

SKRIPSI
ANALISIS KERUSAKAN BANTALAN AKIBAT
KOROSI PADA MOTOR LISTRIK
MENGGUNAKAN SENSOR GETARAN



OLEH:
M YUDHA PRATAMA
03051381320043

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

SKRIPSI
ANALISIS KERUSAKAN BANTALAN AKIBAT
KOROSI PADA MOTOR LISTRIK
MENGGUNAKAN SENSOR GETARAN

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH:
M YUDHA PRATAMA
03051381320043

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KERUSAKAN BANTALAN AKIBAT
KOROSI PADA MOTOR LISTRIK
MENGUNAKAN SENSOR GETARAN**

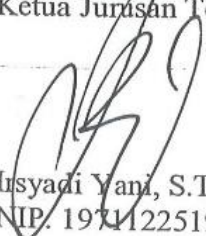
SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

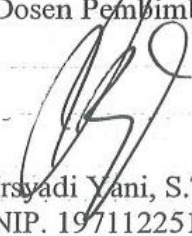
Oleh:

**M. YUDHA PRATAMA
03051381320043**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

Palembang, 02 Mei 2018
Dosen Pembimbing


Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197112251997021001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI


Nama : M. YUDHA PRATAMA
NIM : 03051381320043
Jurusan : TEKNIK MESIN
Bidang Studi : KONSTRUKSI
Judul Skripsi : ANALISIS KERUSAKAN BANTALAN AKIBAT
KOROSI PADA MOTOR LISTRIK
MENGUNAKAN SENSOR GETARAN
Dibuat Tanggal : 19 SEPTEMBER 2017
Selesai Tanggal : 15 MEI 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Palembang, 02 Mei 2018
Diperiksa dan disetujui oleh

Dosen Pembimbing,


Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D.
NIP. 197112251997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “ANALISA KERUSAKAN BANTALAN AKIBAT KOROSI PADA MOTOR LISTRIK MENGGUNAKAN SENSOR GETARAN” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Mei 2018

Palembang, 26 Mei 2018

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Amir Arifin, S.T, M.Eng,Ph.D
NIP. 197909272003121004

()

Anggota:

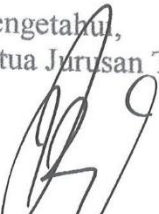
1. Gunawan, S. T, M.T, Ph.D
NIP. 197705072001121001

()


2. Muhammad Yanis, S. T, M .T
NIP. 197002081994121001

()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin,


Irsyad Yani, S. T., M.Eng., PhD.
NIP. 197112351997021001

Dosen Pembimbing,


Irsyad Yani, S. T., M.Eng., PhD.
NIP. 197112351997021001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Yudha Pratama

NIM : 03051381320043

Judul : Analisis Kerusakan Bantalan Akibat Korosi Pada Motor Listrik
Menggunakan Sensor Getaran

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, 02 Mei 2018



M. Yudha Pratama

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Yudha Pratama

NIM : 03051381320043

Judul : Analisis Kerusakan Bantalan Akibat Korosi Pada Motor Listrik
Menggunakan Sensor Getaran

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 02 Mei 2018

Penulis



M. Yudha Pratama

NIM. 03051381320043

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini berjudul “DETEKSI KERUSAKAN BANTALAN AKIBAT KOROSI PADA MOTOR LISTRIK MENGGUNAKAN SENSOR GETARAN”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak bekerja sendiri, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang, secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena rahmat, anugerah ilmu, kesempatan dan kesehatan dari-Nya, sehingga dapat diselesaikannya skripsi ini.
2. Bapak Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D, selaku dosen pembimbing, dan ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Ke Dua orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan moral, materil serta doa.
4. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan staf pengajar yang telah membekali saya dengan ilmu yang berguna sebelum menyusun skripsi ini.
5. Semua teman Angkatan 2013 Teknik Mesin.
6. Keluarga Besar HIMPALA BHUWANA CAKTI Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya , yang telah memberikan banyak ilmu, waktu saya untuk belajar berorganisasi , saling menghargai, memberi semangat serta dukungan yang tiada henti. Bahagia, susah senang bersama selama disana, terima kasih sudah mengajarkan kepada saya bagaimana menjadi manusia yang bertanggung jawab, memaknai arti dari kehidupan yang sebenarnya , dan menghargai sesama Manusia, Alam dan Penciptanya. Semoga apa yang Himpala Bhuwana Cakti cita-citakan bisa selalu

terwujud dan jaya lah selalu BC. Tak Ada Gunung Setinggi Tekadku Tak Ada Sungai Sederas Semangatku. 7. SELESAI. BC.15-118-RGL

7. Terima kasih kepada adikku M. Iqbal Ramadhan yang selalu memberikan semangat selama penulisan skripsi sampai selesai.
8. Terima kasih kepada Ferdi, Om Yeek, Fitra Saputra, Febri Surip, Om Sigit, Mariaji, Yoga Merbau, Deprison, Fitrizal, dan GTRI yang membantu serta memberi semangat dan motivasi.
9. Para kakak tingkat 2010, 2011, 2012 dan adik tingkat.
10. Pihak terkait lainnya yang membantu selesainya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Palembang, 02 Mei 2018

Penulis,

M. Yudha Pratama

RINGKASAN

DETEKSI KERUSAKAN BANTALAN AKIBAT KOROSI PADA MOTOR LISTRIK MENGGUNAKAN SENSOR GETARAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, 02 Mei 2018

M. Yudha Pratama : dibimbing oleh . Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D

DETECTION OF COVERAGE DAMAGE BECAUSE OF CORROSION ON ELECTRICITY MOTOR USED SENSOR VIBRATION

xxiii + 40 halaman, 3 tabel, 21 gambar, 3 lampiran

Korosi merupakan penurunan material karena berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Penyebab terjadinya korosi ada dua penyebab yaitu proses secara kimiawi dan proses perlakuan. Proses korosi secara kimiawi adalah proses ionisasi yang terjadi secara alamiah akibat adanya interaksi dengan udara, proses perlakuan adalah proses yang terjadi pada bantalan secara tidak terawat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memahami kerusakan bantalan akibat korosi pada motor listrik dengan kondisi yang telah ditentukan melalui gelombang getaran dan menggunakan metode jaringan syaraf tiruan.. Penelitian ini dilakukan dengan merekam sinyal getaran bantalan pada motor listrik yang terkena korosi NaCl sebanyak 3% menggunakan program matlab, sensor getaran, dan arduino uno yang tersambung ke laptop. Adapun data-data yang diperlukan adalah frekuensi sinyal getaran dari bantalan baru dan bantalan yang terkorosi oleh NaCl sebanyak 3%. Analisa ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik untuk melihat adanya pengaruh variasi bantalan baru dan bantalan yang terkorosi NaCl 3% terhadap tujuan penelitian. Dari pengujian didapat nilai maksimum, minimum, rata-rata dari setiap bantalan uji yang menunjukkan batas deteksi nilai setiap pengujian masing-masing bantalan. Dari hasil pengujian di dapat presentasi deteksi kerusakan pada bantalan menggunakan identifikasi pada sumbu x bantalan belum terdeteksi kerusakan, presentasi kerusakan bantalan menggunakan identifikasi pada sumbu y apabila bantalan telah mencapai nilai korosi oleh NaCl sebanyak 3% selama 10 hari bantalan telah mengalami kerusakan, presentasi yang signifikan terlihat pada identifikasi menggunakan sumbu z presentasi kerusakan bantalan terlihat jelas karena nilai kerusakan bantalan yang pertama terletak pada bantalan terkorosi NaCl sebanyak 3% selama 10 hari dan nilai kerusakan bantalan yang kedua terletak pada bantalan terkorosi NaCl sebanyak 3% selama 5 hari. Pada sumbu z lah cara yang lebih signifikan untuk mendeteksi kerusakan dari bantalan.

Kata Kunci : Korosi, Getaran, Bantalan, Program Matlab, Jaringan Syaraf Tiruan

Kepustakaan : 12 (1995-2015)

SUMMARY

DETECTION OF COVERAGE DAMAGE BECAUSE OF CORROSION ON ELECTRICITY MOTOR USED SENSOR VIBRATION

Vibration Signal Analysis of Electric Motor Corroded Bearings

Scientific paper used is final project, 02 Mei 2018

M. Yudha Pratama : supervised by Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D

Analisis Sinyal Getaran Pada Bantalan Pada Bantalan Motor Listrik Yang Terkorosi BANTALAN AKIBAT KOROSI PADA MOTOR LISTRIK MENGGUNAKAN SENSOR GETARAN

xxiii + 40 pages, 3 tables, 21 pictures, 3 attachments

Corrosion was a material decrease caused by an interaction with surroundings. Corrosion was caused chemically and through a treatment process. Corrosion chemically was an ionized process happened naturally caused by an interaction with air, while treatment process was a process happened to a pad because it was not cared. This research was aimed to identify and understand the pad damage by corrosion on electrical motorcycle with a determined condition through vibration wave and used a replication of neuron system method. This research was done by recording a pad vibration signal on motorcycle exposed by NaCl corrosion as 3% used matlab program, vibration censor, and arduino uno connected to a laptop. Data needed were a vibration signal frequency from a new pad and corroded one by NaCl as 3%. Analysis was showed in table and graph to see the variation effect of the new pad and the NaCl 3% corroded one toward the aim of this research. It could be concluded from the testing that there was a maximum, minimum, and an average point gained from each testing pad that showed point detection limit from the testing of each pad. It was gained from the testing that a damage detection percentage on pad using an identification of pad x fuse was not exposed a damage yet, while pad damage percentage using y fuse identification if the pad had reached a corrosion point by NaCl as 3%, the pad had experienced a damage for 10 days, a significant percentage could be seen clearly on the identification using z fuse because the damage point of the first pad was on the pad corroded by NaCl as 3% for 10 days and the damage point of second pad corroded by NaCl as 3% for 5 days. Furthermore, z fuse was the most effective and significant way to detect a damage on a pad.

Key words : *Corrosion, Pad, Vibration, Matlab Program, Reflication of Neuron System.*

Literature : 12 (1995-2015)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN AGENDA	v
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	vii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ix
KATA PENGANTAR	xi
RINGKASAN	xiii
SUMARRY	xv
DAFTAR ISI	vxii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Bantalan.....	5
2.1.1. Klasifikasi Bantalan	5
2.1.2. Kerusakan Bantalan.....	6
2.2. Korosi	7
2.2.1. Jenis – Jenis Korosi	7
2.2.1.1. Korosi Merata	8
2.2.1.2. Korosi Galvanik.....	8
2.2.1.3. Korosi Celah	9
2.2.1.4. Korosi Tegangan.....	10
2.2.1.5. Faktor- faktor Yang Mempengaruhi Korosi Bantalan....	10

2.3. Getaran.....	11
2.3.1. Karakteristik Getaran.....	11
2.3.2. Gerak Harmonik	12
2.3.2. Gerak Periodik	12
2.3.3. Sensor Getaran	13
2.3.3.1. Parameter Getaran.....	13
2.4 Sensor Accelerometer.....	14
2.4.1. Papan Mikrikontroler Arduino	15
2.5 Jaringan Syaraf Tiruan	16
2.5.1. Konsep Dasar Jaringan Syaraf Tiruan.....	17
2.5.1.1. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Tunggal.....	18
2.5.1.2. Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan Banyak Lapisan.....	18
2.6. Matlab.....	19
2.6.1 Lingkungan Kerja Matlab.....	20
2.6.2 Variable Pada Matlab	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	23
3.2. Prosedur Penelitian	25
3.2.1. Perendaman Bantalan Pada Larutan NaCl 3%	25
3.2.2. Proses Pengambilan Data Getaran Pada Bantalan Baru	26
3.2.3. Proses Pengambilan Data Getaran Bantalan Terkorosi	27
3.3. Proses Analisa Dan pengolahan Data	28
3.4. Metode Pengumpulan Data	29
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Analisis dengan Simulasi	31
4.2. Identifikasi Data Uji	36
3.3. Analisa Hasil Pembahasan	38
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	40
5.2. Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bantalan.....	5
Gambar 2.2. Bantalan Luncur Bantalan Gelinding	6
Gambar 2.3. Korosi Merata	8
Gambar 2.4. Korosi Galvanik	9
Gambar 2.5. Korosi celah.....	9
Gambar 2.6. Korosi Tegangan	10
Gambar 2.7. Sensor Accelerometer.....	15
Gambar 2.8. Board Arduino	16
Gambar 2.9. Kabel Usb	16
Gambar 2.10. Jaringan Syaraf Tiruan Tunggal	18
Gambar 2.11. Jaringan Syaraf Tiruan Lebih Dari Satu	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 3.2 Alur Proses Input Data Getaran.....	24
Gambar 3.3 Proses Pengambilan dan Pengolahan Data.....	29
Gambar 4.1 Presentasi Sinyal Getaran Bantalan Baru	31
Gambar 4.2 Presentasi Sinyal Getaran Bantalan Terkorosi 5 Hari	32
Gambar 4.3 Presentasi Sinyal Getaran Bantalan Terkorosi 10 Hari	33
Gambar 4.4 Grafik Identifikasi Kerusakan Bantalan Terhadap X Axis	36
Gambar 4.5 Grafik Identifikasi Kerusakan Bantalan Terhadap Y Axis	37
Gambar 4.6 Grafik Identifikasi Kerusakan Bantalan Terhadap Z Axis.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Tabel Nilai Frekuensi Getaran Bantalan Baru.....	34
Tabel 4.2. Tabel Nilai Frekuensi Getaran Bantalan Terkorosi 5 Hari.....	35
Tabel 4.3. Tabel Nilai Frekuensi Getaran Bantalan Terkorosi 10 Hari.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1. Tabel Pengujian Bantalan	42
Lampiran B.1. Program Matlab.....	115
Lampiran C.1. Foto-Foto Bahan Pengujian.....	115

BAB 1

PENDAHULUAN

5.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri terutama mesin produksi pada umumnya mesin beroperasi secara terus menerus, diperlukan suatu kondisi mesin yang baik agar hasil produksi dapat maksimal. Salah satu usaha untuk menjaga agar mesin selalu bekerja optimum adalah dengan melakukan perawatan dan perbaikan pada mesin. Cara yang paling efisien untuk mengetahui kondisi mesin adalah dengan menganalisis getarannya, karena mesin yang menunjukkan gejala kerusakan akan menghasilkan sinyal getaran yang tidak biasa (Suhardjono, 2005).

Masalah-masalah yang sering menyebabkan getaran pada suatu mesin rotary antara lain ketidak seimbangan elemen rotasi, ketidaklurusan kopling dan bantalan, kerusakan pada bantalan, buruknya sabuk penggerak, dan kerusakan roda gigi

Didalam mesin terdapat berbagai komponen diantaranya bantalan, fungsi dari bantalan tersebut sangat luas salah satunya pada mesin-mesin yang memiliki elemen berputar seperti turbin uap, generator, blower, kompresor, motor listrik, pompa air, pompa sentripugal dan lain-lain (Saleh, 2014).

Penggunaan logam dalam perkembangan teknologi dan industri sebagai salah satu material penunjang sangat besar peranannya, akan tetapi dalam kehidupan sehari-hari banyak faktor yang menyebabkan daya guna logam ini menurun. Salah satu faktor penyebab hal tersebut adalah terjadinya korosi pada logam.

Korosi merupakan kerusakan material yang disebabkan oleh pengaruh lingkungan sekelilingnya. Penyebab terjadinya korosi ada dua yaitu proses secara kimiawi dan proses perlakuan. Proses korosi secara kimiawi adalah proses ionisasi yang terjadi secara alamiah akibat adanya interaksi dengan

udara seperti kelembaban, keasaman daerah atau kondisi operasi tertentu (Sidiq,2013).

Dalam penelitian kali ini, penulis mengangkat bahasan untuk mendeteksi kerusakan pada bantalan akibat korosi dengan judul “**Analisis Kerusakan Bantalan Akibat Korosi Pada Motor Listrik Menggunakan Sensor Getaran**”

5.2 Rumusan Masalah

Penelitian yang dilakukan adalah untuk mendeteksi kerusakan yang terjadi pada bantalan karena terkorosi dengan sensor getaran, kondisi pada bantalan terdapat dua kondisi yaitu bantalan yang masih baru dan bantalan yang terkorosi sedangkan metode yang digunakan adalah metode jaringan syaraf tiruan.

5.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian kali ini adalah pengujian yang dilakukan hanya untuk menganalisis sinyal getaran pada kondisi bantalan yang masih baru dan bantalan yang mengalami kerusakan akibat korosi dengan menggunakan sensor getaran dan metode jaringan syaraf tiruan.

5.4 Tujuan Penelitian

Dapat menganalisis dan memahami tingkat kerusakan bantalan yang terjadi karena mengalami korosi dengan getaran yang dihasilkan.

5.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini, antara lain:

1. Dapat dijadikan acuan dalam menganalisis bantalan yang mengalami kerusakan dengan menggunakan sensor getaran.
2. Dapat dijadikan kajian literatur pada penelitian dan permasalahan pada pokok bahasan dan komponen uji yang sama

DAFTAR PUSTAKA

- CAHYONO, B. 2013. Penggunaan Sofwer Matrix Laboratory Dalam Pembelajaran Program Linear. Vol.1,1.
- SIDIQ, M. F. 2013. Analisa Korosi dan Pengendaliannya. Vol. 3, 1.
- SUHARDJONO. 2015. Analisis Sinyal Getaran Untuk Menentukan Jenis dan Tingkat Kerusakan Bantalan Bola. Vol. 6, 2.
- SALEH, A. R . 2014. Analisa Kerusakan Bantalan Bola Jenis *Deep Grove* Pada Lori Pabrik Kelapa Sawit dan Cara Penanggulangannya. Vol. 6, 1.
- UDIANTO, U., PANGGIH, B. dan SUPARWOTO 2013. Purwarupa Sistem Pemantau Getaran Jembatan Menggunakan Sensor Accelrometer. Vol.2, 1, 25-30.
- TANJUNG, D. H. 2014. Jaringan Syaraf Tiruan dengan Bacpropogation untuk Mendeteksi Penyalahgunaan Narkotika. 69-74.
- LESNUSSA, Y. A., LATUCONSINA, S. dan PERSULESSY, E. R. 2015. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memfrediksi Prestasi Siswa SMA. Vol. 11, 2.
- LESNUSSA, Y. A., LATUCONSINA, S. dan PERSULESSY, E. R. 2015. Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan untuk Memfrediksi Prestasi Siswa SMA. Vol. 11, 2.
- FIARDI, E. 2001. Analisa dan Desain Umur Bantalan *Carier Idler Belt* Convayer PT Pelindo Bengkulu. Vol 8, 1.
- VIRAL, K. P., dan MAITRI, N. P. 2017. *Development of Smart Sensing Unit for Vibration Measurement by Embedding Accelerometer with the Arduino Microcontroler*. Vol 6, 1. 1-7
- ARI, A., SUSILO, D. A, dan ARIFIN, Z. 2013. Deteksi Kerusakan Implor Pompa Sentrifugal dengan Analisa Sinyal Getaran. Vol. 11,2.
- PRABAWA, S. 2009. Analisis Kebisingan dan Getaran Pada Traktor Tangan. Vol. 29, 2.
- TARMUJI, M. 2013. Perancangan Alat Pengukur Getaran Mekanis Menggunakan *Piezzo Elektrik* Berbasis *Arduino Mikrokontroler*. Vol. 15, 2.