

SKRIPSI
DETEKSI DETONASI PADA MOTOR BAKAR MENGGUNAKAN
SINYAL GETARAN DENGAN METODE *PRINCIPAL COMPONENT*
***ANALYSIS* (PCA)**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :
KIKI FAISAL MUZAKKI
20130130259

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2020

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kiki Faisal Muzakki

NIM : 20130130259

Prodi/Fakultas : Teknik Mesin/Fakultas Teknik

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul **“DETEKSI DETONASI PADA MOTOR BAKAR MENGGUNAKAN SINYAL GETARAN DENGAN METODE *PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS* (PCA)”** adalah asli hasil karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 8 Desember 2020



KIKI FAISAL MUZAKKI

20130130259

HALAMAN PERSEMBAHAN

Selama penulisan tugas akhir ini berlangsung banyak pihak-pihak yang turut andil membantu penyusun, baik dalam kegiatan persiapan, pelaksanaan, serta dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh sebab dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, yang senantiasa memberikan berkah, petunjuk, dan kesehatan sehingga penyusun dapat menyelesaikan Kerja Praktik.
2. Orang tua tercinta serta keluarga yang tidak pernah lupa mendoakan, menyemangati dan mendukung.
3. Bapak Berli Paripurna Kamiel S.T, M.M., M.Eng.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing serta ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin angkatan 2013 yang setia menemani dan memberi dukungan dalam pelaksanaan dan pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Bengkel SMJ Racing yang sudah membantu dan menyediakan tempat dalam pengambilan data untuk penelitian tugas akhir ini.
6. Dan semua pihak yang telah memabantu dalam penyusunan tugas akhir, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

MOTTO

“Merendahlah sampai serendah-rendahnya, hingga tidak ada satu orang pun yang mampu untuk merendahkanmu”

“Success belongs only to those willing to work hard enough for it”
(Guy Martin)

“Everyday is challenge, just shut up and get on with it”
(Guy Martin)

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil'alamin, Segala puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan agung Nabi besar Muhammad SAW, beserta keluarga, para sahabatnya dan para pengikutnya hingga akhir zaman kelak, amin ya rabbal alamin. Alhamdulillah atas segala pertolongan dan kemudahan yang telah diberikan-Nya, dimana pada akhirnya penyusun mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“DETEKSI DETONASI PADA MOTOR BAKAR MENGGUNAKAN SINYAL GETARAN DENGAN METODE *PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA)*”** sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu penulis mengharapkan segala bentuk saran serta masukan bahkan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan semua pihak khususnya dalam bidang Teknik Mesin.

Yogyakarta, 8 Desember 2020

KIKI FAISAL MUZAKKI
20130130259

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori.....	10
2.2.1 Motor Bakar	10
2.2.2 Prinsip Kerja Motor Bakar.....	11
2.2.2.1 Motor bakar 4 langkah	11
2.2.2.2 Motor bakar 2 langkah	12
2.2.3 Klasifikasi Motor Bakar.....	14
2.2.4 Detonasi	15
2.2.5 Rasio Kompresi.....	16

2.2.6	<i>Maintenance</i>	17
2.2.7	<i>Condition Based Maintenance</i>	18
2.2.8	Getaran.....	19
2.2.9	Akuisisi Data Sinyal Getaran.....	21
2.2.10	Analisis Sinyal Getaran	24
2.2.11	Parameter Statistik	26
2.2.12	<i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	29
2.2.13	Perhitungan <i>Principal Component Analysis (PCA)</i>	29
BAB III METODE PENELITIAN.....		36
3.1	Alat Penelitian.....	36
3.2	Diagram Alir Penelitian	40
3.3	Alur Pengambilan Data	42
3.4	Tempat dan Waktu Penelitian	45
3.5	Struktur Data	45
3.6	Tahap Analisis Data	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1	Pemilihan Fitur Ekstraksi Statistik.....	47
4.2	Data Penelitian	47
4.3	Analisis Parameter Statistik Domain Waktu.....	49
4.4	Analisa <i>Principal Component Analysis (PCA)</i> Domain Waktu.....	53
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 prinsip kerja motor 4 langkah.....	12
Gambar 2. 2 Prinsip kerja mesin 2 langkah	14
Gambar 2. 3 Gerak Osilasi Suatu Sistem Pegas Massa (Hamid, 2012).....	20
Gambar 2. 4 Kurva-kurva percepatan, kecepatan, displasemen (Hamid, 2012)...	21
Gambar 2. 5 Accelerometer (Scheffer dan Girdhar 2004).....	22
Gambar 2. 6 Fenomena undersampling (Scheffer dan Ghirdar, 2004).....	23
Gambar 2. 7 Plot getaran domain waktu (Ramadhan, 2017).....	25
Gambar 2. 8 Contoh analisis spektrum kavitasi yang mengalami noise dengan broadband (Luo dkk, 2015).....	26
Gambar 2. 9 Contoh data, (a) tidak berkorelasi, (b) berkorelasi (Kamiel, 2015) .	34
Gambar 2. 10 Plot principal component, PC 1 dan PC 2 (Kamiel, 2015)	35
Gambar 2. 11 Data yang ditransformasikan pada 2 principal component.....	35
Gambar 3. 1 Mesin CBR 150 Fi.....	37
Gambar 3. 2 Tool set mekanik	38
Gambar 3. 3 Accelerometer	38
Gambar 3. 4 Kabel Connector.....	39
Gambar 3. 5 Perangkat akuisisi data NI9234.....	39
Gambar 3. 6 Chassis NI compact DAQ-9174.....	40
Gambar 3. 7 Diagram alir penelitian secara umum.....	41
Gambar 3. 8 Skema alat uji.....	42
Gambar 3. 9 Diagram alir proses pengambilan data	44
Gambar 3. 10 Skema set pengambilan data	45
Gambar 3. 11 Diagram alir proses pengolahan data akuisisi	46
Gambar 4. 1 (a) Sinyal getaran kondisi normal (b) Sinyal getaran kondisi detonasi	48
Gambar 4. 2 Grafik Root Mean Square (RMS)	49
Gambar 4. 3 Grafik Standard Deviation	50
Gambar 4. 4 Grafik Peak Value	51
Gambar 4. 5 Grafik Kurtosis	51
Gambar 4. 6 Grafik Variance	52
Gambar 4. 7 Grafik Crest Factor.....	52
Gambar 4. 8 Grafik Skewness.....	53
Gambar 4. 9 Diagram Pareto dari 4 principal component	54
Gambar 4. 10 Hasil klasifikasi PCA dengan menggunakan 2PC.	55
Gambar 4. 11 Hasil klasifikasi PCA menggunakan 3PC.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter Fitur ekstraksi Statistik	8
Tabel 2. 2 Angka rasio kompresi dan oktan bahan bakar yang dianjurkan	16
Tabel 4.1 Parameter statistik yang digunakan dalam pengolahan data.....	47
Tabel 4.2 Kontribusi parameter statistik pada masing-masing principal component	54

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1: *Script* Matlab Pengambilan Data Akuisisi
- Lampiran 2: *Script* Matlab Plot Data Domain Waktu
- Lampiran 3: *Script* Matlab Ekstraksi Parameter Statistik Domain Waktu
- Lampiran 4: *Script* Matlab Plot Grafik Ekstraksi Parameter Statistik Domain Waktu
- Lampiran 5: *Script* Matlab *Principal Component Analysis* (PCA) Domain Waktu