

PENGARUH MISSALIGNMENT TERHADAP ARUS DAN GETARAN PADA MOTOR INDUKSI

Tendi Rahayu^{1*}, Abdul Multi²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, ISTN,
Jl. PLN Duren Tiga Pasar Minggu Jakarta 12760
^{*}Email : tendy_r@ymail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk pengujian dan analisis terhadap arus dan getaran yang terjadi pada motor induksi phasa 3 yang diakibatkan oleh *missalignment*. Untuk pengujiannya digunakan perangkat keras berupa *Data Acquisition (DAQ) card* type USB-6009 sedangkan untuk analisis getaran digunakan Accelerometer, untuk perangkat lunak berupa software LabVIEW 2014. Objek yang diteliti adalah motor induksi 3 phase 180 W, dengan sistem kontrol DOL (*Dirrect On Line*). Arus yang dihasilkan dari *Current Transformer* dianalisa menggunakan metode FFT (Fast Fourier Transform). Bersamaan dengan analisa spektrum getaran yang dihasilkan dari accelerometer. Untuk selanjutnya dianalisa dan dibuat grafik. Dari hasil percobaan pada motor diperoleh perbedaan spektrum arus dan spektrum getaran ketika motor kondisi *alligment*, *angular missalignment*, dan *offset missalignment*. Pada spektrum arus, semakin besar getaran yang ditimbulkan oleh motor yang diakibatkan karena kondisi *missalignment* semakin banyak amplitudo signal pada spektrum yang muncul. Sedangkan pada spektrum getaran, getaran motor mempengaruhi sumbu pada spektrum, semakin kuat getaran motor semakin besar juga amplitudo yang muncul pada hasil pengukuran.

Kata kunci: Motor Induksi, Getaran, DAQ, LabVIEW, FFT.

ABSTRACT

This research is conducted for testing and analysis of current and vibration that happened to the three phase induction motor caused by misalignment. For testing, it is used Data Acquisition (DAQ) card type USB-6009 while for vibration analysis, a software used in the form of 2014 LabVIEW software. The studied object is three phase induction motor 180 W, with the control system is DOL (Dirrect On Line). The current coming out from the Current Transformer is analyzed using the FFT (Fast Fourier Transform) method. This is done simultaneously with the analysis of the vibration spectrum generated from the accelerometer. For further analysis and for making graphs. From the experimental results on the motor, it is obtained the difference of current spectrum and spectrum when motor vibration condition of alligment, angular offset, and missalignment missalignment. In the current spectrum, the greater the vibration produced by the motor due to missalignment conditions, the more the signal amplitude in the emerging spectrum. While on the vibration spectrum, the vibration of the motor affects the axis of the spectrum, the stronger the vibration of the motor, the greater the of amplitudes that appear on the measurement result.

Keywords: Induction Motor, Vibration, LabVIEW, DAQ, FFT.

PENDAHULUAN

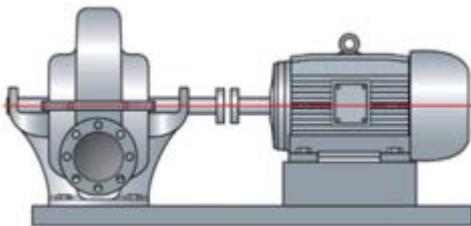
Saat ini motor induksi banyak digunakan di industri karena konstruksinya sederhana, pengoperasian mudah dan mempunyai kecepatan yang relatif konstan. Contoh penggunaan pada industri adalah pada pompa-pompa *electric*, *conveyor*, *elevator*, mesin bubut dan lain lain. Pemeliharaan/perawatan mesin sangat dibutuhkan untuk memperpanjang umur pemakaian motor induksi. Tindakan *preventif* harus didahulukan untuk mencegah kerusakan yang lebih besar pada mesin. Salah satu tindakan *preventif* yang dapat dilakukan adalah dengan menganalisa arus dengan metode

signature analysis dan monitoring vibrasi pada motor. 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, dan masa *breakdown* mesin akan menjadi lebih lama.

Pemanfaatan sinyal yang dihasilkan akibat terjadinya *missalignment* pada motor dengan menggunakan analisa FFT (*Fast Fourier Transform*) dapat mendeteksi keadaan pada motor. Perangkat analisis arus dan getaran memerlukan: sensor /tranduser dan sistem unit kendali (alat), sedangkan teknik

analisa untuk menemukan masalah kerusakan pada motor listrik antara lain dengan menggunakan Analisa Spektrum. Analisa Spektrum menghasilkan bentuk spektrum frekuensi yang unik, ini merupakan teknik yang umum digunakan karena bentuk spektrum frekuensi yang unik dapat mengidentifikasi keadaan pada motor.

Alignment adalah kondisi dimana titik pusat antara dua poros yang dihubungkan terletak pada satu sumbu, sebagai contoh bisa dilihat pada gambar 1, Mesin dengan kondisi baru diharapkan porosnya pada kondisi *alignment*. Kondisi *alignment* ini dijaga sampai proses instalasi dan operasi.

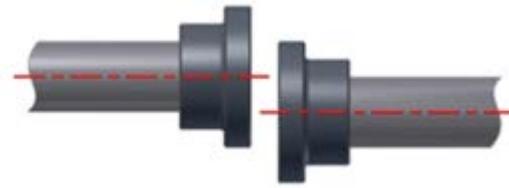


Gambar 1 *Alignment* motor induksi dengan beban (pompa)

Toleransi *Alignment* : Terdapat banyak metode yang digunakan untuk align mesin. Metode tersebut dipilih berdasarkan jenis mesin, kecepatan putar, fungsi mesin, perawatan dan toleransi alignment. Pada mesin dengan putaran kurang dari 1500 rpm dan daya rendah dengan pondasi kurang kokoh, toleransi *alignment* 0,3 – 0,8 mm. Mesin yang beroperasi pada kecepatan putar ≥ 3000 rpm dengan daya pada tingkat menengah (20 kW – 1 MW) dengan pondasi yang kokoh, toleransi *alignment* 0,1 mm

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 . Beberapa type *misalignment* dapat dikategorikan sebagai berikut :

a. *Misalignment* Sejajar (*Offset/ Paralel Misalignment*).



Gambar 2 Poros *offset/paralel misalignment*

Offset misalignment terjadi jika garis sumbu dua poros berputar sejajar tetapi tidak berada dalam satu garis sumbu. Kondisi ini terjadi akibat kedua garis tengah antara poros tidak dalam keadaan satu sumbu. *offset misalignment*, juga dapat disebut *misalignment paralel* dilihat dari jarak sumbu antara dua poros dan biasanya di ukur dalam seperseribu inchi. *Offset* dapat terjadi pada bidang vertical maupun horizontal. Gambar 2 dapat menjelaskan *offset*, ditunjukkan dua poros yang berdekatan yang paralel satu sama lain tetapi tidak satu sumbu (ada jarak diantara kedua garis sumbu poros). Secara teori, *offset* diukur pada garis sumbu kopling.

b. *Misalignment* Menyudut (*Angular Misalignment*).

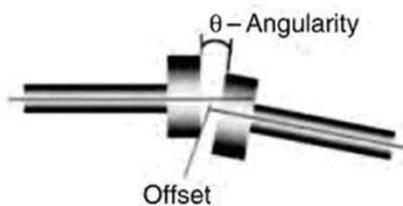
Angular Misalignment juga disebut *Face Alignment*. *Angular misalignment* dilihat dari kondisi dimana poros tidak paralel tapi tidak ada *offset* (tidak ada jarak antara kedua garis sumbu poros). Keadaan ini diilustrasikan pada gambar dibawah. Dengan *angular misalignment*, mungkin terjadi kedua poros berada pada bidang yang sama dengan disatukan permukaan kopling yang sama tapi tercipta sudut antara dua poros. *Angular misalignment* adalah keadaan dimana terbentuknya sudut antara dua sumbu poros, biasanya disebut slope atau rise over run yang diukur dalam satuan perseribu inci, sedangkan sudut yg terbentuk dalam satuan derajat. Kondisi ini pasti terjadi pada bidang horizontal dan vertical. Gambar 3 menjelaskan sudut-sudut yang terbentuk dalam *angular misalignment*.



Gambar 3 Poros *missalignment* menyudut (*angular missalignment*).

c. *Missalignment* kombinasi (*Combination Missalignment*)

Angular Combination atau *skewed misalignment* terjadi ketika poros tidak lurus (parallel) maupun memotong pada kopling. Gambar 4 menunjukkan 2 poros yang miring, kondisi ini merupakan masalah yang sering ditemui pada ketidaklurusan (*misalignment*). Jenis *misalignment* ini dapat terjadi di bidang horizontal ataupun vertical atau di keduanya.



Gambar 4 Poros *missalignment* kombinasi (*combination missalignment*).

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana menganalisa kerusakan berdasarkan dari arus yang terukur yang diakibatkan dari misalignment motor menggunakan metode FFT dengan menganalisa perbedaan spektrum vibrasi pada motor induksi akibat *misalignment*.

Sebagai batas masalah pada penelitian ini adalah pengaruh *misalignment* terhadap arus motor dan getaran motor / vibrasi dengan daya motor 0,18KW fasa 3. Dengan menganalisa spektrum dari arus dan spektrum dari getaran motor yang dihasilkan oleh motor yang diakibatkan *missalignment*. *Misalignment* dipenelitian ini dibatasi hanya kondisi *angular misalignment* dan *offset misalignment* kondisi horizontal. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat data akuisisi monitoring dari arus dan vibrasi pada motor induksi dan diharapkan hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk mendeteksi ketidaknormalan pada motor induksi akibat .

METODE

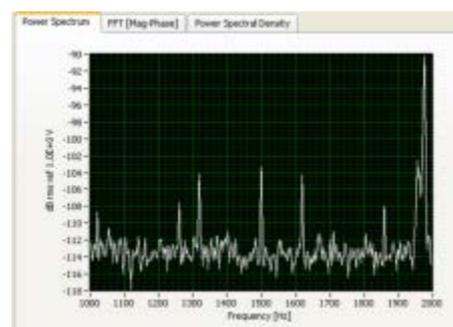
Dalam perancangan perangkat yang akan digunakan sebagai bahan penelitian ini akan dirancang rangka alat secara keseluruhan serta beberapa komponen yang digunakan antara

lain adalah 2 buah motor fasa 3 0.18kw dihubungkan menggunakan sebuah coupling, dimana satu motor akan digunakan sebagai motor driver dan satu motor lagi digunakan sebagai motor beban . Pemasangan motor bisa dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Susunan motor untuk penelitian

Perangkat analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah software *LabVIEW*. *LabVIEW* adalah bahasa programming berbasis grafik yang disupport oleh National Instruments. Sinyal vibrasi akan ditampilkan di layar monitor berupa sinyal gelombang dan spektrum . Analisis sinyal dengan *LabVIEW* dilakukan dengan konversi sinyal analog menjadi digital menggunakan *Data Acquisition (DAQ) Card* dari National Instrument (NI) oleh karena itu *DAQ Card* yang digunakan disebut juga *NI-USB 6009*. Kedua sensor dihubungkan ke port analog *DAQ Card*. Konversi data domain waktu ke domain frekuensi. Proses ini dilakukan dengan menggunakan algoritma *Fast Fourier Transform (FFT)* yang fasilitasnya sudah tersedia di software *LabVIEW* berisi bagaimana data dikumpulkan, sumber data dan cara analisis data.



Gambar 6 Spektrum signal FFT di *LabVIEW*

Pada penelitian ini FFT digunakan untuk menghasilkan sinyal spektrum yang menampilkan nilai-nilai frekuensi tertentu dari sinyal vibrasi. Transformasi sinyal menggunakan fasilitas FFT pada *LabVIEW*. FFT mengubah sinyal yang dihasilkan oleh sensor dari domain waktu menjadi domain frekuensi. Jendela (window) yang digunakan adalah *Hanning*. Fungsi jendela adalah untuk memotong sinyal sehingga hanya sebagian sinyal yang diambil untuk dianalisa.

Sensor merupakan komponen yang sangat penting dalam pengukuran vibrasi karena berada pada sisi terdepan dari proses pemantauan vibrasi mesin. Sensor getaran akan mengubah besaran sinyal vibrasi menjadi sinyal analog dalam besaran listrik dan umumnya berbentuk tegangan listrik. Pada penelitian ini digunakan sensor MEMS (*Microelectromechanical Systems*). MEMS yang digunakan adalah MMA 7361 Accelerometer dalam bentuk modul yang menyatu dengan pengkondisi sinyal sehingga dapat langsung digunakan untuk deteksi vibrasi. MMA 7361 merupakan sistem pengukuran percepatan (acceleration) 3-axis yang lengkap yang terpadu dalam satu IC., terdiri dari sensor micromachined dengan permukaan polysilicon dan rangkaian penguat. Sinyal keluaran berupa tegangan analog yang sebanding dengan besar percepatan. Sensor ini dapat mengukur percepatan statis dari gaya gravitasi dan percepatan dinamik yang dihasilkan oleh pergerakan (motion). Keluaran dari sensor tersebut dihubungkan ke komputer melalui NI-USB 6009 dari National Instrument dengan menggunakan software LabVIEW.

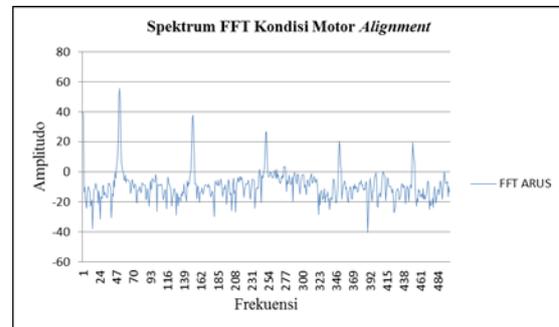


Gambar 7 Accelerometer type MEMS

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengambilan data pengujian ini yang digunakan sebagai bahan analisa untuk

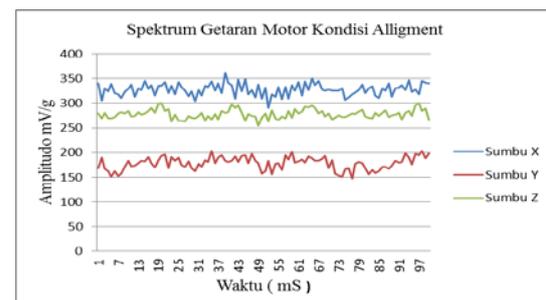
mengetahui pengaruh *misalignment* motor terhadap arus dan getaran signal yang diolah dan dianalisa merupakan signal keluaran dari output terminal 3 buah CT (*Current Transformer*) dan signal keluaran dari sensor accelerometer. Hasil pengambilan data pada bentuk spektrum FFT dalam kondisi motor *alignment* bisa dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Bentuk signal FFT kondisi motor *alignment*

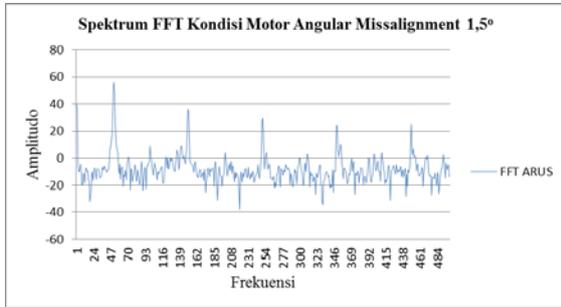
Gambar 8 adalah bentuk sinyal yang dihasilkan dan bentuk spektrum dengan analisa FFT menggunakan skala linier kondisi motor *alignment*, terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 450 Hz (19,542) memiliki urutan ke 4 setelah frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 51 Hz (55,531), dan frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 151 Hz (37,994), 250 Hz (26,649), 350 Hz (20,448), dan yang terakhir ada pada frekuensi 450 Hz (19,542). Hasil pengukuran getaran pada kondisi motor *alignment* bisa dilihat pada gambar 9.

Pada Gambar 9, bentuk gelombang spektrum antara signal keluaran sumbu X, sumbu Y, dan sumbu Z memiliki amplitudo yang tidak terlalu jauh berbeda, hal ini dikarenakan kondisi getaran pada motor dengan posisi *alignment* rendah.



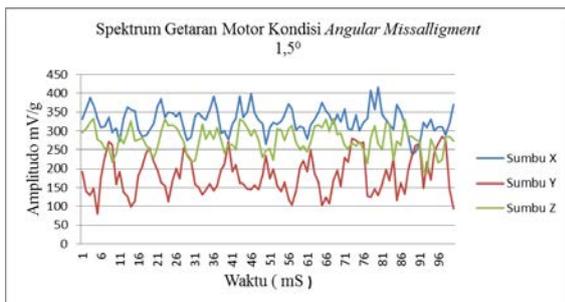
Gambar 9 Bentuk spektrum vibrasi pada motor *alignment*

Untuk percobaan *angular missalignment* pertama yaitu *angular missalignment* kemiringan $1,5^{\circ}$ bisa dilihat pada Gambar 10.



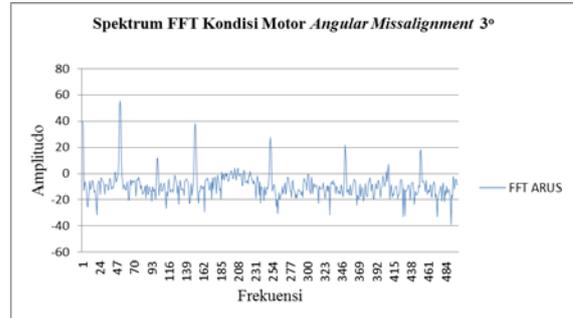
Gambar 10 Signal FFT pada kondisi motor *angular missalignment* $1,5^{\circ}$

Bentuk sinyal yang dihasilkan dan bentuk spektrum dengan analisa FFT menggunakan skala linier kondisi motor *angular missalignment* kemiringan $1,5^{\circ}$, terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 99 Hz (9,046) merupakan frekuensi setelah frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 52 Hz (54.955), dan frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 151 Hz (37.176), 251 Hz (28.982), 351 Hz (16.52), dan yang terakhir ada pada frekuensi 450 Hz (19.604). Dibandingkan dengan pengukuran spektrum FFT pada kondisi motor *alignment*, bahwa pada pengukuran kondisi motor *angular missalignment* dengan sudut $1,5^{\circ}$ muncul amplitudo pada frekuensi 99Hz sebesar 54,955. Untuk bentuk spektrum getaran yang dihasilkan dari percobaan ini bisa dilihat pada gambar 11.



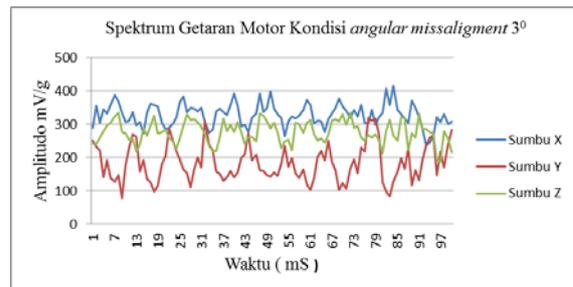
Gambar 11 Bentuk spektrum vibrasi pada motor *angular missalignment* $1,5^{\circ}$

Pada percobaan kedua *angular missalignment* kemiringan 3° bisa dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12 Signal FFT pada kondisi motor *angular missalignment* 3°

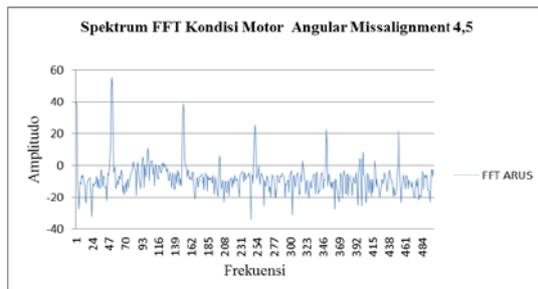
Pada Gambar 12, adalah bentuk sinyal yang dihasilkan dan bentuk spektrum dengan analisa FFT menggunakan skala linier kondisi motor *angular missalignment* kemiringan 3° , terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 408 Hz (7,406) merupakan frekuensi kedua dari akhir frekuensi FFT, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 51 Hz (55.54), dan frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 101 Hz (11.749), 151Hz (38.312), 251 Hz (27.294), 350 Hz (21.844), 408 Hz (7,406) dan yang terakhir ada pada frekuensi 451 Hz (18.443). Dibandingkan dengan pengukuran spektrum FFT pada kondisi motor *missalignment* sebelumnya, pada pengukuran kondisi motor *missalignment* *angular* dengan sudut 3° muncul amplitudo pada frekuensi 101 Hz (11.749) dan 408 Hz (7,406). Untuk bentuk spektrum getaran yang dihasilkan dari percobaan ini bisa dilihat pada gambar 13.



Gambar 13 Bentuk spektrum vibrasi pada motor *angular missalignment* 3°

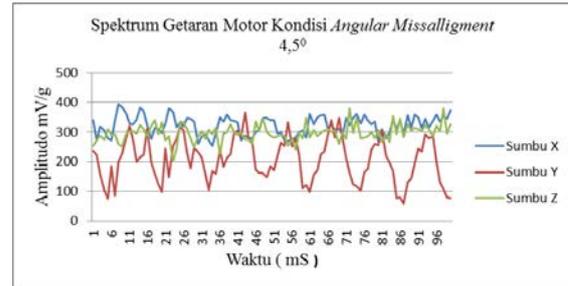
Pada percobaan kondisi motor *angular missaligment* 3^0 , getaran yang dihasilkan oleh motor bisa dilihat pada gambar 13. Dimana dari hasil pengamatan terdapat perubahan besaran amplitudo pada sumbu y, hal ini mengisaratkan bahwa terjadi penambahan getaran dengan arah sumbu y atau gerakan naik turun motor secara vertikal.

Pada percobaan ketiga dilakukan percobaan *angular missaligment* kemiringan $4,5^0$, signal FFT bisa dilihat pada Gambar 14



Gambar 14 Signal FFT pada kondisi motor *angular missaligment* $4,5^0$

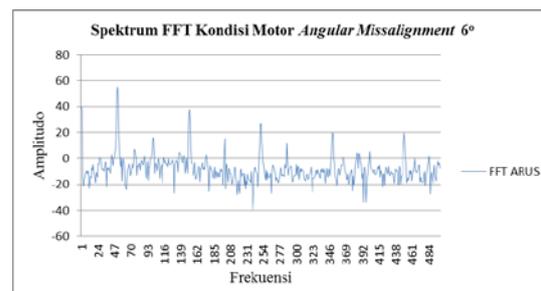
Pada Gambar 14, adalah bentuk spektrum dengan analisa FFT menggunakan skala linier kondisi motor *angular missaligment* kemiringan $4,5^0$, terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 201 Hz (6.049) merupakan frekuensi ketiga dari frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 51 Hz (55.358), dan frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 101 Hz (10.872), 151Hz (38.337), 201Hz(6.049), 251 Hz (25.468), 351 Hz (22.355), 402Hz(8.183) dan yang terakhir ada pada frekuensi 452 Hz (21.832). Dibandingkan dengan pengukuran spktrum FFT pada kondisi motor *missaligment* sebelumnya, pada pengukuran kondisi motor *angular missaligment* dengan sudut $4,5^0$ muncul amplitudo pada frekuensi 101 Hz (10.872), 101 Hz (10.872), dan 402Hz(8.183). Untuk bentuk spektrum getaran yang hasil dari percobaan ini bisa dilihat pada gambar 15.



Gambar 15 Bentuk spektrum vibrasi pada motor *angular missaligment* $4,5^0$

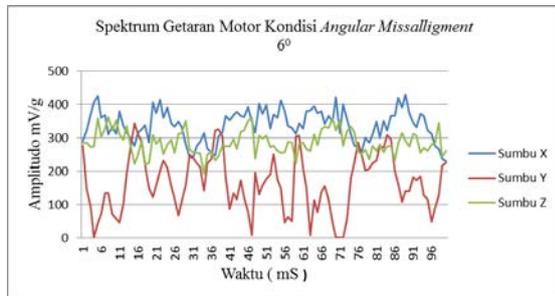
Terjadi perubahan pada sumbu Y, dimana nilai maksimal mendekati 350mv/g, dibandingkan dengan percobaan sebelumnya gambar 13 dimana nilai amplitudo maksimal ada pada nilai 325mv/g.

Pada percobaan keempat dilakukan percobaan *angular missaligment* kemiringan 6^0 , bentuk spektrum dengan analisa FFT menggunakan skala linier kondisi motor *angular missaligment* kemiringan 6^0 , terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 75 Hz (7.078) merupakan frekuensi setelah frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 51 Hz (55.594), dan frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 75 Hz (7.078), 100 Hz (15.602), 151Hz (38.152), 175Hz (3.224) 201Hz(15.044), 251 Hz (27.232), 287Hz (11.574) 351 Hz (22.355), 402Hz(5,444) dan yang terakhir ada pada frekuensi 450Hz (19.276). Dibandingkan dengan pengukuran spktrum FFT pada kondisi motor *missaligment* sebelumnya, pada pengukuran kondisi motor *angular missaligment* dengan sudut 6^0 muncul amplitudo pada frekuensi lebih banyak yaitu 75 Hz (7.078), 100 Hz (15.602), 201Hz(15.044), dan 402Hz(5,444). Spektrum bisa dilihat pada gambar 16.



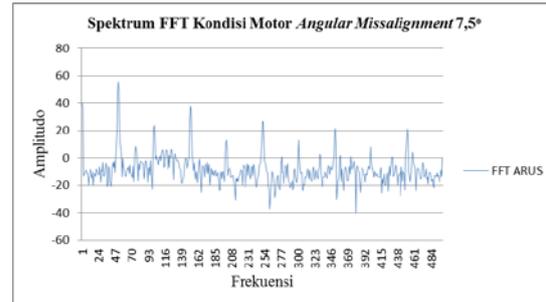
Gambar 16 Spektrum kondisi motor *angular missaligment* 6^0

Untuk bentuk spektrum getaran yang dihasil dari percobaan ini bisa dilihat pada gambar 17.



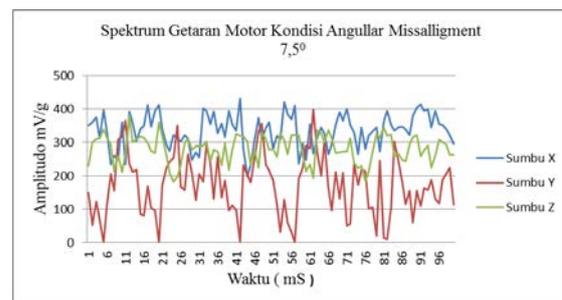
Gambar 17 Bentuk spektrum vibrasi pada motor *angular missaligment* 6⁰

Pada Gambar 19, adalah pengambilan data percobaan ke lima, bentuk sinyal yang dihasilkan dan bentuk spektrum dengan analisa FFT menggunakan skala linier kondisi motor *angular missaligment* kemiringan 7,5⁰, terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 76 Hz (8.507) merupakan frekuensi setelah frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 51 Hz (55.532), dan frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 76 Hz (8.507), 101 Hz (23.877), 151Hz (37.698), 201Hz(16.179), 251 Hz (26.767),301Hz (16.087) 352 Hz (21.680), 401Hz(10.1) dan yang terakhir ada pada frekuensi 452Hz (21.264). Dibandingkan dengan pengukuran spketrum FFT pada kondisi motor missaligment angular sebelumnya, pada pengukuran kondisi motor missaligment angular dengan sudut 7⁰ muncul amplitudo pada frekuensi lebih banyak yaitu 76 Hz (8.507), 101 Hz (23.877), 151Hz (37.698), 201Hz(16.179), 251 Hz (26.767),301Hz (16.087) 352 Hz (21.680), 401Hz(10.1) Spektrum bisa dilihat pada gambar 18.



Gambar 18 Spektrum kondisi motor *angular missaligment* 7,5⁰

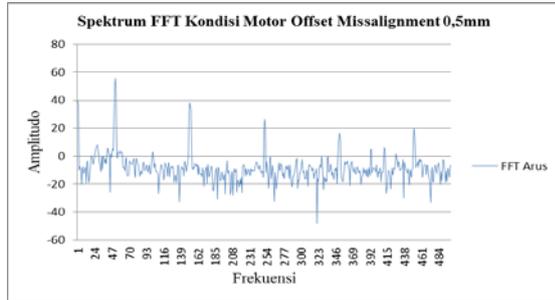
Untuk bentuk spektrum getaran yang dihasil dari percobaan ini bisa dilihat pada gambar 219.



Gambar 19 Bentuk spektrum vibrasi pada motor *angular missaligment* 7,5⁰

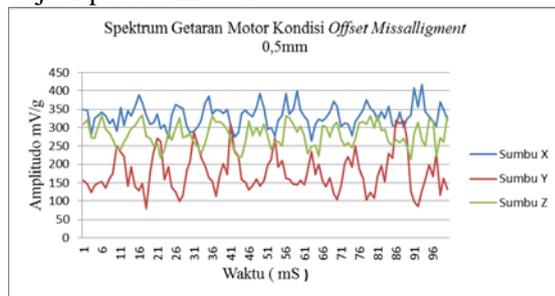
Pada percobaan variasi *misalligment* kedua yaitu percobaan *offset missaligment*, dimana percobaan ini dilakukan percobaan dengan menambahkan plat pada kedua bagian bawah motor (depan dan belakang), percobaan *offset missaligment* dimulai dari ketebalan plat 0,5mm sampai dengan 2,5 mm. Pada percobaan pertama *offset missaligment* dengan ketebalan 05,mm hasil percobaan bisa dilihat pada gambar 21, terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 101 Hz (3.318) merupakan frekuensi setelah frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 51 Hz (55.390), dan frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 101 Hz (3.318) ,251 Hz (26.429), 351 Hz (16.726), 394 Hz (5.006), 411 Hz (6.411), dan yang terakhir ada pada frekuensi 451 Hz (19.985). Dibandingkan dengan pengukuran spketrum FFT pada kondisi motor *aligment*, bahwa pada pengukuran kondisi motor *offset missaligment* dengan ketidak sejajaran sumbu

poros motor 0,5mm muncul amplitudo sebanyak 3 frekuensi,yaitu pada frekuensi 101 Hz (3.318), 394 Hz (5.006), dan 411 Hz (6.411) seperti yang terlihat pada gambar 21.



Gambar 20 Bentuk spektrum vibrasi pada motor *offset misalignment* 0,5 mm

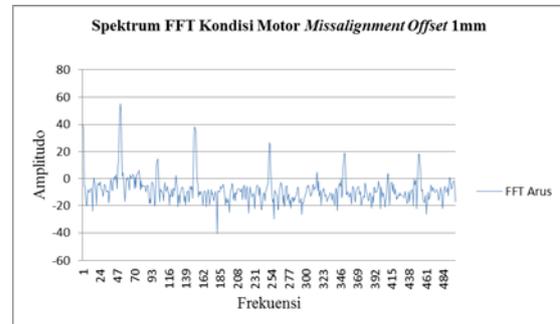
Untuk hasil spektrum getaran yang dihasil pada percobaan ini bisa dilihat pada gambar 22, getaran yang dominan masih terjadi pada sumbu Y.



Gambar 21 Spektrum kondisi motor *offset misalignment* 0,5mm

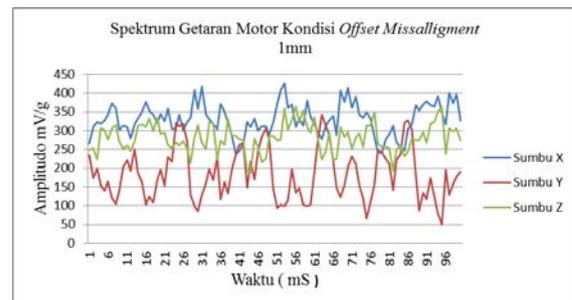
Pada percobaan kedua *offset misalignment* yaitu dengan ketebalan 1 mm, bentuk spektrum dengan analisa FFT menggunakan skala linier kondisi motor *angular misalignment* kemiringan 1mm,bentuk sinyal yang dihasilkan dan bentuk spektrum dengan analisa FFT menggunakan skala linier kondisi motor *offset misalignment* dengan ketidak sejajaran sumbu poros motor 1mm, terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 410 Hz (4.049) merupakan frekuensi setelah frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 51 Hz (55.377), dan frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 101 Hz (14.813), 151 Hz (38.410), 315 Hz (4.682), 351 Hz (18.957), 410 Hz (4.049), dan yang terakhir ada pada frekuensi 452 Hz (18.550).

Dibandingkan dengan pengukuran spketrum FFT pada kondisi motor *alignment*, bahwa pada pengukuran kondisi motor *offset misalignment* dengan ketidak sejajaran sumbu poros motor 1 mm muncul amplitudo sebanyak 3 frekuensi,yaitu pada frekuensi 101 Hz (14.813), 315 Hz (4.682), dan 410 Hz (4.049), seperti yang terlihat pada gambar 22



Gambar 22 bentuk spektrum vibrasi pada motor *offset misalignment* 1 mm

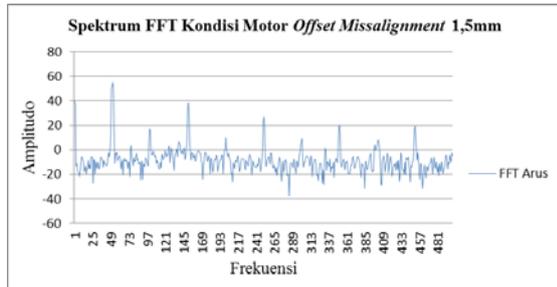
Untuk hasil spektrum getaran yang dihasil pada percobaan ini bisa dilihat pada gambar 23, getaran yang dominan masih terjadi pada sumbu Y dan semakin besar dibandingkan dengan amplitudo pada pengukuran sebelumnya.



Gambar 23 Spektrum kondisi motor *offset misalignment* 1 mm

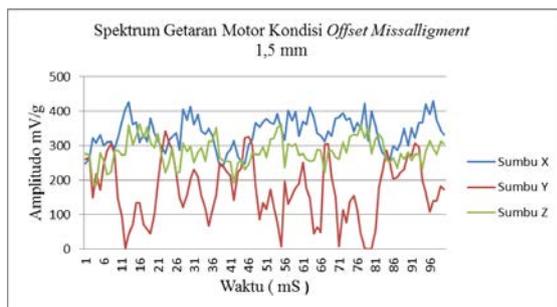
Percobaan selanjutnya adalah *offset misalignment* dengan ketebalan plat 1,5 mm, dari percobaan tersebut terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 76 Hz (3.814) merupakan frekuensi setelah frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 51 Hz (55.473), dan frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 76 Hz (3.814), 101 Hz (16.915), 139Hz(7.082), 151 Hz (38.410), 201 Hz (9.640), 251 Hz (27.135), 301 Hz (9.254),

351 Hz (20.485), 402 Hz (8.409), dan yang terakhir ada pada frekuensi 451 Hz (19.646). Dibandingkan dengan pengukuran spektrum FFT pada kondisi motor *offset missaligment* sebelumnya, bahwa pada pengukuran kondisi motor *offset missaligment* dengan ketidaksejajaran sumbu poros motor 1,5 mm muncul amplitudo yaitu pada frekuensi 76 Hz (3.814), 101 Hz (16.915), 139Hz(7.082), 402 Hz (8.409), seperti yang terlihat pada gambar 24



Gambar 24 Bentuk spektrum vibrasi pada motor *offset missaligment* 1,5 mm

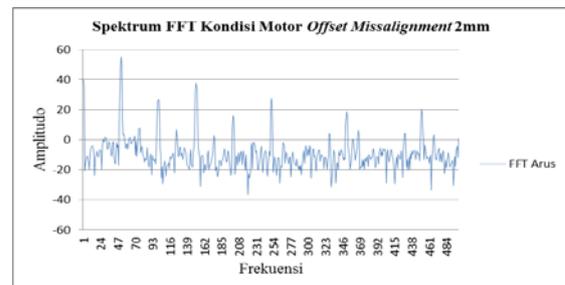
Untuk hasil spektrum getaran yang dihasil pada percobaan ini bisa dilihat pada gambar 25



Gambar 25 Spektrum kondisi motor *offset missaligment* 1,5 mm

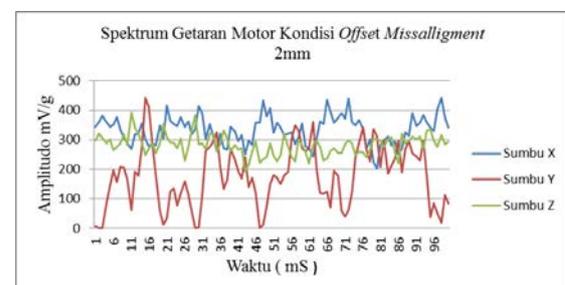
Pada Gambar 4.26, adalah Pengambilan data ke 4 dari 5 data *offset missaligment* yang dianalisa, bentuk sinyal yang dihasilkan dan bentuk spektrum dengan analisa FFT menggunakan skala linier kondisi motor *offset missaligment* dengan ketidaksejajaran sumbu poros motor 2mm, terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 175 Hz (2.756) merupakan frekuensi setelah frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 51 Hz (55.295), dan frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 76 Hz (7.897), 101

Hz (27.027), 125Hz(6.719), 151 Hz (37.863), 175 Hz(2.756), 201 Hz (15.896), 251 Hz (27.135), 329 Hz (4.450), 351 Hz (18.779), 367 Hz (6.406), 429 Hz(4.200), 451 Hz (20.461) dan yang terakhir ada pada frekuensi 467 Hz (3.605). Dibandingkan dengan pengukuran spektrum FFT pada kondisi motor *offset missaligment* sebelumnya, bahwa pada pengukuran kondisi motor *offset missaligment* dengan ketidaksejajaran sumbu poros motor 2 mm muncul amplitudo yaitu pada frekuensi 76 Hz (7.897), 101 Hz (27.027), 125Hz(6.719), 175 Hz(2.756), 201 Hz (15.896), 329 Hz (4.450), 367 Hz (6.406), 429 Hz(4.200), dan yang terakhir ada pada frekuensi 467 Hz (3.605). seperti yang terlihat pada gambar 4.26.



Gambar 26 bentuk spektrum vibrasi pada motor *offset missaligment* 2 mm

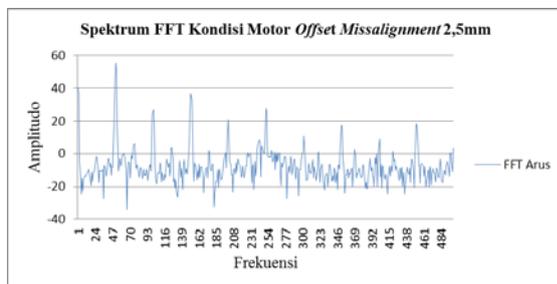
Untuk hasil spektrum getaran yang dihasil pada percobaan ini bisa dilihat pada gambar 27



Gambar 27 Spektrum kondisi motor *offset missaligment* 2 mm

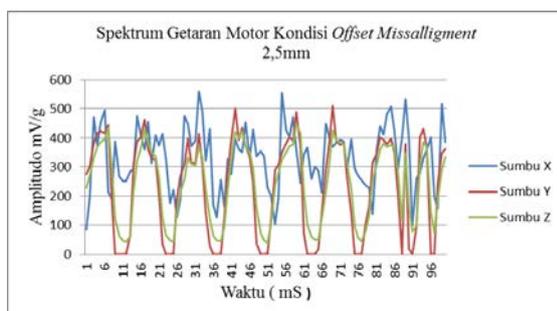
Percobaan berikutnya, pada kondisi motor *offset missaligment* dengan ketidaksejajaran sumbu poros motor 2,5mm, terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 420 Hz (1.374) merupakan frekuensi setelah frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada

frekuensi 51 Hz (55.221), dan frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 76 Hz (6.394), 101 Hz (26.585), 126Hz(3.955), 151 Hz (36.648), 175 Hz(2.069), 201 Hz (20.897), 242 Hz (8.740), 251 Hz (27.701), 301 Hz (10.839), 351 Hz (17.678), 369 Hz (2.709), 402 Hz(8.919), 420 Hz (1.374) dan yang terakhir ada pada frekuensi 451 Hz (18.268). Dibandingkan dengan pengukuran spektrum FFT pada kondisi motor *offset missalignment* sebelumnya, bahwa pada pengukuran kondisi motor *offset missalignment* dengan ketidak sejajaran sumbu poros motor 2,5 mm muncul amplitudo yaitu pada frekuensi 76 Hz (6.394), 101 Hz (26.585), 126Hz(3.955), 175 Hz(2.069), 201 Hz (20.897), 242 Hz (8.740), 301 Hz (10.839), 369 Hz (2.709), 402 Hz(8.919), dan yang terakhir ada pada frekuensi 420 Hz (1.374). Hasil spektrum pada percobaan ini bisa kita lihat di gambar 28.



Gambar 28 Bentuk spektrum vibrasi pada motor *offset missalignment* 2,5 mm

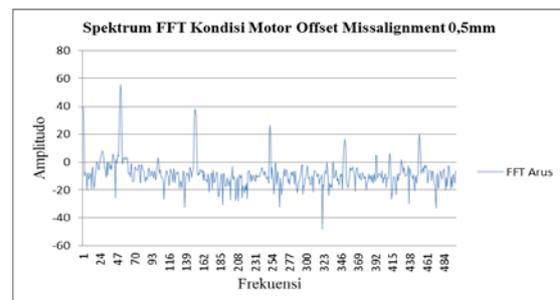
Untuk hasil spektrum getaran yang dihasil pada percobaan ini bisa dilihat pada gambar 29



Gambar 29 Spektrum kondisi motor *offset missalignment* 2,5 mm

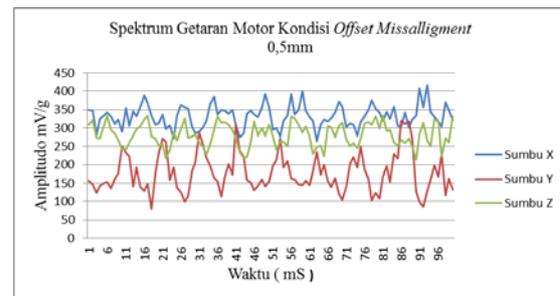
FFT menggunakan skala linier kondisi motor *angular missalignment* kemiringan $7,5^{\circ}$, terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 76 Hz (8.507)

merupakan frekuensi setelah frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 51 Hz (55.532), dan frekuensi rendah sesudah frekuensi dominan 76 Hz (8.507), 101 kondisi motor *allignment*, bahwa pada pengukuran kondisi motor *offset missalignment* dengan ketidak sejajaran sumbu poros motor 0,5mm muncul amplitudo sebanyak 3 frekuensi,yaitu pada frekuensi 101 Hz (3.318), 394 Hz (5.006), dan 411 Hz (6.411) seperti yang terlihat pada gambar 30.



Gambar 30 Bentuk spektrum vibrasi pada motor *offset missalignment* 2,5 mm

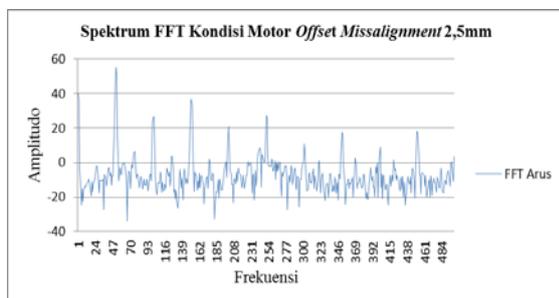
Untuk hasil spektrum getaran yang dihasil pada percobaan ini bisa dilihat pada gambar 31, getaran yang dominan masih terjadi pada sumbu Y.



Gambar 31 Spektrum kondisi motor *offset missalignment* 0,5mm

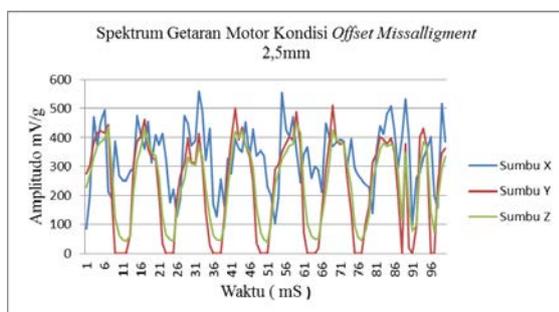
Pada percobaan kedua *offset missalignment* yaitu dengan ketebalan 1 mm, bentuk spektrum dengan analisa FFT menggunakan skala linier kondisi motor sejajaran sumbu poros motor 2,5mm, terlihat bentuk spektrum yang dihasilkan oleh analisa FFT, frekuensi rendah 420 Hz (1.374) merupakan frekuensi setelah frekuensi dominan, frekuensi dominan terjadi pada frekuensi 51 Hz (55.221), dan frekuensi rendah

sesudah frekuensi dominan 76 Hz (6.394), 101 Hz (26.585), 126Hz(3.955), 151 Hz (36.648), 175 Hz(2.069), 201 Hz (20.897), 242 Hz (8.740), 251 Hz (27.701), 301 Hz (10.839), 351 Hz (17.678), 369 Hz (2.709), 402 Hz(8.919), 420 Hz (1.374) dan yang terakhir ada pada frekuensi 451 Hz (18.268). Dibandingkan dengan pengukuran spektrum FFT pada kondisi motor *offset missalignment* sebelumnya, bahwa pada pengukuran kondisi motor *offset missalignment* dengan ketidak sejajaran sumbu poros motor 2,5 mm muncul amplitudo yaitu pada frekuensi 76 Hz (6.394), 101 Hz (26.585), 126Hz(3.955), 175 Hz(2.069), 201 Hz (20.897), 242 Hz (8.740), 301 Hz (10.839), 369 Hz (2.709), 402 Hz(8.919), dan yang terakhir ada pada frekuensi 420 Hz (1.374). Hasil spektrum pada percobaan ini bisa kita lihat di gambar 27.



Gambar 27 Bentuk spektrum vibrasi pada motor *offset missalignment* 2,5 mm

Untuk hasil spektrum getaran yang dihasil pada percobaan ini bisa dilihat pada gambar 28.



Gambar 28 Spektrum kondisi motor *offset missalignment* 2,5 mm

SIMPULAN DAN SARAN

bimbingan dari beliau penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

Hasil penelitian analisa getaran pada motor induksi berbasis *LabVIEW* dengan pembatasan penelitian pada motor induksi 3 fasa dengan daya 0,18KW. Penelitian yang dilakukan adalah membandingkan kondisi motor pada posisi *alignment*, *angular missalignment* dan *offset missalignment*, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1 Program *LabVIEW* 2014 sudah dapat digunakan sebagai perangkat lunak untuk mendapatkan analisa spektrum menggunakan FFT (*Fast Fourier Transform*) untuk analisa spektrum arus.
- 2 Pemilihan unit kendali menggunakan DAQ dengan tipe NI USB -6009, dan
- 3 penggunaan *Current Tranformer* sebagai pembaca arus sudah dapat digunakan sebagai alat untuk menganalisa spektrum arus pada motor, namun sebelumnya harus dilakukan kalibrasi.
- 4 Analisa Spektrum dapat digunakan untuk mendeteksi perbedaan kondisi motor pada posisi *alignment* dan *missalignment* dengan analisa getaran, bentuk unik yang timbul dari hasil spektrum analisa FFT dapat memberikan informasi mengenai bentuk perubahan pada spektrum arus. Perubahan frekuensi dan amplitudo dapat dilihat pada rancangan tesis ini.
- 5 Terjadinya perubahan pada spectrum FFT arus dikarenakan terjadinya kondisi motor dari kondisi *alignment* ke posisi *missalignment* (*angular missalignment* ataupun *offset missalignment*), dari hasil penelitian semakin besar posisi *missalignment* semakin banyak amplitudo pada spectrum FFT yang muncul dibandingkan amplitudo pada kondisi motor *alignment*.
- 6 Kondisi *missalignment* pada motor, mempengaruhi langsung getaran yang dihasil oleh motor. Hasil pengukuran menggunakan *accelerometer*, terjadi spectrum vibrasi secara kontinu dimana besaran gelombang berbanding lurus dengan besaran *missalignment* poros motor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Abdul Multi dimana berkat

DAFTAR PUSTAKA

Manisha chaudhary, 2015. Vibration Monitoring of Induction Motor by Using Accelerometer. (International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET), ISSN 2278 – 0882)

Testing and Analysis of Induction Motor Electrical Faults Using Current Signature Analysis.

Diakses <http://dx.doi.org/10.4236/cs.2016.79229>

Florida Bearings, Inc. 2004. Vibration Analysis.

Diakses.<http://www.floridabearings.com/vibration-analysis.htm>

Robby, Diyah, Puspitaningrum, Ernawati, 2014, Implementasi Algoritma Fast Fourier Transform Untuk Pengolahan Sinyal Digital Pada Tuning Gitar Dengan Open String, Jurnal Teknologi Informasi, ISSN 1414-9999

Wahab Musa, Salwin Anwar, Albar Transformasi Fourier Dalam Pemrosesan Sinyal Digital, Jurnal R& B, ISSN 1412-5080.