JDSP
Jurnal Data Science Penusa

Penerapan Model Regresi Linier Berganda Untuk Memprediksi Pertumbuhan Penduduk Kelurahan Galang Kota

Raihan Shouma[1], Agustina Simangunson S.Kom M.Kom[2]
[1,2] Program studi Teknik Informatika, STMIK Pelita Nusantara,Jl Iskandar Muda, No.1,Medan 20154,Indonesia,
[1]raihanshouma170@gmail.com, [2]agustinasimangunsong93@gmail.com

Received: 2 Maret 2024 Accepted: 13 Januari 2025 Published: 22 Februari 2025
Pg. 33-42

OPEN ACCESS

***Penulis Koresponden**
Kata Kunci: DATA MINING, REGRESI LINIER BERGANDA, PERTUMBUHAN PENDUDUK, *MEAN SQUARED ERROR*, R^2 *SCORE*, APLIKASI WEBSITE.
JDSP: Jurnal Data Science Penusa is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).

Abstrak : Data mining adalah proses mengubah data besar menjadi informasi berupa pola yang bermakna bagi pengambil keputusan. Penelitian ini membahas prediksi laju pertumbuhan penduduk di Kelurahan Galang Kota menggunakan Data Mining. Salah satu teknik yang digunakan dalam Data Mining adalah prediksi. Penelitian ini menerapkan teknik prediksi untuk pertumbuhan penduduk di Kelurahan Galang Kota dengan menggunakan model Regresi Linier Berganda. Model ini dipilih karena mampu membuat estimasi atau prediksi dengan memanfaatkan data historis tentang laju pertumbuhan penduduk. Dengan demikian, dapat dihasilkan pola hubungan antara variabel *dependent* dan *independent* yang mempengaruhi laju pertumbuhan penduduk. Model regresi linier dalam penelitian ini menghasilkan metrik evaluasi *Mean Squared Error* sebesar $5.0176e^{-10}$ dan R^2 *score* yaitu sebesar 1, sistem ini nantinya dibangun dalam bentuk aplikasi website sehingga memudahkan user dalam mengaksesnya.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi komputer telah mengalami peningkatan yang pesat dan mempengaruhi berbagai aspek kehidupan. Data mining, sebagai bidang interdisipliner, mengintegrasikan teknik pembelajaran mesin, statistik, manajemen basis data, dan visualisasi untuk mengekstraksi informasi dari basis data besar. Salah satu implementasi penting dari data mining adalah prediksi laju pertumbuhan penduduk, yang memanfaatkan faktor-faktor seperti kelahiran, kematian, jenis kelamin, serta migrasi masuk dan keluar [1]. Keberadaannya Prediksi laju pertumbuhan penduduk di Kelurahan Galang Kota sangat penting dalam perencanaan kebijakan daerah. Dengan memanfaatkan data historis, prediksi ini membantu pihak berwenang untuk mengantisipasi perubahan jumlah penduduk di masa depan. Hal ini memungkinkan mereka untuk merumuskan kebijakan yang tepat dalam bidang ekonomi, sosial, dan infrastruktur, sehingga dapat mengatasi tantangan yang mungkin timbul akibat pertumbuhan penduduk. Analisis prediksi ini diharapkan dapat mendukung kesejahteraan masyarakat dan pembangunan daerah yang berkelanjutan. Penelitian ini mengadopsi model Regresi Linier Berganda, yang telah terbukti efektif dalam berbagai studi sebelumnya untuk memprediksi pertumbuhan penduduk dan mengatasi tantangan terkait. Diantaranya Penelitian yang berjudul "Estimasi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda pada BPS Simalungun" memprediksi laju pertumbuhan penduduk BPS Simalungun untuk tahun 2021 menggunakan data tahun 2020 [2], Penelitian "Penerapan Metode Regresi Linier Berganda Dalam Tingkat Produksi Pakaian" membantu perusahaan dalam mengurangi faktor-faktor yang mempengaruhi laba rugi dan meningkatkan kinerja perusahaan di bidang produksi [3].

Tinjauan Literatur

Data Mining

Data mining merupakan serangkaian proses untuk menggali nilai tambah dari suatu kumpulan data berupa pengetahuan yang selama ini tidak diketahui secara manual [4]. , Data Mining merupakan proses semi otomatis yang menggunakan teknik statistik, matematika, kecerdasan buatan, dan machine learning untuk

mengekstraksi dan mengidentifikasi informasi pengetahuan yang berguna dan bermanfaat yang tersimpan di dalam database besar [5]).

Model Regresi Linier Berganda

Model Regresi Linier Berganda adalah pengembangan dari model regresi linier sederhana. Pada model regresi linier sederhana, terdapat satu variabel bebas dan satu variabel terikat. Namun, pada Regresi Linier Berganda, terdapat lebih dari satu variabel bebas dan satu variabel terikat. Dengan bertambahnya variabel bebas, bentuk umum dari persamaan Regresi Linier Berganda mencakup dua atau lebih variabel bebas [2].

$$Y = \beta 0 + \beta 1X1 + \beta 2X2 + ... + \beta kXk + \varepsilon \quad (1)$$

Apabila menggunakan data sampel, maka dapat menggunakan model estimasi dari Persamaan (1) adalah sebagai berikut:

$$Yi = \beta 0 + \beta 1X1i + \beta 2X2i + ... + \beta kXki + e \quad (2)$$

Berdasarkan Persamaan (2) maka bentuk matriks dari model Regresi Linier Berganda dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 x_{11} x_{21} \cdots x_{k1} \\ 1 x_{12} x_{22} \cdots x_{k2} \\ \vdots \ \vdots \ \vdots \ \cdots \ \vdots \\ 1 x_{1n} x_{2n} \cdots x_{kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix}$$

atau dapat ditulis dengan $Y = X \beta + e$, dengan:

Y adalah vektor pengamatan berukuran n×1

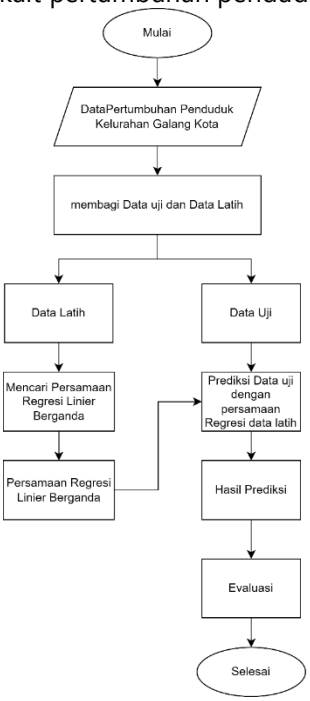
X adalah matriks variabel bebas ukuran n×k

β adalah vektor parameter yang akan ditaksir berukuran k×1

e adalah vektor random eror berukuran n×1

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan identifikasi masalah yang menyoroti peran penting data mining dalam memprediksi pertumbuhan penduduk melalui teknik seperti pembelajaran mesin dan statistik, yang membantu merencanakan solusi untuk tantangan terkait pertumbuhan penduduk.



Gambar 1 Proses Analis Prediksi Regresi Linier

Selanjutnya, analisa masalah dilakukan untuk menilai pentingnya prediksi pertumbuhan penduduk di Kelurahan Galang Kota dalam perencanaan kebijakan daerah yang berdampak pada ekonomi, sosial, dan infrastruktur. Proses ini diikuti dengan pengumpulan data, yang melibatkan teknik pengumpulan data primer melalui observasi dan wawancara di Kantor Kelurahan Galang Kota, serta pengumpulan data sekunder dengan menganalisis dokumentasi dari artikel dan jurnal yang relevan. Setelah data terkumpul, pemodelan regresi linier berganda diterapkan untuk menganalisis hubungan antara variabel independen dan dependen dalam memprediksi pertumbuhan penduduk. Kemudian, perancangan sistem dilakukan untuk menciptakan desain yang meliputi use case diagram, activity diagram, class diagram, serta perancangan database dan antarmuka pengguna. Pada tahap implementasi sistem, sistem yang dirancang diuji, diinstal, dan dipersiapkan untuk digunakan oleh pengguna. Terakhir, pengujian sistem dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan yang diharapkan dan memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan sebelumnya. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan solusi yang efektif untuk memprediksi pertumbuhan penduduk dan mendukung perencanaan yang berkelanjutan di Kelurahan Galang Kota. Berikut ini adalah kerangka kerja pada penelitian ini.

HASIL PENELITIAN

Hasil Penelitian ini dimulai dengan menunjukkan hasil dari analisa prediksi Regresi Linier Berganda, Sebelum memasuki hasil dari analisis prediksi Regresi Linier Berganda, penting untuk memahami langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini untuk mendapatkan hasil analisis prediksi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan teknik data mining, khususnya Regresi Linier Berganda, dalam memprediksi pertumbuhan penduduk di Kelurahan Galang Kota.

Pada proses tersebut dimulai dari memasukkan dataset pertumbuhan penduduk Galang Kota,berikut ini adalah data pertumbuhan penduduk Galang Kota.

Tabel 1 Data Pertumbuhan Penduduk Galang Kota

Tahun	Laki-Laki	Perempuan	Angka Kelahiran	Angka Kematian	Migrasi Masuk	Migrasi Keluar	Pertumbuhan Penduduk
2001	3700	3838	36	35	36	34	7679
2002	3710	3687	446	497	444	440	9224
2003	4667	4517	143	58	24	10	9419
2004	4736	4683	4	1	1	1	9426
2005	4709	4715	118	100	21	8	9671
2006	4786	4885	4	4	1	1	9681
2007	4783	4879	18	21	16	16	9733
2008	4819	4914	594	483	311	100	11221
2009	5569	5652	24	8	4	4	11261
2010	5598	5661	164	102	21	22	11568
2011	5207	5743	30	78	5	30	11093
2012	4950	5834	196	280	123	332	11715
2013	4936	4917	75	114	30	50	10122
2014	4922	5200	188	40	10	2	10362
2015	5025	5337	59	146	2	69	10638
2016	5185	5453	102	37	71	9	10857
2017	5282	5575	105	20	70	26	11078
2018	5390	5688	159	23	35	19	11314
2019	5506	5808	404	559	280	484	13041

2020	4709	4878	12	4	7	4	9614
2021	4692	4868	25	12	9	14	9620
2022	4752	4868	18	5	4	4	9651
2023	4735	4916	20	15	10	25	9721
2024	4717	4864	97	73	27	58	9836

kemudian membagi data menjadi data latih dan data uji dengan proposisi 80% dan 20% pembagian ini menggunakan pemrograman python, berikut ini adalah tabel dari data latih dan data uji berikut ini adalah data uji dan data latih dari data tersebut.

Tabel 2 Data latih Pertumbuhan Penduduk Galang Kota

Tahun	Laki-Laki	Perempuan	Angka Kelahiran	Angka Kematian	Migrasi Masuk	Migrasi Keluar	Pertumbuhan Penduduk
2001	3700	3838	36	35	36	34	7679
2002	3710	3687	446	497	444	440	9224
2003	4667	4517	143	58	24	10	9419
2004	4736	4683	4	1	1	1	9426
2005	4709	4715	118	100	21	8	9671
2006	4786	4885	4	4	1	1	9681
2007	4783	4879	18	21	16	16	9733
2008	4819	4914	594	483	311	100	11221
2009	5569	5652	24	8	4	4	11261
2010	5598	5661	164	102	21	22	11568
2011	5207	5743	30	78	5	30	11093
2012	4950	5834	196	280	123	332	11715
2013	4936	4917	75	114	30	50	10122
2014	4922	5200	188	40	10	2	10362
2020	4709	4878	12	4	7	4	9614
2021	4692	4868	25	12	9	14	9620
2022	4752	4868	18	5	4	4	9651
2023	4735	4916	20	15	10	25	9721
2024	4717	4864	97	73	27	58	9836

Tabel 3 Data ujiPertumbuhan Penduduk Galang Kota

Tahun	Laki-Laki	Perempuan	Angka Kelahiran	Angka Kematian	Migrasi Masuk	Migrasi Keluar	Pertumbuhan Penduduk
2015	5025	5337	59	146	2	69	10638
2016	5185	5453	102	37	71	9	10857
2017	5282	5575	105	20	70	26	11078
2018	5390	5688	159	23	35	19	11314
2019	5506	5808	404	559	280	484	13041

Setelah melakukan pembagian data dilanjutkan dengan mencari persamaan Regresi Linier Berganda menggunakan data uji, berikut ini adalah proses mencari persamaan Regresi Linier Berganda.
Pertama dilakukannya pencarian ikhtisar (nilai B0, B1,B2,B3,B4,B5,dan B6) perhitungan dari variabel bebas (X) dan tak bebas (Y), pada perhitungan pertama mencari perkalian antara variabel bebas dan terikat. Kemudian mencari mencari perkalian antara variabel bebas ke-1 dan variabel bebas yang lain, dan terakir mencari melakukan kuadrat untuk setiap variabel bebasnya hasil dari pencarian tersebut ditampilan dalam tiga tabel dibawah ini.

Tabel 4 Perkalian Variabel bebas dan tak bebas

X1Y	X2Y	X3Y	X4Y	X5Y	X6Y
28412300	29472002	276444	268765	276444	261086
34221040	34008888	4113904	4584328	4095456	4058560
43958473	42545623	1346917	546302	226056	94190
44641536	44141958	37704	9426	9426	9426
45540739	45598765	1141178	967100	203091	77368
46333266	47291685	38724	38724	9681	9681
46552939	47487307	175194	204393	155728	155728
54073999	55139994	6665274	5419743	3489731	1122100
62712509	63647172	270264	90088	45044	45044
64757664	65486448	1897152	1179936	242928	254496
57761251	63707099	332790	865254	55465	332790
57989250	68345310	2296140	3280200	1440945	3889380
49962192	49769874	759150	1153908	303660	506100
51001764	53882400	1948056	414480	103620	20724
45272326	46897092	115368	38456	67298	38456
45137040	46830160	240500	115440	86580	134680
45861552	46981068	173718	48255	38604	38604
46028935	47788436	194420	145815	97210	243025
46396412	47842304	954092	718028	265572	570488
28412300	29472002	276444	268765	276444	261086
34221040	34008888	4113904	4584328	4095456	4058560
43958473	42545623	1346917	546302	226056	94190
44641536	44141958	37704	9426	9426	9426
45540739	45598765	1141178	967100	203091	77368

Tabel 5 Hasil Perkalian Variabel Bebas ke-1 dengan Variabel Bebas Yang Lain

X1X2	X1X3	X1X4	X1X5	X1X6
14200600	133200	129500	133200	125800
13678770	1654660	1843870	1647240	1632400
21080839	667381	270686	112008	46670
22178688	18944	4736	4736	4736
22202935	555662	470900	98889	37672
23379610	19144	19144	4786	4786
23336257	86094	100443	76528	76528
23680566	2862486	2327577	1498709	481900
31475988	133656	44552	22276	22276
31690278	918072	570996	117558	123156
29903801	156210	406146	26035	156210
28878300	970200	1386000	608850	1643400
24270312	370200	562704	148080	246800
25594400	925336	196880	49220	9844
22970502	56508	18836	32963	18836
22840656	117300	56304	42228	65688
23132736	85536	23760	19008	19008
23277260	94700	71025	47350	118375
22943488	457549	344341	127359	273586
14200600	133200	129500	133200	125800

13678770	1654660	1843870	1647240	1632400
21080839	667381	270686	112008	46670
22178688	18944	4736	4736	4736
22202935	555662	470900	98889	37672

Tabel 6 Hasil Kuadrat Setiap Variabel Bebas

$X1^2$	$X2^2$	$X3^2$	$X4^2$	$X5^2$	$X6^2$
13690000	14730244	1296	1225	1296	1156
13764100	13593969	198916	247009	197136	193600
21780889	20403289	20449	3364	576	100
22429696	21930489	16	1	1	1
22174681	22231225	13924	10000	441	64
22905796	23863225	16	16	1	1
22877089	23804641	324	441	256	256
23222761	24147396	352836	233289	96721	10000
31013761	31945104	576	64	16	16
31337604	32046921	26896	10404	441	484
27112849	32982049	900	6084	25	900
24502500	34035556	38416	78400	15129	110224
24364096	24176889	5625	12996	900	2500
24226084	27040000	35344	1600	100	4
22174681	23794884	144	16	49	16
22014864	23697424	625	144	81	196
22581504	23697424	324	25	16	16
22420225	24167056	400	225	100	625
22250089	23658496	9409	5329	729	3364
13690000	14730244	1296	1225	1296	1156
13764100	13593969	198916	247009	197136	193600
21780889	20403289	20449	3364	576	100
22429696	21930489	16	1	1	1
22174681	22231225	13924	10000	441	64

Untuk mendapatkan tabel diatas dilakukan perhitungan menggunakan pemrograman python, setelah mencari perhitungan diatas dilanjutkan untuk membentuk matriks A dan H, matriks A merupakan matriks 7x7 yang bersi penjumlahan dari setiap kolom dari tabe 2 dan 3 tersebut, sedangkan matriks H merupakan matriks 1x7 yang berisi penjumlahan dari setiap kolom dari tabel 1. Berikut ini rumusnya

$$A = \begin{bmatrix} n & \sum x_1 & \sum x_2 & \sum x_3 & \sum x_4 & \sum x_5 & \sum x_6 \\ \sum x_1 & \sum x_1^2 & \sum x1x2 & \sum x1x3 & \sum x1x4 & \sum x1x5 & \sum x1x6 \\ \sum x_2 & \sum x1x2 & \sum x_2^2 & \sum x2x3 & \sum x2x4 & \sum x2x5 & \sum x2x6 \\ \sum x_3 & \sum x1x3 & \sum x2x3 & \sum x_3^2 & \sum x3x4 & \sum x3x5 & \sum x3x6 \\ \sum x_4 & \sum x1x4 & \sum x2x4 & \sum x3x4 & \sum x_4^2 & \sum x4x5 & \sum x4x6 \\ \sum x_5 & \sum x1x5 & \sum x2x5 & \sum x3x5 & \sum x4x5 & \sum x_5^2 & \sum x5x6 \\ \sum x_6 & \sum x1x6 & \sum x2x6 & \sum x3x6 & \sum x4x6 & \sum x5x6 & \sum x_6^2 \end{bmatrix}$$

$$H = \begin{bmatrix} \sum Y \\ \sum X1Y \\ \sum X2Y \\ \sum X3Y \\ \sum X4Y \\ \sum X5Y \\ \sum X6Y \end{bmatrix}$$

Dari rumus diatas nantinya akan di gabungkan sehingga menghasilkan matriks A1 sampai dengan A7, dari matriks tersebut nantinya matriks H dimasukkan kedalam kolom, seperti A1 maka nantinya matriks A akan dimasukkan kedalam kolom 1, begitu juga seterusnya sampai dengan matriks A7, berikut ini adalah matriks A1.

$$A1 = \begin{bmatrix} 190617 & 90697 & 93519 & 2212 & 1930 & 1104 & 1155 \\ 90190617697 & 436843269 & 450715986 & 10282838 & 8848400 & 4817023 & 5107671 \\ 465946281 & 450715986 & 465946281 & 10594050 & 9204129 & 4963719 & 5439420 \\ 706436 & 10282838 & 10594050 & 706436 & 628345 & 425388 & 339932 \\ 610632 & 8848400 & 9204129 & 628345 & 610632 & 419075 & 378060 \\ 314014 & 4817023 & 4963719 & 425388 & 419075 & 314014 & 273320 \\ 323523 & 5107671 & 5439420 & 339932 & 378060 & 273320 & 323523 \end{bmatrix}$$

Setelah membangun matriks A1 sampai dengan A7 dilakukan pencarian determinan, setelah mencari determinan maka akan dihasilkan ikhtisar nya, berikut ini adalah ikhtisar yang telah dicari. Maka B0 adalah 3.63797881e-12, B1 adalah 1, B2 adalah1, B3 adalah 1, B4 adalah 1, B5 adalah 1 sehingga dari ikhtisar tersebut menghasilkan rumus.

$$Y = B0 + B1x1 + B2x2 + B3x3 + B4x4 + B5x5 + \text{B6x6}$$
$$Y = 3.63797881\text{e}^{-12} + x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6$$

Setelah mendapatkan persamaan tersebut dilakukan pencarian prediksi menggunakan data uji sehingga menghasilkan prediksi seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 7 Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi Data Uji

Tahun	Nilai Aktual	Prediksi
2015	10683	10683.0000224
2016	10857	10857.0000224
2017	11078	11078.0000224
2018	11314	11314.0000224
2019	13041	13041.0000224

Setelah mendapatkan prediksi maka dilanjutkan dengan melakukan evaluasi, metrik evaluasi yang digunakan disini adalah *Mean Squared Error* (MSE) dan R^2Score, berikut ini adalah rumus dari MSE dan R^2Score.

$$MSE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2$$

Setelah menghitung MSE dari nilai aktual dan prediksi didapatkan MSE sebesar $5.0176e^{-10}$ dimana jika dijabarkan menghasilkan 0.00000000050176 dalam hal ini jika dibulatkan menghasilkan nilai 0, sehingga untuk nilai MSE yang nol berarti model regresi Anda sempurna dalam memprediksi nilai target. Dalam hal ini, setiap

prediksi yang dihasilkan oleh model tepat sama dengan nilai sebenarnya. Dengan kata lain, tidak ada kesalahan antara nilai yang diprediksi ($\hat{y}_i$) dan nilai sebenarnya (*y)*.

$$R^2 = 1 - \frac{SSE_{res}}{SS_{total}}$$

Setelah melakukan analisa mendapatkan rumus dan evaluasi model pada model Regresi Linier Berganda yang telah dibangun, selanjutnya adalah mencoba untuk melakukan prediksi pada dua tahun kedepan yaitu 2025 dan 2026, untuk mendapatkan variabel *dependent* pada dua tahun tersebut dilakukan estimasi menggunakan eksponensial *smoothing*, berikut ini adalah perhitungan eksponansial *smoothing*,

$$S_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(S_{t-1} + T_{t-1})$$
$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1-\beta)T_{t-1}$$

Pada rumus diatas adalah rumus dari eksponensial *smoothing* yang mencari estimasi berdasarkan tren dalam data, dimana rumus pertama dilakukan untuk mencari komponen level yang dihaluskan pada waktu *t*. Kemudian untuk rumus kedua untuk mencari tren dari komponen level yang telah dihaluskan, berikut adalah contoh perhtiungannya, sebagai sampel disini Penulis mengambil data dari kolom jumlah laki-laki, sehingga berikut ini adalah contoh perhitungannya.

Inisialisasi:

Data:[3700,3710,4667,4736,4709,4786,4783,4819,5569,5598,5207,4950,4936,4922,5025,5185,5282,5390,5506, 4709,4692,4752,4735,4717]

$\alpha = 0.8$

$\beta = 0.2$

$S_0 = Y_0 = 3700$

$T_0 = Y_1 - Y_0$ = 3710 – 3700 = 10

Untuk nilai α dan β disini penulis menggunakan nilai bawaan yaitu 0.8 dan 0.1 kemudian untuk S_0 adalah nilai pertama dari kolom jumlah laki-laki yaitu 3700 dan T_0 adalah 10 merupakan pengurangan dari nilai baris pertama dan baris kedua dari kolom jumlah laki-laki untuk sehingga,

Iterasi pertama :

$$t = 1$$
$$S_1 = \alpha Y_1 + (1-\alpha)(S_0 + T_0)$$
$$S_1 = 0.8(3710) + (0.2)(3700 + 10) = 3710$$
$$T_1 = \beta(S_1 - S_0) + (1-\beta)T_0$$
$$T_1 = 0.2(3710 - 3700) + (1-0.2)10 = 10$$

Pada iterasi ini mendapatkan S_1dan T_1 masing-masing 3710 dan 10, itersi ini terus berlanjut sampai dengan iterasi ke-24, sehingga nantinya akan menghasilkan nilai estimasi utuk jumlah laki-laki tahun 2025 adalah 4724, begitu juga untuk kolom seterusnya, sehingga didapatkan variabel *dependent* dari 2025 yaitu :

Estimasi Jumlah laki-laki tahun 2025 : 4724
Estimasi Jumlah perempuan tahun 2025 : 4832
Estimasi Jumlah angka kelahiran tahun 2025 : 95
Estimasi Jumlah angka kematian tahun 2025 : 70
Estimasi Jumlah migrasi masuk tahun 2025 : 24
Estimasi Jumlah migrasi keluar tahun 2025 : 60

Sehingga menghasilkan prediksi,

$$Y_{2025} = 3.63797881\mathrm{e}^{-12} + 4724 + 4832 + 95 + 70 + 24 + 60$$
$$Y_{2025} = 9805$$

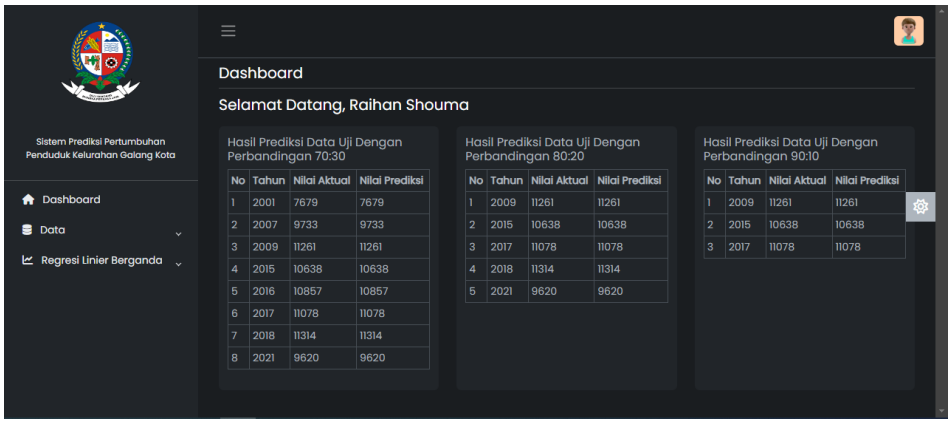
Sedangkan untuk tahun 2026 menghasilkan,

Estimasi Jumlah laki-laki tahun 2025 : 4735
Estimasi Jumlah perempuan tahun 2025 : 4804
Estimasi Jumlah angka kelahiran tahun 2025 : 92

Estimasi Jumlah angka kematian tahun 2025 : 66
Estimasi Jumlah migrasi masuk tahun 2025 : 13
Estimasi Jumlah migrasi keluar tahun 2025 : 64

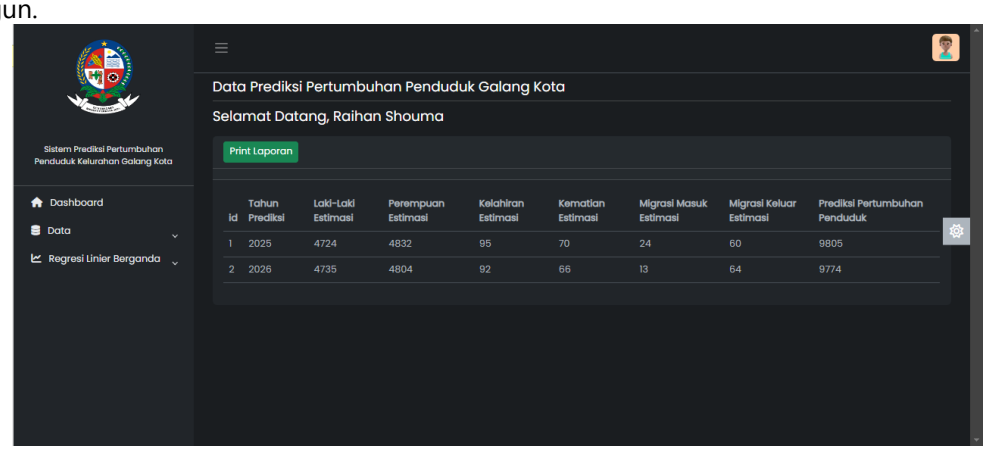
$$Y_{2026} = 3.63797881e^{-12} + 4735 + 4804 + 92 + 66 + 13 + 64$$
$$Y_{2026} = 9774$$

Setelah mendapatkan hasil analisa prediksi Regresi Linier Berganda yaitu untuk prediksi dua tahun kedepan yaitu 2025 dan 2026 masing-masing menghasilkan 9805 dan 9774, selanjutnya akan dilakukan analisa sistem. Setelah mendapatkan perhitungan manual model Regresi Linier Berganda dalam meprediksi pertumbuhan penduduk Kelurahan Galang Kota, berikut ini adalah sistem *website* yang telah dibangun. Halaman website yang pertama kali di tampilkan adalah adalah halaman login Sebelum mengakses fitur sistem aplikasi web ini, pengguna harus melalui halaman login. Langkah pertama adalah mengaktifkan server MySQL dan Apache di XAMPP. Kemudian, buka browser dan ketik http://localhost/htdocs/tugas_akhir di search bar untuk membuka halaman login, setelah itu masuk kehalaman menu utama, Pada menu ini akan ditampilkan tabel perbandingan prediksi dan data aktual berikut ini adalah gambarnya.



Gambar 2. Halaman Menu Utama Website.

Setelah memasuki menu utama website maka dilanjut dengan menampilkan hasil prediksi dari model yang telah dibangun.



Gambar 3. Halaman Menu Prediksi Menggunakan Regresi linier Berganda

Pada gambar diatas terlihat bahwanya sistem dapat menampilkan prediksi yang sama sesuai dengan perhitungan manual.

PEMBAHASAN

Dalam aplikasi web yang dibangun, terdapat berbagai kelemahan dan kelebihan yang perlu diperhatikan untuk evaluasi sistem secara menyeluruh. Kelemahan sistem mencakup beberapa aspek, di antaranya adalah penggunaan dua bahasa pemrograman, yaitu PHP dan Python, yang dapat menambah kompleksitas komunikasi antara kedua bahasa tersebut. Integrasi antara PHP dan Python dapat menambah tantangan dalam

hal pemeliharaan sistem, karena perawatan dan pembaruan harus dilakukan di dua platform berbeda. Selain itu, jika pemrograman tidak dioptimalkan dengan baik, hal ini bisa menyebabkan latensi atau delay saat proses prediksi, karena data prediksi harus diproses oleh Python sebelum hasilnya dikirim kembali ke PHP. Di sisi lain, kelebihan sistem juga cukup signifikan. Salah satu keunggulan utama dari sistem ini adalah kemampuannya untuk menghasilkan metrik evaluasi yang sangat baik, dengan nilai *error* data uji sebesar $5.0176e^{-10}$ dan nilai R^2 *score* sebesar 1, yang menunjukkan bahwa sistem prediksi ini dapat memberikan hasil yang akurat dan memadai dalam memprediksi pertumbuhan penduduk. Selain itu, sistem ini dirancang untuk mempermudah pengguna dalam melakukan prediksi pertumbuhan penduduk di Kelurahan Galang Kota, memberikan antarmuka yang ramah pengguna untuk akses yang lebih mudah. Keunggulan lainnya adalah kemampuan sistem dalam melakukan komputasi prediksi dengan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode prediksi manual, sehingga proses analisis data menjadi lebih efisien dan efektif.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini dapat dirangkum sebagai berikut: Berdasarkan hasil pengembangan dan penerapan sistem yang dibangun, sistem ini berhasil melakukan prediksi pertumbuhan penduduk untuk dua tahun ke depan, yaitu tahun 2025 dan 2026. Sistem aplikasi web yang telah diuji menggunakan metode black-box testing menunjukkan bahwa aplikasi ini efektif dalam melakukan uji prediksi pertumbuhan penduduk dengan menerapkan teknik Regresi Linier Berganda. Metrik evaluasi dari sistem ini menghasilkan nilai *error* data uji sebesar $5.0176e^{-10}$, yang menunjukkan akurasi yang sangat tinggi dalam prediksi, serta nilai R^2 *score* sebesar 1, yang menandakan bahwa model prediksi ini dapat menjelaskan 100% variabilitas data dan sangat baik dalam meramalkan pertumbuhan penduduk. Dengan demikian, sistem ini terbukti dapat memberikan prediksi yang akurat dan berguna untuk perencanaan masa depan di Kelurahan Galang Kota.

REFERENCES

Wibisono, A., Rofik, M., & Purwanto, E. (2019). Penerapan Analisis Regresi Linier Berganda dalam Penyelesaian Skripsi Mahasiswa. *Jurnal ABDINUS: Jurnal Pengabdian Nusantara*, *3*(1), 30. https://doi.org/10.29407/ja.v3i1.13512

Lusiana, F. O., Fatma, I., & Windarto, A. P. (2021). Estimasi Laju Pertumbuhan penduduk Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda Pada BPS Simalungun. Journal of Informatics Management and Information Technology, 1(2), 79–84. https://doi.org/10.47065/jimat.v1i2.104

Gustian, D., Taufikurrahman, A., Nur Apriyanti, N. A., Pratiwi, A. D., & Awaliyah, R. (2019). Penerapan Metode Linier Regresi Berganda Dalam Tingkat Produksi Pakaian. Jurnal Informatika Upgris, 5(1), 60–64. https://doi.org/10.26877/jiu.v5i1.3311

Prasojo, M., Sriyanto, & Triwidianti, J. (2021). Prediksi Prestasi Siswa SMK Masuk Pasar Kerja Menggunakan Teknik Data Mining. Institut Informatika Dan Bisnis Darmajaya, 134–150.

Ardyanti, A. A. A. P., & Abdriando, A. (2023). Penerapan Data Mining Untuk Mengestimasi Laju Pertumbuhan penduduk Denpasar Menggunakan Metode Regresi Linier Berganda. JBASE - Journal of Business and Audit Information Systems, 6(1), 37–44. https://doi.org/10.30813/jbase.v6i1.4317