

# ANALISIS PENGARUH *TEMPERATURE* TERHADAP *DENSITY CRUDE OIL* DENGAN PENDEKATAN METODE THEIL PADA ANALISIS REGRESI LINIER NON-PARAMETRIK (Studi Kasus : Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM MIGAS) Cepu)

Candra Irawan<sup>1</sup>, Yusuf Widharto<sup>2</sup>

[candrainirawan@students.undip.ac.id](mailto:candrainirawan@students.undip.ac.id), [yusufwidharto@lecturer.undip.ac.id](mailto:yusufwidharto@lecturer.undip.ac.id)

<sup>1</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

<sup>2</sup>Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

## Abstrak

Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia, Minyak, dan Gas Bumi (PPSDM MIGAS) adalah instansi pemerintah pusat dibawah Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Energi dan Sumber Daya Mineral, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral yang mengolah *crude oil* milik PERTAMINA. Pengolahan *crude oil* dilakukan pada unit kilang dengan menerapkan uji *density* guna mengetahui kualitas dari *crude oil* tersebut. Pada proses pengukuran *density crude oil* juga dilakukan pengukuran *temperature crude oil*. Guna mengetahui pengaruh *temperature* terhadap *density crude oil* digunakan pendekatan analisis regresi linier non-parametrik metode Theil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *temperature* berpengaruh terhadap *density crude oil* dengan nilai korelasi Kendall-Tau sebesar -0,810 yang mana hal ini menunjukkan korelasi yang sangat kuat serta hubungan dari kedua *variable* bersifat berlawanan arah. Koefisien Slope berada pada selang kepercayaan  $-2,298 < \beta_1 < 0,007$ , artinya *density crude oil* akan berkurang hingga 2,298 atau bertambah hingga 0,007 kg/m<sup>3</sup> untuk setiap pertambahan 1°C *temperature*.

**Kata kunci:** Analisis Regresi Linier, Methode Theil, Regresi Non Parametrik, Tau Kendall

## Abstract

*[Analysis The Effect of Temperature to Density Crude Oil Using Theil Method Approach to Non-Parametric Linier Regression Analysis]* The Center for Human Resources Development, Oil and Natural Gas (PPSDM MIGAS) is a central government agency under the Human Resources Development Agency for Energy and Mineral Resources, Ministry of Energy and Mineral Resources that processes PERTAMINA's crude oil. Crude oil processing is carried out at the refinery unit by applying a density test to determine the quality of the crude oil. In the process of measuring the density of crude oil, the temperature of crude oil is also measured. To determine the effect of temperature on density crude oil, Theil method approach to non-parametric linear regression analysis is used. The results showed that temperature affects the density of crude oil with a Kendall-Tau correlation value was -0.810, which shows a very strong correlation and the relationship between the two variables is opposite. The Slope coefficient is in the confidence interval of  $-2,298 < \beta_1 < 0,007$ , meaning that the density of crude oil will decrease to 2,298 or increase to 0,007 kg/m<sup>3</sup> for every 1°C increase in temperature.

**Keywords:** Linier Regression Analysis, Non-Parametric Regression, Tau Kendall, Theil Methods

## 1. Pendahuluan

Dewasa ini penggunaan minyak bumi sebagai sumber energi di bumi masih akan terus berlangsung seiring dengan masih adanya sumur-sumur minyak bumi yang masih menghasilkan minyak bumi, maka pengolahan minyak bumi sebagai sumber energi belum akan berhenti. Minyak bumi tidak dapat langsung digunakan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan banyaknya *impurities* yang terkandung dalam minyak bumi (Fitriyatus et al., 2018).

Minyak bumi sendiri jika diolah akan menghasilkan berbagai macam produk dengan nilai daya jual tinggi. Di Indonesia sendiri terdapat beberapa lokasi pengolahan minyak bumi, salah satunya adalah Unit Kilang di Pusat Pengembangan Sumber Daya Manusia Minyak dan Gas Bumi (PPSDM Migas) yang bekerja di bawah Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Unit kilang di PPSDM Migas memiliki kapasitas produksi sebesar 3,800 bbl/day atau 600 m<sup>3</sup>/hari (Humas, 2021a; Risdiyanta, 2014).

Perkembangan perusahaan pengolah minyak bumi saat ini semakin pesat yang mana dapat menimbulkan persaingan yang ketat antara satu perusahaan migas dengan perusahaan migas yang lain. Suatu perusahaan yang tidak mampu bersaing dalam pola persaingan yang ketat akan menimbulkan kerugian fatal bagi perusahaan tersebut, hingga dapat berujung suatu kebangkrutan. Untuk itu, setiap perusahaan migas perlu melakukan berbagai cara untuk dapat meningkatkan daya saing yang mereka miliki. Salah satu cara agar suatu perusahaan migas dapat meningkatkan daya saingnya adalah dengan mengontrol kualitas produk olahannya.

Densitas merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kualitas dari minyak mentah. Densitas juga menjadi indikator kualitas yang penting untuk bahan bakar otomotif, penerbangan, dan perkapalan yang dapat memengaruhi penyimpanan, penanganan, dan proses pembakaran (ASTM International & American Petroleum Institute (API), 2017).

Pada proses pengukuran *density crude oil* juga dilakukan pengukuran *temperature crude oil* tersebut. Oleh karena itu diperlukan suatu analisis guna mengetahui pengaruh *temperature* terhadap *density crude oil*. Ukuran *density crude oil* yang tepat akan memudahkan proses pengolahan *crude oil* menjadi produk olahan berikutnya seperti solar, petrasol, kerosin, dan lain-lain (ASTM International & American Petroleum Institute (API), 2017; Humas, 2021a).

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah penelitian deskriptif dan penelitian kuantitatif. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang berusaha mendeskripsikan dan menginterpretasikan sesuatu, misalnya kondisi atau hubungan yang ada, pendapat yang berkembang, proses yang sedang berlangsung, akibat atau efek yang terjadi, atau tentang kecenderungan yang tengah berlangsung. Sedangkan penelitian kuantitatif adalah penelitian yang datanya berupa angka-angka (*score*, nilai) atau pernyataan-pernyataan yang diangkakan (*discore*, dinilai), dan dianalisis dengan analisis statistic.

### 2.1 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Lapangan
2. Studi Pustaka
3. Identifikasi Masalah
4. Perumusan Masalah
5. Penentuan Tujuan Penelitian
6. Pengumpulan Data  
Pengumpulan data dilakukan melalui studi pustaka, observasi, dan wawancara terkait topik penelitian yang diangkat. Data yang diambil adalah:
  - a. Profil dan sejarah perusahaan.
  - b. Struktur organisasi perusahaan

- c. Data *temperature crude oil* pada hasil uji analisa feed dan produk PERTAMINA bulan Desember 2020
- d. Data *density crude oil* hasil uji analisa feed dan produk PERTAMINA bulan Desember 2020

### 7. Pengolahan dan Analisis Data

Metode pengolahan dan analisis data yang digunakan mengacu pada prinsip analisis korelasi dan regresi non-parametrik dengan urutan sebagai berikut:

- a. Uji Hipotesis
  - b. Uji Asumsi Klasik
  - c. Analisis Regresi Linier Non Parametrik
8. Kesimpulan dan Saran  
Membuat kesimpulan berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan sehingga dapat menjawab tujuan penelitian

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Uji Hipotesis

#### Uji Hipotesis 1

$H_0 : \rho = 0$  (Tidak ada hubungan linier antara variable X dan variable Y)

$H_1 : \rho \neq 0$  (Ada hubungan linier antara variable X dan variable Y)

$\alpha = 0,05$

Daerah kritis dengan  $df = 176$ ,  $t > 1,97353$  dan  $t < -1,97353$ , didapatkan dari tabel L.4 (Walpole) bersifat dwisisi

Perhitungan:

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{1-r^2} = \frac{-0,153\sqrt{175}}{1-(-0,153)^2} = -2,042$$

Keputusan: Tolak  $H_0$  karena t-hitung berada pada daerah kritis dimana  $-2,042 < -1,97353$

Kesimpulan: Ada hubungan linier antara variable X dan variable Y

#### Uji Hipotesis 2

$H_0 : \rho = 0,9$  (Terdapat hubungan antara variable x dan y yang sangat erat)

$H_1 : \rho < 0,9$  (Tidak terdapat hubungan antara variable x dan y yang sangat erat)

$\alpha = 0,05$

Daerah kritis  $z > -1,64$  didapatkan dari tabel L.3 (Walpole)

Perhitungan :

$$z = \frac{\sqrt{n-3}}{2} \ln \left[ \frac{(1+r)(1-\rho_0)}{(1-r)(1+\rho_0)} \right]$$

$$z = \frac{\sqrt{174}}{2} \ln \left[ \frac{(1+0,153)(1-0,9)}{(1-0,153)(1+0,9)} \right]$$

$$z = -21,448$$

Keputusan: Jangan Tolak  $H_0$  karena z-hitung berada diluar daerah kritis dimana  $Z_{hitung} < Z_{tabel}$  yaitu  $-21,448 < -1,64$

Kesimpulan: Terdapat hubungan antara variable x dan y yang sangat erat

### 3.2 Uji Asumsi Klasik

#### Uji Linieritas

Suatu model linier harus dapat memprediksikan variable dependen, pada suatu garis lurus yang perubahan nilainya konstan terhadap perubahan nilai *variable independent*. Hasil uji linieritas dengan metode statistic dapat dilihat pada tabel 1

**Table 1 Hasil Uji Linieritas**

ANOVA Table							
			Sum of Squares	df	Mean Square	Sig.	
Density * Temperature	Between Groups	(Combined)	36,531	6	6,089	2,092	,057
		Linearity	12,367	1	12,367	4,250	,041
		Deviation from Linearity	24,164	5	4,833	1,661	,147
Within Groups			494,734	170	2,910		
Total			531,266	176			

Dari output diatas dapat diketahui bahwa nilai deviation form linearity sebesar 0,147. Karena nilai deviation of linearity > 0,05 (0,147 > 0,05), maka data model bersifat regresi linier.

#### Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah residual berdistribusi normal atau tidak. Pengujian residual berdistribusi normal dilakukan dengan uji Kolmogorov Smirnov Hasil uji normalitas dengan metode statistik dapat dilihat pada tabel 2 uji One Sample Kolmogorov Smirnov.

**Table 2 Hasil Uji One Sample Kolmogorov Smirnov**

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		177
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	,0000000
	Std. Deviation	1,71705711
Most Extreme Differences	Absolute	,234
	Positive	,117
	Negative	-,234
Test Statistic		,234
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000 <sup>c</sup>

- a. Test distribution is Normal.
- b. Calculated from data.
- c. Lilliefors Significance Correction.

Dari output diatas dapat diketahui bahwa nilai signifikansi sebesar 0,000. Karena signifikansi kurang dari 0,05 (0,000 < 0,05), maka nilai residual tidak terdistribusi normal.

#### Uji Heteroskedastisitas

Uji Heteroskedastisitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi terjadi ketidaksamaan variansi residual dari pengamatan satu ke pengamatan lain. Hasil uji heteroskedastisitas dengan metode statistik dapat dilihat pada tabel 3

**Table 3 Hasil Uji Heteroskedastisitas**

Coefficients <sup>a</sup>						
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		t	Sig.
	B	Std. Error	Beta			
1 (Constant)	9,625	1,980			4,862	,000
Temperature	-,263	,063			-,302	-,4188
						95,0% Confidence Interval for B
						Lower Bound
						Upper Bound
						5,718
						13,532

a. Dependent Variable: Abs\_RES

Dari output diatas dapat diketahui bahwa nilai signifikansi sebesar 0,000. Karena signifikansi kurang dari 0,05 (0,000 < 0,05), maka data regresi bersifat heteroskedastisitas.

#### Uji Autokorelasi

Uji autokorelasi bertujuan untuk menguji apakah terdapat korelasi residual pada periode t dengan periode t-1 (periode sebelumnya). Hasil uji autokorelasi dengan metode statistik dapat dilihat pada tabel 4

**Table 4 Hasil Uji Autokorelasi**

Model Summary <sup>a</sup>									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	
1	,153 <sup>a</sup>	,023	,018	1,722	,023	4,171	1	175	,043

a. Predictors: (Constant), Temperature

b. Dependent Variable: Density

Dari output diatas dapat diketahui bahwa nilai durbin watson sebesar 0,261. Karena nilai Durbin Watson kurang dari 1,7427 (0,261 < 1,7427), maka nilai residual terjadi autokorelasi.

Berdasarkan dari hasil uji asumsi klasik yang telah dilakukan diatas diperoleh hasil bahwa data regresi tidak lolos pada beberapa uji, yaitu pada uji Normalitas, uji Autokorelasi, dan uji Heteroskedastisitas. Karena beberapa syarat regresi pada uji asumsi klasik tidak terpenuhi, maka data regresi tidak dapat dilakukan pengolahan dengan pendekatan analisis regresi linier parametrik sehingga selanjutnya akan dilakukan analisis regresi linier non-parametrik.

### 3.3 Analisis Regresi Linier Non Parametrik

#### Model Regresi

Metode Estimasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi sederhana metode Theil, dengan spesifikasi model sebagai berikut

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \epsilon_1$$

Data tentang pengaruh *temperature* terhadap *density crude oil* kemudian disusun terurut sehingga peringkat-peringkat X memiliki urutan wajar dari X yang terkecil sampai X yang terbesar. Selanjutnya diperoleh nilai  $\hat{\beta}_1$  dan  $\hat{\beta}_0$  yang nantinya akan didapat model regresi  $\hat{Y}_t = 833,139 - 0,257X_t$ .

Akan tetapi model regresi diatas belum dapat dikatakan sebagai model regresi terbaik, Untuk itu selain harus diidentifikasi terlebih dahulu, perlu dilihat apakah model tersebut koefisiennya berarti atau tidak dengan uji hipotesis

### Pengujian Koefisien Slope ( $\beta_1$ )

Hipotesis:

- $H_0: \beta_1 = 0$ , koefisien slope *temperature* sangat berpengaruh terhadap *density crude oil*.
- $H_1: \beta_1 \neq 0$ , koefisien slope *temperature* tidak berpengaruh terhadap *density crude oil*

Hasil pengujian dengan uji  $t$  diperoleh nilai  $t_{hitung} = -0,81$  dan  $t_{tabel} = 0,714$ . Dengan menggunakan batas signifikansi 0,025, nilai  $|t| = 0,81 > t_{tabel} = 0,714$  maka jangankan tolak  $H_0$ , artinya mengindikasikan bahwa koefisien slope *temperature* sangat berpengaruh terhadap *density crude oil*.

### Pengujian Koefisien Regresi secara Overall

Hipotesis:

- $H_0: \beta_i = 0$  : tidak terdapat hubungan antara variabel X dan variabel Y.
- $H_1: \beta_i \neq 0$  : terdapat hubungan antara variabel X dan variabel Y.

Hasil pengujian dengan menggunakan uji korelasi Kendall's Tau didapatkan nilai korelasi Kendall-Tau sebesar -0,810, berarti ada korelasi antara *temperature* dan *density crude oil* sebesar 0,810 dan tingkat signifikansi 0,011. Dengan menggunakan batas signifikansi 0,05, nilai tingkat signifikansi tersebut lebih kecil dari taraf 5% yang berarti tolak  $H_0$  artinya terdapat hubungan antara *temperature* dan *density crude oil*.

Nilai korelasi Kendall-Tau diatas bernilai negative, yaitu -0,810, sehingga hubungan kedua variable tersebut bersifat berlawanan arah, dengan demikian dapat diartikan bahwa semakin meningkat *temperature* maka *density crude oil* akan menurun.

### Interval Kepercayaan Koefisien Regresi Slope

Dengan menggunakan batas signifikansi 5%, diperoleh interval kepercayaan untuk  $\beta_1$  dapat dituliskan sebagai  $(-2,298 < \beta_1 < 0,007) = 0,95$ . Artinya 95% bahwa koefisien regresi slope akan berada dalam interval  $-2,298 < \beta_1 < 0,007$ .

## 4. Kesimpulan

Pada hasil penelitian dengan menggunakan model regresi linier sederhana non parametrik dengan metode Theil diperoleh model regresi :  $\hat{Y}_i = 833,139 - 0,257X_i$ , dengan  $\hat{Y}_i$  adalah nilai dugaan variable dependen  $Y_i$  (*density crude oil*) dan  $X_i$  adalah variable independen (*temperature crude oil*).

Berdasarkan persamaan diatas diperoleh nilai korelasi -0,810 yang bermakna *temperature crude oil* memiliki korelasi yang sangat kuat dan hubungan antara kedua variable tersebut bersifat berlawanan arah. Hubungan ini dapat diartikan bahwa semakin

meningkat *temperature* maka *density crude oil* akan menurun, begitu juga sebaliknya.

Dengan selang kepercayaan 0,95 koefisien slope berada pada selang  $-2,298 < \beta_1 < 0,007$ , artinya dengan keyakinan 95% disimpulkan bahwa *density crude oil* akan berkurang hingga 2,298 atau bertambah hingga 0,007 kg/m<sup>3</sup> untuk setiap pertambahan 1°C *temperature*.

## Daftar Pustaka

- A, N. W., Nohe, D. A., & Goejantoro, R. (2016). *Penerapan Statistika Nonparametrik dengan Metode Brown-Mood pada Regresi Linier Berganda*. EKSPONENSIAL, 1-8.
- ASTM International, & American Petroleum Institute (API). (2017). *Standard Test Method for Density, Relative Density, or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method*. i(Reapproved), 1-8. <https://doi.org/10.1520/D1298-12BR17.2>
- Daniel, W. W. (1989). *Statistika Non Parametrik Terapan*. Gramedia Pustaka Utama.
- Fitriyatus, A., Fauzi, A., & Juanda, B. (2018). Prediction of Fuel Supply and Consumption in Indonesia with System Dynamics Model. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*, 17(2), 118-137.
- Gujarati, D. (2004). *Basic Econometrics (Ekonometrika Dasar)*. Gramedia Pustaka Utama.
- Humas, P. M. (2021a). *Crude Distilling Unit (CDU) & Boiler*. PPSDM MIGAS. [https://ppsdmmigas.esdm.go.id/pkl/Index/profil\\_e\\_kilang](https://ppsdmmigas.esdm.go.id/pkl/Index/profil_e_kilang)
- Humas, P. M. (2021b). *Sejarah PPSDM Migas*. PPSDM MIGAS. <https://ppsdmmigas.esdm.go.id/id/Landing/sejarah>
- Humas, P. M. (2021c). *Struktur Organisasi*. PPSDM MIGAS. [https://ppsdmmigas.esdm.go.id/id/Landing/struktur\\_organisasi](https://ppsdmmigas.esdm.go.id/id/Landing/struktur_organisasi)
- Humas, P. M. (2021d). *Tentang Kami*. PPSDM MIGAS. [https://ppsdmmigas.esdm.go.id/id/Landing/tentang\\_kami](https://ppsdmmigas.esdm.go.id/id/Landing/tentang_kami)
- Khoiri, I. A. (2018). *EVALUASI EFISIENSI FURNACE 01 PADA UNIT KILANG*. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- Montgomery, D. C., Soejoeti, Z., & Sunabar. (1990). *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik* (Subanar (ed.)). Gadjah Mada University Press.
- Risdianta. (2014). Mengenal Kilang Pengolahan Minyak Bumi (Refinery) Di Indonesia. *Forum Teknologi*, 05(4), 46-54.
- Siegel, S. (1997). *Statistik Nonparametrik untuk Ilmu-ilmu Sosial*. Gramedia Pustaka Utama.
- Sprenst, P. (1991). *Metode Statistika Nonparametrik*

*Terapan*. UI-Press.  
Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K.  
(2012). *Probability & Statistics for Engineers*

*& Scientists* (D. Lynch (ed.); 9th ed.). Prentice  
Hall.