuran diambil pada permukaan kopling.

Y = setengah nilai dari pembacaan dial, dimana bracket dipasang pada shaft driver, dan pengukuran diambil dari shaft driven unit. Rumus diatas pilihlah salah satu ,yaitu mesin yang mudah direposisi : apakah motor atau pompa.

2.4.2 Metode Reverse

Metode Reverse dial indicator adalah metode yang digunakan ketika jarak antara titik pengukuran pada setiap rentang poros 3-30 mm. Metode reverse indicator memakai dua bracket dan dua dial indicator disaat yang sama dalam teknisnya. seperti yang terlihat pada gambar 2.16 dibawah ini :



Gambar 2.16 Metode Reverse

Cara mengukur dengan menggunakan metode ini adalah dengan cara, memasang bracket pada masing – masing poros dan memasang dial indicator pada ujung *bracket*. Dengan metode ini pengukuran dilakukan dengan cara menempelkan dial indicator pada kopling poros yang satunya. Selanjutnya lakukan pengukuran tersebut dengan memutar poros yang terpasang *bracket* dan ambil empat titik pada bagian kopling untuk diambil data dari hasil penunjukan dial indicator.

keuntungan

- Biasanya lebih akurat dari pada metode *face-rim* karena jarak dari pemasangan titik braket ke titik indikator biasanya lebih besar keakuratannya dari jarak pembacaan face yang diambil.
- Jika mesin ini didukung dalam *sliding type bearings* dan *floating shaft* atau sejenis aksial ketika memutar poros hampir tidak ada efek pada akurasi pembacaan.

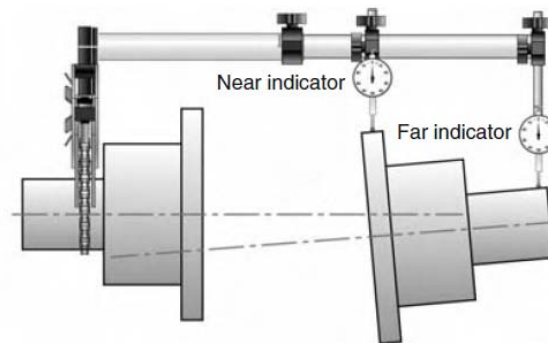
kekurangan

- Kedua poros harus diputar.
- Sulit untuk memvisualisasikan posisi poros dari bacaan dial indicator.
- Bracket sag harus diukur dan dikompensasi.

2.4.3 Metode Double Radial

Metode *Double Radial* dikenal tidak memiliki beberapa keuntungan dibanding dengan metode lain. Metode ini hanya boleh digunakan jika ada setidaknya 3 Inchi atau lebih jarak antara posisi

pengukuran indikator. Keakuratan teknik ini meningkat jika jarak antara point pembacaan semakin jauh, metode ini biasanya poros tidak terkena atau cukup jauh dengan indikator dial, kecuali dalam keadaan tertentu. Metode ini biasa digunakan ketika salah satu poros yang diukur tidak dapat diputar.



Gambar 2.17 Metode Double Radial

Dari gambar di atas pengukuran menggunakan metode double radial hanya menggunakan satu bracket yang dipasang dua dial indikator yang di tempelkan pada dua titik, yaitu pada titik dekat yaitu di bagian kopling dan pada titik jauh yaitu pada poros yang akan dihitung misalignmentnya.

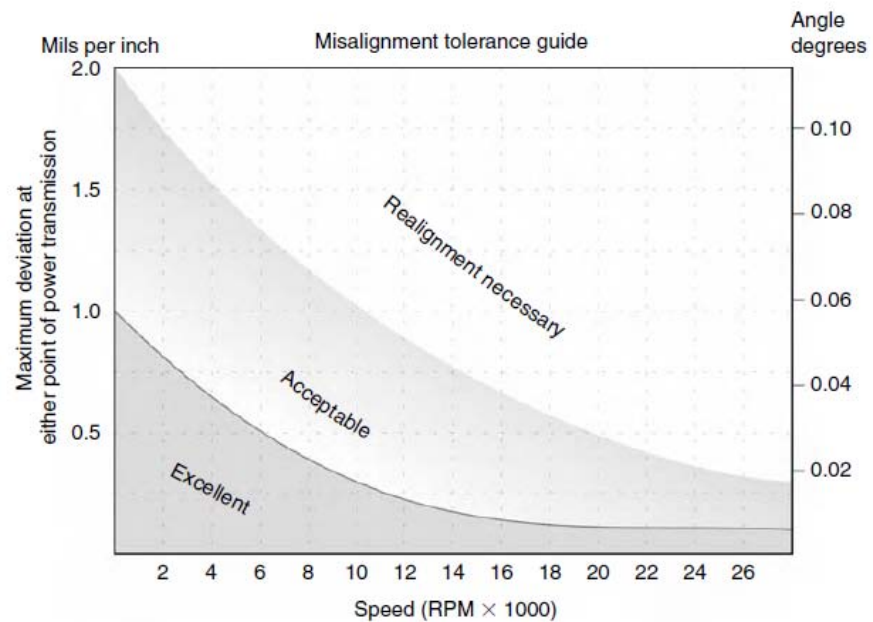
Keuntungan

- Ini adalah teknik yang baik untuk digunakan dalam situasi dimana salah satu poros mesin tidak dapat diputar atau akan sulit untuk memutar salah satu poros mesin.
- Sebuah metode yang baik digunakan saat pembacaan dial indicator dekat dan jauh.

- Lokasi pengukuran dapat dipisahkan jauh terpisah.
- Metode ini dimulai untuk mendekati akurasi dari teknik indikator reverse ketika jarak antara dua set pembacaan dial indikator ditangkap pada satu poros sama atau melebihi rentang pembacaan titik dari poros ke poros.
- Jika mesin ini didukung dengan jenis bantalan aksial ketika memutar poros untuk menangkap bacaan, hampir tidak ada efek pada keakuratan pembacaan yang diambil.

Kerugian

- Penggunaan metode double radial terkadang tidak seluruhnya mengenai permukaan dari poros atau kopleing yang diukur, biasanya pengukuran kurang akurat dibanding dengan metode rim and face dan metode reverse.
- Bracket sag harus diukur dan dikompensasi.

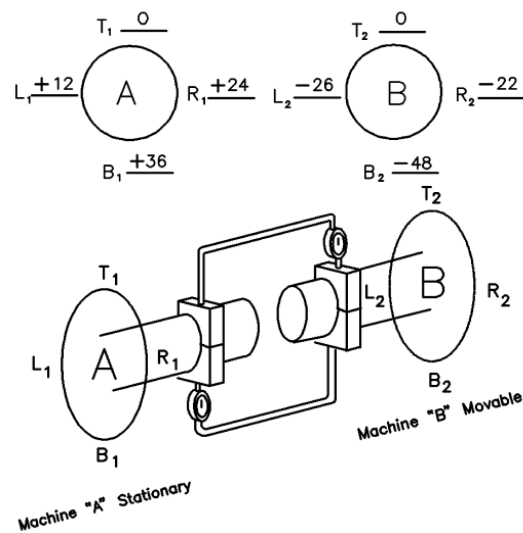


Gambar 2.18 Grafik Toleransi Misalignment sudut

(John Piotrowski (2) 2004 : 347)

2.4.4 Pemeriksaan

Pemeriksaan agar bisa berlangsung baik perlu terlebih dahulu mendapatkan satu set lengkap pembacaan indicator dengan mesin pada suhu kamar, atau non-kondisi operasi. Gambar di bawah menunjukkan set hipotetis bacaan (atas atau jam 12, kanan atau jam 3, bawah atau jam 6, dan meninggalkan atau jam 9) diambil untuk poros mesin stasioner "A" dan "poros bergerak B." Berikut ini adalah prosedur yang harus diikuti untuk memperoleh pembacaan.



Gambar 2.19 Kondisi aktual, dial-indikator pembacaan

(R. Keith Mobley (2004 : 95))

1. Periksa kondisi sambungan
2. Pastikan Alat ukur (Dial Indikator) dalam kondisi nol
3. Catat pembacaan alat ukur secara bertahap
4. Untuk setiap membaca pada poros, jumlah aljabar dari (kiri dan kanan 9 dan 3) harus sama dengan atas dan bawah (12 dan 6). Perhitungan di bawah ini adalah untuk contoh ilustrasi pada gambar di atas, di mana shaft A dan B tidak sejajar seperti yang digambarkan oleh perbedaan dalam jumlah dari (L & R) untuk pembacaan shaft A dan B dan perbedaan dalam jumlah dari (T & B). (R. Keith Mobley (2004 : 96))

SIFT A :

$$L_1 + R_1 = +12 + (+24) = +36 \dots\dots\dots (3)$$

$$T_1 + B_1 = 0 + (+36) = +36 \dots\dots\dots (4)$$

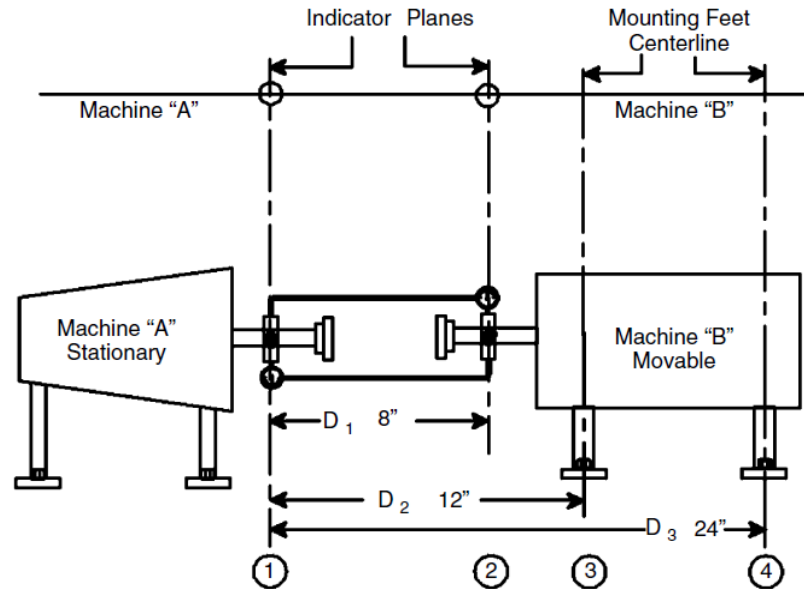
SIFT B:

$$L_2 + R_2 = -26 + (-22) = -48 \dots\dots\dots (5)$$

$$T_2 + R_2 = 0 + (-48) = -48 \dots\dots\dots (6)$$

2.4.5 Menentukan jarak

1. D1 adalah jarak kedua indicator dial.
2. Hal ini juga diperlukan untuk mengetahui jarak dari indicator mesin stasioner, atau Mesin "A" kepenyesuaian dekat MTBM, atau Mesin" B. Yaitu jarak antara indicator Mesin "A" ke kaki dekat (Nf) Mesin "B" dan disebut sebagai D2.
3. Jarak antara indicator Mesin "A" untuk penyesuaian yang diperlukan. Jarak ini disebut D3 yaitu jarak antara indicator Mesin "A" untuk kaki jauh (Ff) dari Mesin "B."

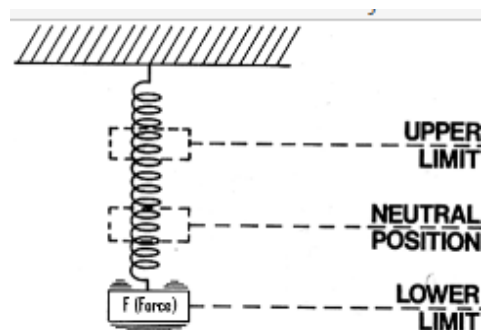


Gambar 2.20 Indikator Keselarasan Pengaturan Mencari Jarak (R.

Keith Mobley (2004 : 97))

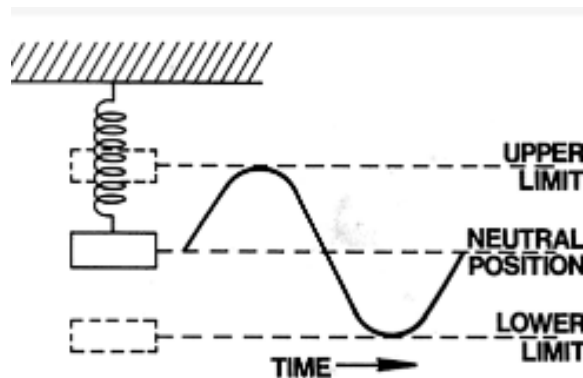
2.5 GETARAN MESIN

Getaran mesin adalah gerakan suatu bagian mesin maju dan mundur (bolak-balik) dari keadaan diam /netral, ($F=0$). Contoh sederhana untuk menunjukkan suatu getaran adalah pegas.



Gambar 2.21 Pegas pada saat netral / $F=0$ (Fajar (2012))

Dan pegas tersebut tidak akan bergerak/bergetar sebelum ada gaya yang diberikan terhadapnya. Setelah gaya tarik (F) dilepas maka pegas akan bergetar, bergerak bolak-balik disekitar posisi netral. Yang diilustrasikan pada gambar dibawah:



Gambar 2.22 Pegas setelah diberi F / gaya (Fajar (2012))

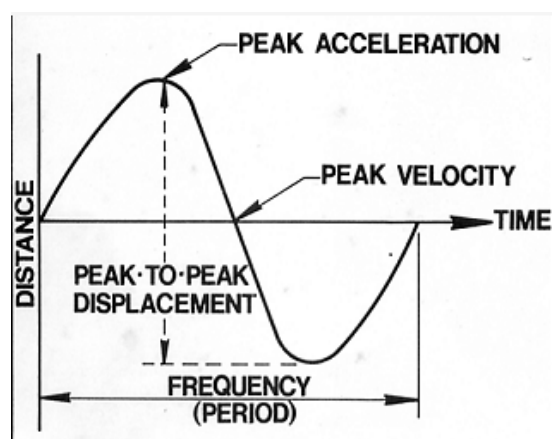
2.5.1 Karakteristik Getaran Mesin

Kondisi suatu mesin dan masalah-masalah mekanik yang terjadi dapat diketahui dengan mengukur karakteristik getaran pada mesin tersebut. Karakteristik- karakteristik getaran yang penting antara lain adalah:

- a. Frekuensi Getaran
- b. Perpindahan Getaran. (*Vibration Displacement*)
- c. Kecepatan Getaran (*Vibration Velocity*)
- d. Percepatan Getaran (*Vibration Acceleration*)
- e. Phase Getaran

Dengan mengacu pada gerakan pegas, kita dapat mempelajari karakteristik suatu getaran dengan memetakan gerakan dari pegas

tersebut terhadap fungsi waktu. Gerakan bandul pegas dari posisi netral ke batas atas dan kembali lagi ke posisi netral dan dilanjutkan ke batas bawah, dan kembali lagi ke posisi netral, disebut satu siklus getaran (satu periode). Seperti pada gambar.



Gambar 2.23 Siklus Getaran (Fajar (2012))

a. Frekuensi Getaran

Gerakan periodik atau getaran selalu berhubungan dengan frekuensi yang menyatakan banyaknya gerakan bolak-balik (satu siklus penuh) tiap satuan waktu. Hubungan antara frekuensi dan periode suatu getaran dapat dinyatakan dengan rumus sederhana: $\text{frekuensi} = 1/\text{periode}$. Frekuensi dari getaran tersebut biasanya dinyatakan sebagai jumlah siklus getaran yang terjadi tiap menit (CPM = Cycles per minute). Sebagai contoh sebuah mesin bergetar 60 kali (siklus; dalam 1 menit maka frekwensi getaran mesin tersebut adalah 60 CPM. Frekuensi bisa juga dinyatakan dalam CPS (cycles per second) atau Hertz dan putaran dinyatakan dalam revolution per minute (RPM).

b. Perpindahan Getaran. (*Vibration Displacement*)

Jarak yang ditempuh dari suatu puncak (A) ke puncak yang lain (C) disebut perpindahan dari puncak ke puncak (peak to peak displacement). Perpindahan tersebut pada umumnya dinyatakan dalam satuan mikron (μm) atau mils. $1 \mu\text{m} = 0.001 \text{ mm}$ $1 \text{ mils} = 0.001 \text{ inch}$.

c. Kecepatan Getaran (*Vibration Velocity*)

Karena getaran merupakan suatu gerakan, maka getaran tersebut pasti mempunyai kecepatan. Pada gerak periodik (getaran), pada gambar 2.23 kecepatan maksimum terjadi pada titik B (posisi netral) sedangkan kecepatan minimum (=0) terjadi pada titik A dan titik C. Kecepatan getaran ini biasanya dalam satuan mm/det (peak). Karena kecepatan ini selalu berubah secara sinusoidal, maka sering kali digunakan pula satuan mm/sec (rms). nilai peak = $1,414 \times$ nilai rms. Kadang-kadang digunakan juga satuan inch/sec (peak) atau inch/sec (rms) $1 \text{ inch} = 25,4 \text{ mm}$.

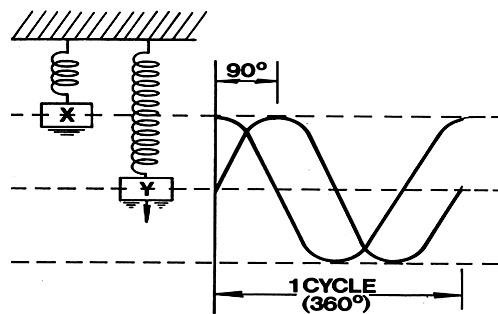
d. Percepatan Getaran (*Vibration Acceleration*)

Karakteristik getaran lain dan juga penting adalah percepatan. Pada gambar 2.22, di titik A atau C kecepatan getaran adalah nol tetapi pada bagian-bagian tersebut akan mengalami percepatan yang maksimum. Sedangkan pada titik B (netral) percepatan getaran adalah nol. Secara teknis percepatan adalah laju perubahan dari kecepatan. Percepatan getaran pada umumnya dinyatakan dalam, satuan "g's" peak, dimana satu "g" adalah percepatan yang disebabkan oleh gaya gravitasi pada permukaan bumi. Sesuai dengan perjanjian internasional satuan gravitasi

pada permukaan bumi adalah $980,665\text{cm/det}^2$ ($386,087\text{ inc/det}^2$ atau $32,1739\text{ feet/40}$).

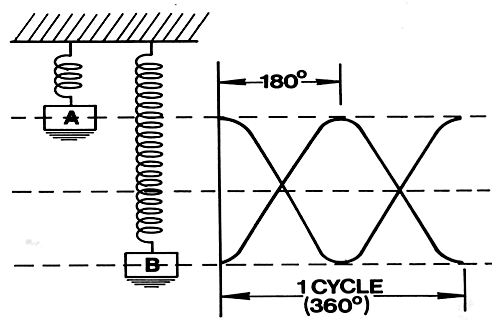
e. Phase Getaran

Pengukuran phase getaran memberikan informasi untuk menentukan bagaimana suatu bagian bergetar relatif terhadap bagian yang lain, atau untuk menentukan posisi suatu bagian yang bergetar pada suatusaat, terhadap suatu referensi atau terhadap bagian lain yang bergetardengan frekuensi yang sama. Beberapa contoh pengukuran phase :



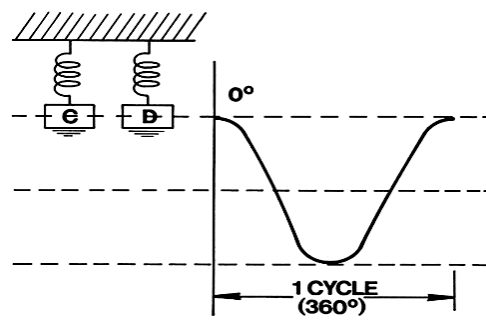
Gambar 2.24 Contoh pengukuran phase dua bandul (Fajar (2012))

Dua bandul pada Gambar 2.24 bergetar dengan frekuensi dan displacement yang sama, bandul A berada pada posisi batas atas dan bandul B pada waktu yang sama berada pada batas bawah. Kita dapat menggunakan phase untuk menyatakan perbandingan tersebut. Dengan memetakan gerakan kedua bandul tersebut pada satu siklus penuh, kita dapat melihat bahwa titik puncak displacement kedua bandul tersebut terpisah dengan sudut 180 (satu siklus penuh = 360). Oleh karena itu kita dapat mengatakan bahwa kedua bandul tersebut bergetar.dengan beda phase 180 .



Gambar 2.25 Pengukuran phasa dengan waktu yang sama
beringan(Fajar (2012))

Pada gambar 2.25 bandul A berada pada posisi batas atas dan bandul B pada waktu yang sama berada pada posisi netral bergerak menuju ke batas bawah. Sehingga kita dapat mengatakan bahwa kedua bandul tersebut bergetar dengan beda phase 90.



Gambar 2.26 Pengukuran Phasa dengan waktu yang sama (Fajar
(2012))

Pada gambar 2.26 pada waktu yang sama kedua bandul A dan B berada pada batas atas. Oleh karena itu kita dapat mengatakan bahwa kedua bandul tersebut bergetar dengan sudut phase 0 atau se-phase.

2.5.2 Satuan-satuan Pengukuran Getaran

Ada beberapa satuan-satuan yang digunakan dalam suatu pengukuran getaran. Harga Peak-to-peak : adalah harga amplitudo dari gelombang sinusoida mulai dari batas atas sampai ke batas bawah. Pengukuran displacement suatu getaran biasanya menggunakan harga peak-to-peak dengan satuan mils atau mikron. Harga Peak : adalah harga peak-to-peak dibagi dua atau setengah dari harga peak-to-peak. Harga RMS (root-means-square) : harga ini sering digunakan untuk mengklasifikasikan keparahan getaran dari suatu mesin. Harga RMS ini mengukur harga energi efektif yang dipakai untuk menghasilkan getaran pada suatu mesin. Untuk gerak sinusoidal harga RMS adalah $0.707 \times \text{peak}$. Sedangkan Harga Average dari suatu gelombang sinusoidal adalah $0.637 \times \text{harga peak}$.

Tabel 2.2 Satuan Pengukur Getaran

CONVERSION FACTOR	PEAK TO PEAK	PEAK	RMS	AVERAGE
PEAK TO PEAK	1	0.5	0.354	0.318
PEAK	2	1	0.71	0.64
RMS	2.83	1.414	1	0.90
AVERAGE	3.14	1.571	1.111	1

(Fajar (2012))

2.5.3 Alat Ukur Getaran



Gambar 2.27 Vibrasimeter

Cara Pengukuran Getaran dengan Menggunakan Vibrasimeter

1. Periksa Alat
 - a. Sensor Getaran - Kabel Sensor - Power ON/OFF
 - b. Tombol - Battery Componen - Display/LCD
2. Hidupkan Alat dgn menekan tombol Power ON/OFF
3. Tempelkan Sensor ke sumber getaran
4. Catat angka yang muncul di display
5. Pastikan Tingkat getaran dengan cara :
 - a. Modus (Nilai yang sering muncul)
 - b. Median (Nilai Tengah) Angka terendah + Angka Tertinggi: 2
 - c. Nilai Rata-rata (Jumlah keseluruhan sampel dibagi jumlah sampel)