

Prediksi Kebakaran Hutan dengan Analisis Deret Waktu Menggunakan Regresi Linier Berganda

Iqbal Aditya Haqi¹, M Ulil Albab², Fersellia³, Mohammad Nur Fawaiq⁴

Universitas PGRI Yogyakarta

e-mail: 1iqbalee@upy.ac.id , 2ulil@ibisa.ac.id ,

3Fersellia98@gmail.com , 4nurfawaiq@gmail.com

Intisari

Kebakaran hutan merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Kebakaran hutan merupakan bencana ekologis yang kompleks dengan konsekuensi multidimensional. Kerusakan ekosistem yang ditimbulkannya dapat mengganggu keseimbangan lingkungan dan berdampak signifikan pada aspek sosial dan ekonomi. Mengingat dampak signifikan kebakaran hutan, upaya mitigasi dini menjadi sangat krusial. Penerapan algoritma regresi dalam prediksi kebakaran hutan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengambilan keputusan kebijakan yang lebih efektif. Salah satu pendekatan dalam penerapan algoritma regresi untuk prediksi kebakaran hutan adalah melalui penggunaan regresi linier berganda (*Multiple Liniear Regression*). Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan luas area hutan yang terbakar pada tahun tertentu dengan menggunakan model regresi linier berganda. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem peringatan dini kebakaran hutan yang lebih akurat. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, meliputi kajian literatur, pengumpulan data, pra-pengolahan data, implementasi dan evaluasi model, serta penarikan kesimpulan dan pelaporan hasil. Output yang ditargetkan yaitu berupa aplikasi berbasis web untuk memprediksi luas area kebakaran hutan di daerah Jawa Tengah. Setelah dilakukan skenario optimasi dan pengujian, didapatkan hasil rata-rata MAPE sebesar 27%.

Kata Kunci: Regresi linier berganda, prediksi, kebakaran

**Prediksi Kebakaran Hutan dengan Analisis Deret Waktu
Menggunakan Regresi Linier Berganda**

Iqbal Aditya Haqi, M Ulil Albab, Fersellia, Mohammad Nur Fawaiq.

Abstract

Forest fires are one of the most frequent natural disasters in Indonesia. These fires represent complex ecological disasters with multidimensional consequences. The resulting ecosystem damage can disrupt environmental balance and significantly impact social and economic aspects. Given the significant impacts of forest fires, early mitigation efforts are crucial. The application of regression algorithms in forest fire prediction can provide a scientific basis for more effective policy decision-making. One approach to implementing regression algorithms for forest fire prediction is through the use of multiple linear regression. This study aims to predict the burned forest area in a given year using a multiple linear regression model. The research is expected to contribute to the development of a more accurate early warning system for forest fires. This study was conducted through several stages, including literature review, data collection, data preprocessing, model implementation and evaluation, and conclusion and reporting. The targeted output is a web-based application to predict the burned forest area in Central Java. After optimization and testing scenarios, an average MAPE of 27% was obtained.

Keywords: Multiple linear regression, prediction, fire

PENDAHULUAN

Kebakaran hutan merupakan salah satu ancaman utama terhadap degradasi dan deforestasi di Indonesia. Fenomena ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik alami maupun *antropogenik* atau faktor aktivitas manusia. Musim kemarau merupakan salah satu faktor pemicu utama, namun ketidakpastian dalam memprediksi waktu kejadian kebakaran hutan mengharuskan adanya upaya mitigasi yang lebih proaktif. Kebakaran hutan umumnya dipicu oleh kombinasi faktor alam, seperti kondisi iklim ekstrem seperti musim kemarau panjang yang mengakibatkan kekeringan parah, serta aktivitas *antropogenik* seperti pembakaran lahan secara sengaja atau tidak sengaja. Gesekan mekanis antar tanaman akibat angin kencang dalam kondisi kering juga dapat memicu terjadinya kebakaran. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menunjukkan fluktuasi luas area terbakar akibat kebakaran hutan di Indonesia selama periode 2015-2019. Meskipun terdapat tren penurunan yang signifikan antara tahun 2015 dan 2017, peningkatan kembali terjadi pada tahun 2018 dan 2019. Hal ini mengindikasikan bahwa ancaman kebakaran hutan masih signifikan dan memerlukan perhatian serius.

Penelitian sebelumnya, seperti Prasetya et al. (2020) dan Primajaya et al. (2020), telah menunjukkan potensi model regresi dan algoritma klasifikasi dalam memprediksi kejadian kebakaran hutan. Studi-studi ini konsisten dalam menemukan bahwa musim kemarau merupakan periode kritis terjadinya kebakaran hutan dan mengidentifikasi wilayah-wilayah yang rentan. Namun, perbedaan pendekatan antara kedua studi, yaitu penggunaan regresi linier berganda dan algoritma C4.5, menghasilkan akurasi yang berbeda. Alkaff dan Yulianto (2019) juga memberikan kontribusi dengan menggunakan model ARIMA untuk memprediksi jumlah titik api.

Prediksi dini terhadap kejadian kebakaran hutan merupakan langkah strategis dalam upaya mitigasi bencana. Melalui analisis regresi linier berganda, penelitian ini berupaya untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi

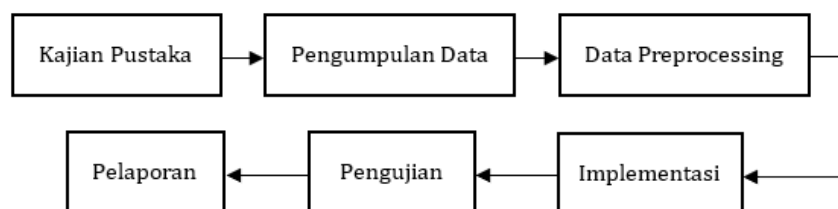
Prediksi Kebakaran Hutan dengan Analisis Deret Waktu Menggunakan Regresi Linier Berganda

Iqbal Aditya Haqi, M Ulil Albab, Fersellia, Mohammad Nur Fawaiq.

terhadap luas area terbakar dan membangun model prediksi yang dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan hutan. Berdasarkan hasil dari studi literatur yang telah kami lakukan maka diusulkan penelitian dengan judul “Prediksi Kebakaran Hutan dengan Analisis Time Series Menggunakan Multiple Linear Regression” guna sebagai informasi tambahan tentang bencana kebakaran hutan di masa yang akan datang melalui sebuah aplikasi berbasis web yang dapat memprediksi luas area kebakaran hutan di tahun tertentu menggunakan algoritma regresi linier berganda, sehingga hasil dari prediksi tersebut dapat digunakan untuk menentukan arah kebijakan bagi pihak terkait. Algoritma regresi linier berganda dipilih karena lebih relevan dengan tipe data yang diambil dari sumber globalforestwatch.org. Aplikasi berbasis web menawarkan aksesibilitas yang tinggi, memungkinkan pengguna untuk mengakses dan memanfaatkan fitur-fitur aplikasi dari berbagai perangkat dan lokasi tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak tambahan.

METODE PENELITIAN

Kerangka kerja pada penelitian ini melalui beberapa tahapan proses yang meliputi studi kajian pustaka, pengumpulan data, data *preprocessing*, implementasi, pengujian dan pembahasan hasil, dan yang terakhir adalah pelaporan. Tahapan penelitian secara rinci dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

A. Dataset

Data utama yang digunakan pada penelitian ini merupakan dataset sekunder publik yang diambil dari situs globalforestwatch.org untuk *Cumulative Burn Area in Jawa Tengah*. (Giglio, L. et al. 2018). Data mentah berupa csv dan masih saling bercampur di semua tahun. Setelah dataset didapatkan akan dilakukan proses *data preprocessing* dengan mengelompokkan per tahun guna menjadi data yang siap diproses di tahap selanjutnya. Implementasi pada penelitian ini dengan melakukan penghitungan manual melalui excel sesuai rumus regresi linier berganda, kemudian mengimplementasikan dalam sebuah rancangan aplikasi berbasis web agar mudah digunakan bagi siapa saja bahkan oleh orang awam sekalipun.

B. Multiple Linear Regression

Karena dataset yang digunakan merupakan data jenjang waktu tertentu, maka dipilih salah satu metode prediksi *time series* yaitu regresi, dan karena ada beberapa variabel sehingga dipilih algoritma regresi linier berganda (*multiple linear regression*). Prediksi (*forecasting*) merupakan langkah yang dilakukan untuk memperkirakan atau meramal peristiwa di masa depan. Menurut Bowerman, O'Connell, dan Koehler (2005), regresi linier berganda merupakan suatu model statistik yang memungkinkan analisis hubungan antara satu variabel dependen dengan dua atau lebih variabel independen secara simultan.

Uji heteroskedastisitas merupakan bagian integral dari analisis regresi linier berganda. Uji ini bertujuan untuk memastikan bahwa varian dari residual pengamatan bersifat konstan. Analisis regresi linier berganda mengharuskan dilakukannya uji heteroskedastisitas untuk menguji apakah terdapat ketidaksamaan varian dari residual satu pengamatan dengan pengamatan lainnya. Tahap selanjutnya adalah uji normalitas, yang bertujuan untuk menguji apakah asumsi normalitas terpenuhi dalam model regresi. Asumsi ini mengasumsikan bahwa baik variabel dependen maupun independen berdistribusi normal.

$$Y = \alpha + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \quad (1)$$

Keterangan :

Y = Variabel tidak bebas (nilai yang diprediksikan)

X₁ = Variabel bebas 1

X₂ = Variabel bebas 2

α = Konstanta (nilai Y apabila X₁, X₂ = 0)

b = Koefisien regresi (nilai peningkatan atau penurunan)

C. Akurasi Prediksi

Berdasarkan penelitian Makridakis dkk. (1991), nilai konstanta pemuluan yang optimal dipilih berdasarkan kemampuannya dalam meminimalkan kesalahan prediksi, yang diukur menggunakan metrik MAPE, MAD, dan MSE.

1. *Mean Absolute Deviation (MAD)* adalah metrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur besarnya kesalahan absolut rata-rata antara nilai yang diprediksi dengan nilai aktual.

$$MAD = \frac{\sum(Aktual - Peramalan)}{n}$$

2. *Mean Squared Error (MSE)* adalah metrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur besarnya kesalahan kuadrat rata-rata antara nilai yang diprediksi dengan nilai aktual.

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}$$

3. *Mean Absolute Percent Error (MAPE)* merupakan metrik evaluasi yang digunakan untuk mengukur besarnya kesalahan persentase absolut rata-rata antara nilai yang diprediksi dengan nilai aktual.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \left(\frac{A_t - F_t}{A_t} \right) 100 \right|}{n}$$

Keterangan :

At = Nilai aktual

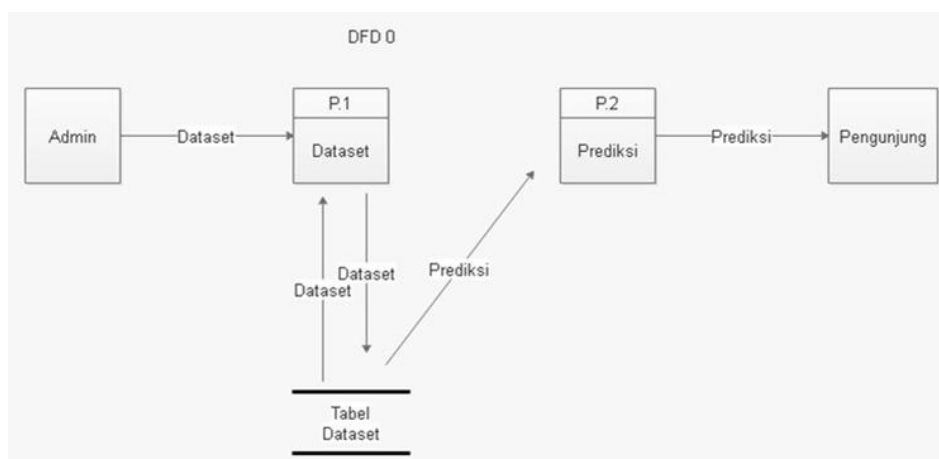
Ft = Nilai hasil prediksi

n = Banyaknya data

Menurut Lewis (1982) nilai MAPE dapat dikategorikan menjadi 4 yaitu kurang dari 10% kategori "Sangat Baik", 10 sampai 20% kategori "Baik", 20 sampai 50% kategori "Wajar", dan diatas 50% kategori "Tidak Akurat" atau "Gagal".

D. Perancangan Sistem

Sebagai bagian dari penelitian ini, model prediksi yang telah dikembangkan akan diimplementasikan ke dalam sebuah sistem berbasis web. Desain keseluruhan sistem ini, yang menggambarkan interaksi antara sistem dengan entitas eksternal, telah divisualisasikan dalam Diagram Aliran Data (DFD) Level 0 pada Gambar 2. Nantinya akan ada 2 pengguna yaitu admin, bisa login ke sistem kemudian mempunyai hak akses dapat meng-import dan CRUD (*create, read, update, delete*) dataset untuk selanjutnya dilakukan proses normalisasi, perhitungan rumusm, prediksi, serta pengujian.



Gambar 2. DFD Level 0

HASIL DAN PEMBAHASAN

**Prediksi Kebakaran Hutan dengan Analisis Deret Waktu
Menggunakan Regresi Linier Berganda**

Iqbal Aditya Haqi, M Ulil Albab, Fersellia, Mohammad Nur Fawaiq.

A. Data Preprocessing

Dataset awal didapatkan dari situs publik globalforestwatch.org pada bagian CUMULATIVE BURNED AREA IN JAWA TENGAH, INDONESIA dimana isi sampelnya dapat dilihat pada Tabel 1. (Giglio, L. et al. 2018)

Tabel 1 Sampel Dataset

iso	adm1	alert__year	alert__week	burn_area__ha
IDN	10	2015	34	257,56565683262
IDN	10	2017	31	406,62061936331
IDN	10	2017	36	108,58567275328
IDN	10	2018	34	312,095003
IDN	10	2018	30	379,97191746718

Setelah mendapatkan dataset awal berupa csv, kemudian dilakukan *data preprocessing* berupa normalisasi dengan mengelompokkan jumlah nilainya berdasarkan tahun (rekapitulasi data tahunan) agar lebih mudah dalam melakukan proses perhitungan regresi. Hasil dari rekapitulasi tahunan dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rekapitulasi Data Tahunan

Tahun	Periode	Jumlah Kasus (X1)	Jumlah Alert (X2)	Jumlah Burn Area (Y)
2001	1	6	195	1166,617696
2002	2	18	592	4448,130556
2003	3	17	508	2049,023805
2004	4	14	417	7314,422453
2005	5	5	111	4166,409872
2006	6	23	732	9465,5258
2007	7	12	370	4111,371105

2008	8	7	238	1642,106821
2009	9	13	418	2591,403052
2010	10	5	176	583,5222067
2011	11	17	514	8901,768099
2012	12	21	630	4450,268382
2013	13	8	282	841,4122344
2014	14	5	178	312,1654712
2015	15	12	416	3687,309624
2017	16	11	388	1152,681886
2018	17	12	391	1613,901322
2019	18	14	498	3050,664317
Total (Σ)	171	220	7054	61548,7047

Kolom Tahun diambil dari *group by / distinct* kolom *alert_year* pada dataset, kolom Periode adalah urutan *increment* dari data pertama hingga data terakhir, kolom Jumlah Kasus (X1) merupakan total berapa data di masing-masing tahun, kemudian kolom Jumlah Alert (X2) berasal dari total jumlah kolom *alert_week* per tahun, dan terakhir kolom Jumlah Burn Area (Y) adalah total jumlah kolom *burn_area_ha* di dataset berdasarkan data tahunan.

B. Proses Regresi dan Optimasi

Setelah normalisasi data, selanjutnya dilakukan perhitungan pada masing-masing variabel seperti yang terlihat pada Tabel 3. Setelah dilakukan pengujian ternyata dataset yang digunakan sangat fluktuatif, ada data dengan *error rate* rendah tetapi terdapat beberapa data yang cukup tinggi dengan MAPE diatas 50%. Maka dari itu perlu dilakukan skenario optimasi data dengan menghapus beberapa rekap tahun yang memiliki nilai fluktuatif yang cukup tinggi guna mengurangi rata-rata MAPE, hal ini berhasil dilakukan sampai di bawah 30%.

Tabel 3 Perhitungan Masing-masing Variabel

**Prediksi Kebakaran Hutan dengan Analisis Deret Waktu
Menggunakan Regresi Linier Berganda**

Iqbal Aditya Haqi, M Ulil Albab, Fersellia, Mohammad Nur Fawaiq.

Tahun	X1Y	X2Y	X1X2	X1^2	X2^2	Y^2
2001	6999,706177	227490,4508	1170	36	38025	1360996,849
2002	80066,35	2633293,289	10656	324	350464	19785865,44
2004	102401,9143	3050114,163	5838	196	173889	53500775,82
2005	20832,04936	462471,4958	555	25	12321	17358971,22
2006	217707,0934	6928764,886	16836	529	535824	89596178,67
2007	49336,45326	1521207,309	4440	144	136900	16903372,36
2008	11494,74775	390821,4235	1666	49	56644	2696514,813
2009	33688,23967	1083206,476	5434	169	174724	6715369,776
2010	2917,611033	102699,9084	880	25	30976	340498,1657
2011	151330,0577	4575508,803	8738	289	264196	79241475,29
2013	6731,297875	237278,2501	2256	64	79524	707974,5482
2015	44247,71549	1533920,804	4992	144	173056	13596252,26
2017	12679,50075	447240,5719	4268	121	150544	1328675,531
2019	42709,30043	1519230,83	6972	196	248004	9306552,773
Total	783142,03723791	24713248,658887	74701	2311	2425091	312439473,53506

A	n	$\sum X1$	$\sum X2$
	$\sum X1$	$\sum X1^2$	$\sum X1X2$
	$\sum X2$	$\sum X1X2$	$\sum X2^2$
	14	165	5347
	165	2311	74701
	5347	74701	2425091

$$\text{Det (A)} = 122467862$$

A1	53123,34572	165	5347
	783142,0372	2311	74701
	24713248,66	74701	2425091

$$\text{Det (A1)} = -48609179232,69$$

A2	14	53123,34572	5347
	165	783142,0372	74701
	5347	24713248,66	2425091

$$\text{Det (A2)} = 118326755828,57$$

$$A3 \begin{vmatrix} 14 & 165 & 53123,34572 \\ 165 & 2311 & 783142,0372 \\ 5347 & 74701 & 24713248,66 \end{vmatrix}$$

$$\text{Det (A3)} = -2995886897,695$$

$$\begin{aligned} b0 &= \text{Det (A1)} / \text{Det (A)} \\ &= -914,28319988743 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b1 &= \text{Det (A2)} / \text{Det (A)} \\ &= 2225,5912701873 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b2 &= \text{Det (A3)} / \text{Det (A)} \\ &= -56,349214336936 \end{aligned}$$

$$Y = b0 + b1 X1 + b2 X2 \quad (2)$$

$$Y = -914.28319988743 + 2225.5912701873 X1 + -56.349214336936 X2 \quad (3)$$

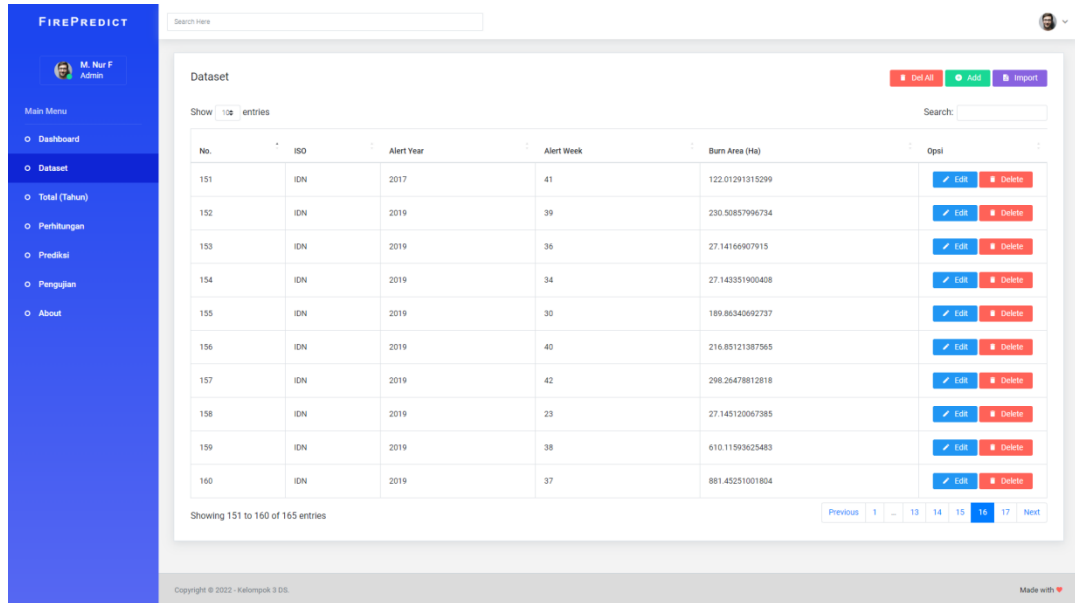
Setelah didapatkan nilai total masing-masing variabel, kemudian dihitung determinan guna mencari nilai b0, b1, dan b2. Sehingga didapatkan hasil persamaan dari regresi linier berganda yang dapat dilihat pada rumus (3).

C. Implementasi Program

Selain menghitung manual untuk regresi linier berganda dan hasilnya, hasil penelitian ini juga disajikan dalam bentuk aplikasi web dengan visualisasi yang lebih menarik dan mudah digunakan. Tampilan untuk mengelola dataset ditampilkan pada Gambar 3.

Prediksi Kebakaran Hutan dengan Analisis Deret Waktu Menggunakan Regresi Linier Berganda

Iqbal Aditya Haqi, M Ulil Albab, Fersellia, Mohammad Nur Fawaiq.



Search here

Dataset

Show 10 entries

Search:

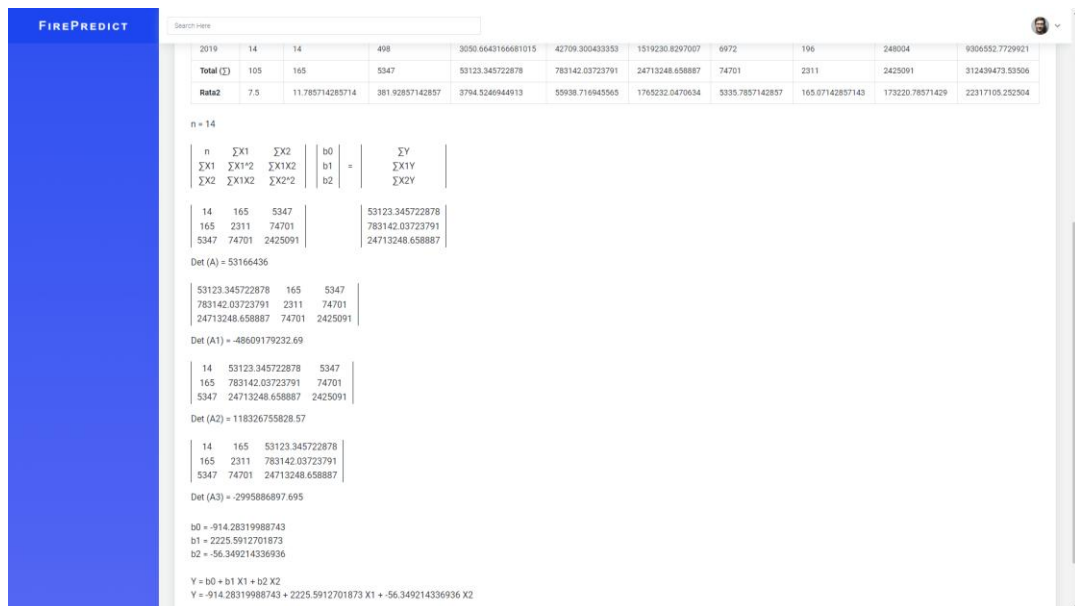
No.	ISO	Alert Year	Alert Week	Burn Area (Ha)	Opsi
151	IDN	2017	41	122.01291315299	Edit Delete
152	IDN	2019	39	230.50857966734	Edit Delete
153	IDN	2019	36	27.14166907915	Edit Delete
154	IDN	2019	34	27.143351900408	Edit Delete
155	IDN	2019	30	189.86340692737	Edit Delete
156	IDN	2019	40	216.85121387565	Edit Delete
157	IDN	2019	42	298.26478812818	Edit Delete
158	IDN	2019	23	27.145120067385	Edit Delete
159	IDN	2019	38	610.11593625483	Edit Delete
160	IDN	2019	37	881.45251001804	Edit Delete

Showing 151 to 160 of 165 entries

Copyright © 2022 - Kellompok 3 D5. Made with ♥

Gambar 3. Tampilan Dataset di Aplikasi

Hasil perhitungan manual melalui excel dengan hasil perhitungan di aplikasi web mempunyai nilai yang sama, seperti yang ada pada Gambar 4. Keunggulan di aplikasi web adalah jika data ditambah atau dihapus maka nilai akhirnya akan selalu dinamis secara otomatis, sehingga dapat meminimalisir terjadinya salah hitung atau *human error* seperti jika dilakukan proses perhitungan manual.



Search here

2019	14	14	498	3050.6643166681015	42709.300433333	1519230.8297007	6972	196	248004	9306552.7729921
Total (Σ)	105	165	5347	53123.345722878	783142.03723791	24713248.658887	74701	2311	2425091	31249473.53506
Rata2	7.5	11.785714285714	381.92857142857	3794.5246944913	55938.716945565	1765232.0470634	5335.7857142857	165.07142857143	173220.78571429	22317105.252504

n = 14

$$\begin{bmatrix} n & \sum X_1 & \sum X_2 \\ \sum X_1 & \sum X_1^2 & \sum X_1 X_2 \\ \sum X_2 & \sum X_1 X_2 & \sum X_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum Y \\ \sum X_1 Y \\ \sum X_2 Y \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 14 & 165 & 5347 \\ 165 & 2311 & 74701 \\ 5347 & 74701 & 2425091 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 53123.345722878 \\ 783142.03723791 \\ 24713248.658887 \end{bmatrix}$$

Det (A) = 53166436

$$\begin{bmatrix} 53123.345722878 & 165 & 5347 \\ 783142.03723791 & 2311 & 74701 \\ 24713248.658887 & 74701 & 2425091 \end{bmatrix}$$

Det (A1) = -48609179232.69

$$\begin{bmatrix} 14 & 53123.345722878 & 5347 \\ 165 & 783142.03723791 & 74701 \\ 5347 & 24713248.658887 & 2425091 \end{bmatrix}$$

Det (A2) = 118326755828.57

$$\begin{bmatrix} 14 & 165 & 53123.345722878 \\ 165 & 2311 & 783142.03723791 \\ 5347 & 74701 & 24713248.658887 \end{bmatrix}$$

Det (A3) = -2995886897.695

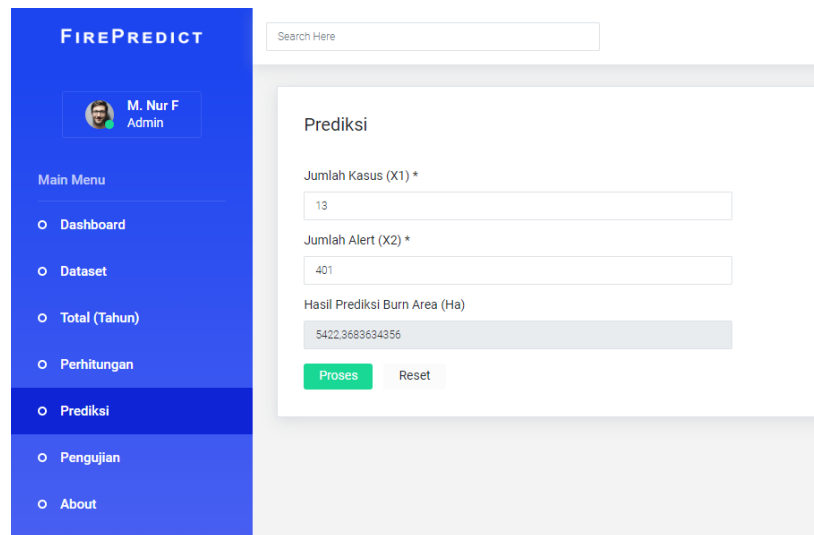
b0 = -914.28319988743
b1 = 2225.5912701873
b2 = -56.349214336936

Y = b0 + b1 X1 + b2 X2
Y = -914.28319988743 + 2225.5912701873 X1 + -56.349214336936 X2

R² = 0.91428319988743

Gambar 4. Tampilan Perhitungan di Aplikasi

Di dalam program ini juga dapat memprediksi luas area kebakaran hutan dengan memasukkan nilai jumlah kasus (X1) contohnya 13 dan nilai jumlah alert (X2) contohnya 401 maka setelah diproses menghasilkan output prediksi *burn area* (ha) sebesar 5422,3683634356 seperti yang dijelaskan pada Gambar 5.



Input	Value
Jumlah Kasus (X1) *	13
Jumlah Alert (X2) *	401
Hasil Prediksi Burn Area (Ha)	5422,3683634356

Gambar 5. Tampilan Prediksi di Aplikasi

D. Pengujian dan Evaluasi

Pada proses pengujian dan evaluasi prediksi menggunakan parameter MAD, MSE, dan MAPE sesuai rumus yang telah dibahas diatas, mendapatkan hasil perhitungan pada masing-masing tahun dan juga rata-rata akhir seperti yang terlihat di program web pada Gambar 6.

Prediksi Kebakaran Hutan dengan Analisis Deret Waktu Menggunakan Regresi Linier Berganda

Iqbal Aditya Haqi, M Ulil Albab, Fersellia, Mohammad Nur Fawaiq.

FIREPREDICT

Search Here

Main Menu

- Dashboard
- Dataset
- Total (Tahun)
- Perhitungan
- Prediksi
- Pengujian
- About

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2$$

$$Y = -914.28319988743 + 2225.5912701873 X_1 + -56.349214336936 X_2$$

Tahun	Burn Area (Y)	Prediksi (Y)	Error	Absolute Error	e*e	PE
2002	4448.1305556956595	5787.6247760172	-1339.4942203215	1339.4942203215	1794244.7662748	30%
2004	7314.422453086548	6746.3722042319	568.05024885462	568.05024885462	322681.0852238	8%
2005	4166.409872141891	3958.910359649	207.49951249292	207.49951249292	43056.047684801	5%
2006	9465.525800136336	9026.6911197825	438.83468035388	438.83468035388	192575.87668129	5%
2007	4111.371104828284	4943.6027376934	-832.23163286512	832.23163286512	692609.49074134	20%
2008	1642.106821409579	1253.7426792326	388.36414217693	388.36414217693	150826.70692883	24%
2009	2591.403051712841	4464.4317197077	-1873.0286679949	1873.0286679949	3508236.3911307	72%
2010	583.522206663857	296.21142774815	287.31077891571	287.31077891571	82547.48368115	49%
2011	8901.768099315048	7957.2722241109	944.49587520412	944.49587520412	892072.4582776	11%
2013	841.4122343945651	999.96851859473	-158.55628420016	158.55628420016	25140.095259363	19%
2015	3687.3096241419835	2351.5388781944	1335.7707459476	1335.7707459476	1784283.4857295	36%
2017	1152.6818864543482	1703.7256094413	-551.04372298696	551.04372298696	303649.18464333	48%
2019	3050.6643166681015	2182.0858429401	868.57847372796	868.57847372796	754428.56502359	28%
			Avg	753.32761431096	811257.81825232	27%
				MAD	MSE	MAPE

Gambar 6. Tampilan Pengujian di Aplikasi

Nilai *error* didapatkan dari selisih nilai aktual dan nilai prediksi di masing-masing tahun, dan nilai *absolute error* adalah angka positif dari nilai *error*. Nilai MAD akhir merupakan rata-rata dari semua nilai *absolute error*. Sedangkan nilai MSE akhir merupakan rata-rata dari *absolute error* kuadrat. Kemudian nilai MAPE akhir didapatkan dari rata-rata prosentase *absolute error* dibagi nilai aktual per tahun. Dapat didiskusikan bahwa pada dataset dengan karakteristik fluktuatif terutama bagian nilai Y, setelah dilakukan beberapa skenario optimasi didapatkan hasil maksimal dengan nilai MAPE sebesar 27%, dimana hasil ini tidak setinggi penelitian dengan data yang bersifat *trend* atau stabil.

KESIMPULAN

Analisis regresi telah terbukti efektif dalam memprediksi kejadian kebakaran hutan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menerapkan model regresi, kita dapat mengidentifikasi area-area yang rentan terhadap kebakaran dan memperkirakan luas area yang berpotensi terbakar. Informasi ini sangat berharga dalam merumuskan kebijakan pencegahan dan penanggulangan kebakaran hutan. Implementasi sistem ke dalam aplikasi berbasis web juga dapat memudahkan pengguna dan dapat diakses dari mana saja dan kapan saja. Algoritma regresi linier berganda dipilih karena cukup relevan dengan dataset, setelah dilakukan skenario optimasi dan pengujian didapatkan hasil rata-rata MAPE akhir sebesar 27%. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan metode lain atau optimasi dataset dengan cara lain guna meningkatkan akurasi prediksi.

SARAN

Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengukur dampak ekonomi dari kebakaran hutan pada masyarakat sekitar dan menganalisis kebijakan yang efektif untuk memulihkan ekonomi daerah yang terdampak

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung atas terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdullah, D., Maryana, & Muliani. (2021). Prediksi Tingkat Penggunaan Narkoba dengan Metode Regresi Linier Berganda Berbasis Web. *TECHSI: Vol. 13, No. 2, Oktober 2021*
- Alkaff, M., & Yulianto, N. E. (2019). Prediksi Jumlah Kejadian Titik Api Melalui Pendekatan Deret Waktu Menggunakan Model Seasonal ARIMA. *Jurnal ELTIKOM*
- [2] Bowerman, Bruce L., O'Connell, Richard T., & Koehler, Anne B. (2005). *Forecasting, Time Series, and Regression An Applied Approach Fourth Edition*. USA
- [3] Giglio, L., Boschetti, L., Roy, D. P., Humber, M. L., & Justice, C. O. (2018). The Collection 6 MODIS burned area mapping algorithm and product. *Remote sensing of environment*, 217, 72-85.
- [4] Lewis, C. D. 1982. *Industrial and Business Forecasting Methods*. London: Butterworths.
- [5] Makridakis, G. S., Wheelwright, C. S., dan McGee E. V., "Metode dan Aplikasi Peramalan," 2 ed, Jilid 1, Jakarta: Erlangga, 1991.
- [6] Prasetya, Y. L. D., Mahyudin, I., Priatmadi, B. J., & Abidin, Z. (2020). Model Prediksi Luas Area Kebakaran Hutan dan Lahan Di Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *Akrab Juara*, 5(3), 264–275.
- Primajaya, A., Sari, B. N., & Khusaeri, A. (2020). Prediksi Potensi Kebakaran Hutan dengan Algoritma Klasifikasi C4.5 Studi Kasus Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Edukasi Dan Penelitian Informatika (JEPIN)*, 6(2), 188. <https://doi.org/10.26418/jp.v6i2.37834>
- [7] Samosir, R. A., Rozy, M. F., & Windarto, A. P. (2021). Penerapan Algoritma Regresi Linier Berganda dalam Mengestimasi Jumlah Perceraian di Pengadilan Agama Simalungun. *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, 2(1), 16–20. <https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/tin>

- [8] Sulistyono, Wiwik Sulistiyowati (2017). Peramalan Produksi dengan Metode Regresi Linier Berganda. *Prozima*, Vol 1, No.2, December 2017, 82-89.
<http://ojs.umsida.ac.id/index.php/prozima>
- [9] Ichwanul Muslim Karo Karo (2020)Implementasi Metode XGBoost dan Feature Importance untuk Klasifikasi pada Kebakaran Hutan dan Lahan. *Journal of Software Engineering, Information and Communication Technology*, Vol. 1, No. 1 (2020), pp 10-16