

**ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG BERASOSIASI DENGAN
VARIABILITAS SPECIFIC GAS CONSUMPTION (SGC) DI
PLTMG BANGKANAI MENGGUNAKAN PRINCIPAL
COMPONENT ANALYSIS**

TUGAS AKHIR



**RAFINDRA RAMADHAN
1242913027**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2026**

**ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG BERASOSIASI DENGAN
VARIABILITAS SPECIFIC GAS CONSUMPTION (SGC) DI
PLTMG BANGKANAI MENGGUNAKAN PRINCIPAL
COMPONENT ANALYSIS**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana



**RAFINDRA RAMADHAN
1242913027**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan
semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Rafindra Ramadhan

NIM : 1242913027

Tanda Tangan : 

Tanggal : 22 Agustus 2026

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Rafindra Ramadhan
NIM : 1242913027
Program Studi : S1 Teknik Industri
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Analisis Faktor-Faktor yang Berasosiasi dengan Variabilitas Specific Gas Consumption (SGC) di PLTMG Bangkanai Menggunakan Principal Component Analysis

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir.Invanos Tertiana, MM. MBA
Penguji : Dr. Adi Budipriyanto, S.T, M.T, DR, IPM, CSCM
Penguji : Ir. Gunawarman Hartono, M.Eng, IPU, CEAP



Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : 22 Agustus 2026

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subahana Wata'ala atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar. Tugas akhir ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana dalam bidang Teknik Industri pada Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer (FTIK) Universitas Bakrie.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini mengalami banyak hambatan dan tidak akan dapat terselesaikan tanpa dukungan dan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberikan segala dukungan yang terbaik.
2. Mirsa Dian Novianti, ST MT selaku Ketua Program Studi Teknik Industri.
3. Dosen Pembimbing tugas akhir Bapak Ir.Invanos Tertiana, MM. MBA yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran.
4. Dosen Penguji tugas akhir yang telah memberikan masukan yang membangun.
5. Rekan-rekan di PLN NP UP Kalselteng dan ULPLTMG Bangkanai yang telah membantu dalam pengumpulan data.
6. Para dosen pengajar dan staf di Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie.
7. Rekan-rekan Teknik Industri Universitas Bakrie.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini belum sepenuhnya sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar menjadi perbaikan di kemudian hari. Semoga tugas akhir ini dapat menjadi manfaat bagi kita semua.

Jakarta, 2 Agustus 2026



Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rafindra Ramadhan
NIM : 1242913027
Program Studi : S1 Teknik Industri
Fakultas : Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG BERASOSIASI DENGAN VARIABILITAS SPECIFIC GAS CONSUMPTION (SGC) DI PLTMG BANGKANAI MENGGUNAKAN PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada tanggal : 22 Agustus 2026

Yang menyatakan,


(Rafindra Ramadhan)

ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG BERASOSIASI DENGAN VARIABILITAS SPECIFIC GAS CONSUMPTION (SGC) DI PLTMG BANGKANAI MENGGUNAKAN PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

Rafindra Ramadhan

ABSTRAK

PLTMG Bangkanai merupakan pembangkit listrik tenaga mesin gas yang beroperasi di Kalimantan Tengah. Efisiensi operasional pembangkit diukur melalui Specific Gas Consumption (SGC), yaitu rasio konsumsi energi bahan bakar gas per satuan energi listrik yang dihasilkan. Data operasional historis periode Januari 2024 hingga September 2025 menunjukkan bahwa nilai SGC bervariasi dalam rentang 8.803 hingga 8.943 Btu/kWh dengan koefisien variasi sebesar 0,27%. Meskipun variasi terlihat kecil secara individual, fluktuasi kumulatif dari sepuluh variabel kualitas gas dan parameter operasi yang saling berkorelasi (multikolinear) berpotensi membentuk pola laten yang berkaitan dengan efisiensi. Penelitian ini menerapkan metode Principal Component Analysis (PCA) sebagai teknik reduksi dimensi untuk mengidentifikasi faktor-faktor laten yang terkait dengan variabilitas SGC. Analisis dilakukan terhadap 639 observasi dengan 10 variabel prediktor (C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_{5+} , CO_2 , N_2 , H_2S , Pressure, Temperature). Hasil PCA menghasilkan dua komponen utama yang menjelaskan 80,40% total varians: Faktor Berat Molekul Gas (PC1, 53,52%) dan Faktor Komposisi Campuran (PC2, 26,89%). Analisis korelasi Pearson antara skor komponen utama dengan SGC menunjukkan bahwa kedua komponen berkorelasi sedang dengan SGC (PC1 $r = -0,307$; PC2 $r = -0,422$). Temuan ini menunjukkan variabilitas SGC bersifat multidimensional, berkaitan dengan interaksi antara komposisi hidrokarbon, gas inert, dan parameter operasi.

Kata kunci: PCA, SGC, PLTMG, Reduksi Dimensi, Multikolinearitas, Kualitas Gas, Efisiensi Pembangkit.

ANALYSIS OF FACTORS ASSOCIATED WITH SPECIFIC GAS CONSUMPTION (SGC) VARIABILITY AT PLTMG BANGKANAI USING PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS

Rafindra Ramadhan

ABSTRACT

PLTMG Bangkanai is a gas engine power plant operating in Central Kalimantan, Indonesia. The operational efficiency of the plant is measured through Specific Gas Consumption (SGC), defined as the ratio of fuel gas energy consumed per unit of electrical energy generated. Historical operational data from January 2024 to September 2025 shows that SGC values range from 8,803 to 8,943 Btu/kWh with a coefficient of variation of 0.27%. Although individual variations appear small, the cumulative fluctuations from ten multicollinear gas quality variables and operational parameters may form latent patterns affecting efficiency. This study applies Principal Component Analysis (PCA) as a dimensionality reduction technique to identify latent factors associated with SGC variability. The analysis was conducted on 639 observations with 10 predictor variables (C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , C_{5+} , CO_2 , N_2 , H_2S , Pressure, Temperature). PCA results yielded two principal components explaining 80.40% of total variance: Molecular Weight Factor (PC1, 53.52%) and Mixed Composition Factor (PC2, 26.89%). Pearson correlation analysis between principal component scores and SGC reveals that PC1 has a moderate correlation ($r = -0.307$), while PC2 ($r = -0.422$) shows a moderate correlation. These findings indicate that SGC variability is multidimensional, related to the interaction between hydrocarbon composition, inert gas, and operational parameters.

Keywords: PCA, SGC, Gas Engine Power Plant, Dimensionality Reduction, Multicollinearity, Inert Gas, Power Plant Efficiency

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	14
1.1. Latar Belakang.....	14
1.2. Perumusan Masalah.....	15
1.3. Batasan Masalah.....	16
1.4. Tujuan Penelitian.....	17
1.5. Manfaat Penelitian.....	17
1.5.1 Manfaat Praktis.....	17
1.5.2 Manfaat Akademis.....	18
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	19
2.1 Tinjauan Pustaka.....	19
2.2 Konsep Masalah dan Objek Penelitian.....	19
2.2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (PLTMG).....	19
2.2.2 <i>Specific Gas Consumption (SGC)</i>	20
2.2.3 Dekomposisi SGC: Sisi Input Panas (Btu) dan Sisi Keluaran Energi (kWh).....	20
2.2.4 Konsep Variabilitas Kinerja.....	21
2.3 Faktor-Faktor yang Berasosiasi dengan Variabilitas Kinerja (Dasar Pemilihan Variabel).....	21
2.3.1 Konsep Dasar: Efisiensi Termodinamika Pembakaran.....	22
2.3.2 Faktor Berat Molekul Gas (Stabilitas vs. Reaktivitas).....	24
2.3.3 Faktor Komposisi Campuran (CO ₂ dan N ₂) sebagai <i>Thermal Buffer</i>	25
2.3.4 Faktor Fisik: Temperatur dan Tekanan Gas (Induction Time).....	25
2.4 Metode Pendekatan Masalah.....	26
2.4.1 Tantangan Analisis Data Multivariat.....	26
2.4.2 Justifikasi Pemilihan Metode PCA.....	27
2.4.3 Korelasi Pearson.....	28
2.4.4 <i>Principal Component Analysis</i>	29
2.4.5 Interpretasi Komponen Utama.....	32
2.5 Kerangka Berpikir dan Hipotesis Penelitian.....	33
2.5.1 Penelitian Terdahulu.....	33
2.5.2 Kesenjangan Penelitian.....	34
2.5.3 Kerangka Berpikir.....	34
2.5.4 Hipotesis Penelitian.....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	36
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	36
3.2 Jenis dan Desain Penelitian.....	37
3.2.1 Kesesuaian dengan Prosedur Baku Analisis Faktor Eksploratori.....	38
3.3 Objek dan Lokasi Penelitian.....	38
3.4 Identifikasi Variabel dan Data.....	39
3.4.1 Sumber Data.....	39

3.4.2	Definisi Operasional Variabel.....	39
3.5	Instrumen Pengolahan Data (Software)	40
3.6	Prosedur Pengolahan Data (Menggunakan Orange)	41
3.6.1	Pra-Pemrosesan Data	41
3.6.2	Pembentukan Model PCA (<i>PCA Widget</i>)	41
3.7	Metode Analisis Data	43
3.7.1	Analisis Korelasi Pearson.....	43
3.7.2	Diagnostik Multikolinearitas dan Kendala Jumlah Tetap	43
3.7.3	Analisis <i>Eigenvalues</i> (<i>Explained Variance</i>)	44
3.7.4	Analisis <i>Eigenvector</i> (Kontributor Variabel pada Komponen).....	44
3.7.5	Evaluasi Keterkaitan Faktor Terhadap SGC	44
3.8	Sifat Inferensi dan Batas Penafsiran Hasil	44
BAB IV	PEMBAHASAN	46
4.1	Deskripsi Data dan Pra-Pemrosesan	46
1.6.	Verifikasi Asumsi Pembebanan Konstan.....	47
4.2	Analisis Korelasi Multivariat.....	47
4.3	Hasil PCA – <i>Eigenvalue</i> dan <i>Explained Variance</i>	49
4.4	Interpretasi Komponen (<i>Eigenvector</i>)	50
4.5	Korelasi <i>PC Score</i> terhadap SGC	54
4.6	Pembahasan Hasil.....	56
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	58
8.1	Kesimpulan	58
8.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA		62
LAMPIRAN A		63
LAMPIRAN B		65
LAMPIRAN C		66
LAMPIRAN D		68
LAMPIRAN E		69
LAMPIRAN F.....		71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mind Map	19
Gambar 2.2 Diagram Lean Burn Yang mempengaruhi Efisiensi (Sumber: Wärtsilä, Training Manual W34SG, hlm. 80).....	23
Gambar 2.3 Diagram Rantai Karbon Hidrokarbon C ₁ -C ₄	24
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian	36
Gambar 4.1 Alur Kerja (Workflow) Analisis pada Orange Data Mining	46
Gambar 4.2 Scree Plot Nilai Eigen Komponen Utama	50
Gambar 4.3 Heatmap.....	53
Gambar 4.4 Linier Projection.....	54
Gambar 4.5 Scatter Plot PC1 (Faktor Berat Molekul Gas) vs SGC.....	55
Gambar 4.6 Scatter Plot PC2 (Faktor Komposisi Campuran) vs SGC	55
Gambar 4.7 Diagram Alur Interpretasi Komponen Utama terhadap SGC.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Relevan.....	33
Tabel 3.1 Daftar Variabel Penelitian.....	39
Tabel 4.1 Statistik Deskriptif Variabel Penelitian (N = 639).....	47
Tabel 4.2 Matriks Korelasi Pearson Antarvariabel (N = 639)	48
Tabel 4.3 Nilai Eigen dan Proporsi Varians.....	49
Tabel 4.4 Nilai Eigenvector PC1–PC2.....	50
Tabel 4.5 Korelasi PC Score terhadap SGC.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Sampel Data Mentah Operasional PLTMG Bangkanai (20 data pertama dan 5 data terakhir dari 639 observasi)	63
Lampiran B.1 Matriks Korelasi Pearson Antarvariabel (N = 639)	65
Lampiran C.1 Eigenvalue dan Proporsi Varians Seluruh Komponen.....	66
Lampiran C.2 Eigenvector (Component Weights) Dua Komponen Utama.....	66
Lampiran C.3 Korelasi Pearson antara PC Score dan SGC	67
Lampiran D.1 Statistik Deskriptif Variabel Penelitian (N = 639).....	68
Lampiran E.1 Parameter Standardisasi (Mean dan Standar Deviasi Populasi).....	69
Lampiran E.2 Data Z-Score (30 Observasi Pertama dari 639).....	69
Lampiran F.1 Substitusi Z-Score Observasi ke-1 untuk Seluruh 10 Variabel	71
Lampiran F.2 Contoh Perhitungan Produk Deviasi $C_1 \times C_3$ (5 Observasi Pertama)	72
Lampiran F.3 Eigenvalue dan Proporsi Varians	73
Lampiran F.4 Eigenvector (Loading Factor) — 2 Komponen Utama	73
Lampiran F.5 Nilai Z-Score Observasi ke-1	74
Lampiran F.6 PC Score untuk 10 Observasi Pertama	75
Lampiran F.7 Perhitungan Deviasi PC1 dan SGC (5 Observasi Pertama)	76
Lampiran F.8 Perhitungan Deviasi PC2 dan SGC (5 Observasi Pertama)	76