

FINAL MATHEMATICS FOR AI

Analisis Data Penjualan Produk dengan Teorema Bayes dan Regresi Linear



Disusun Oleh:

MUHAMMAD RIZAL HARIS

105841103223

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2025

A. DATASET

NO	studytime	G3	Y
1	2	6	0
2	2	6	0
3	2	10	1
4	3	15	1
5	2	10	1
6	2	15	1
7	2	11	1
8	2	6	0
9	2	19	1
10	2	15	1
11	2	9	0
12	3	12	1
13	1	14	1
14	2	11	1
15	3	16	1
16	1	14	1
17	3	14	1
18	2	10	1
19	1	5	0
20	1	10	1
21	2	15	1
22	1	15	1
23	2	16	1
24	2	12	1
25	3	8	0
26	1	8	0
27	1	11	1
28	1	15	1
29	2	11	1
30	2	11	1
31	2	12	1
32	2	17	1
33	2	16	1
34	2	12	1
35	1	15	1
36	1	6	0
37	3	18	1
38	3	15	1

NO	studytime	G3	Y
39	3	11	1
40	1	13	1
41	2	11	1
42	1	12	1
43	2	18	1
44	1	11	1
45	2	9	0
46	2	6	0
47	2	11	1
48	4	20	1
49	2	14	1
50	2	14	1

B. PERHITUNGAN PYTHON

1. Perhitungan nilai Linear

Pada tahap awal setiap iterasi, model menghitung nilai linear yang merepresentasikan kombinasi antara variabel input dan parameter model. Nilai ini digunakan sebagai dasar untuk menentukan kecenderungan kelas sebelum dilakukan transformasi non-linear.

$$z_i = w x_i + b$$

2. Sigmoid

Nilai linear yang diperoleh selanjutnya ditransformasikan menggunakan fungsi sigmoid untuk menghasilkan probabilitas keanggotaan kelas. Fungsi ini memastikan keluaran model berada pada rentang 0 hingga 1.

$$\hat{y}_i = \frac{1}{1+e^{-z_i}}$$

3. Galat Prediksi

Probabilitas hasil prediksi dibandingkan dengan label aktual untuk menghitung galat prediksi pada setiap data. Galat ini menunjukkan arah dan besar kesalahan model terhadap data aktual.

$$error_i = \hat{y}_i - y_i$$

4. Grafien terhadap Bobot

Galat prediksi digunakan untuk menghitung gradien fungsi kerugian terhadap parameter bobot. Gradien ini menunjukkan seberapa besar perubahan bobot diperlukan untuk mengurangi kesalahan prediksi.

$$\frac{\partial L}{\partial w} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i) x_i$$

5. Gradien terhadap bias

Selain bobot, bias juga diperbarui berdasarkan rata-rata galat prediksi. Perhitungan ini memastikan pergeseran fungsi keputusan dilakukan secara proporsional terhadap kesalahan model.

$$\frac{\partial L}{\partial b} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)$$

6. Perbaharuan Parameter model

Gradien yang diperoleh digunakan untuk memperbarui nilai bobot dan bias menggunakan metode gradient descent. Proses ini bertujuan untuk meminimalkan nilai fungsi kerugian secara bertahap.

$$w^{(t+1)} = w^{(t)} - \alpha \frac{\partial L}{\partial w}$$

$$b^{(t+1)} = b^{(t)} - \alpha \frac{\partial L}{\partial b}$$

7. Evaluasi Kesalahan Model

Untuk mengevaluasi kinerja model pada setiap iterasi, digunakan fungsi Binary Cross-Entropy yang mengukur perbedaan antara probabilitas prediksi dan label aktual secara kuantitatif.

$$L = -\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [y_i \log (\hat{y}_i) + (1 - y_i) \log (1 - \hat{y}_i)]$$

8. Threshold Prediksi Kelas

Setelah probabilitas diperoleh, model membuat keputusan akhir apakah data masuk kelas 1 atau 0. Threshold standar adalah 0.5, namun dapat diubah untuk menyeimbangkan precision vs recall.

$$\hat{y}_{\text{class}} = \begin{cases} 1 & \text{jika } \hat{y} \geq 0.5 \\ 0 & \text{jika } \hat{y} < 0.5 \end{cases}$$

9. Evaluasi AKurasi Prediksi

Setelah model menghitung probabilitas, kita dapat menentukan kelas prediksi dengan menggunakan threshold (misalnya 0,5). Prediksi ini dibandingkan dengan label aktual untuk menghitung proporsi prediksi yang benar, yang disebut akurasi.

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{Jumlah prediksi benar}}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n \mathbf{1}(\hat{y}_i \geq 0.5 = y_i)}{n}$$

Perhitungan dilakukan menggunakan operasi aritmatika dasar Python dan NumPy untuk merepresentasikan persamaan Logistic Regression, dengan gradien diturunkan secara eksplisit tanpa library machine learning. Setelah model selesai dilatih, nilai linear (`z_final`), probabilitas prediksi (`p_final`), dan keputusan kelas (`pred_final`) dicatat untuk setiap data, seperti terlihat pada tabel berikut.

studytime	G3	Y	z_final	p_final	pred_final
2	6	0	0.748291042	0.678806212	1
2	6	0	0.748291042	0.678806212	1
2	10	1	0.748291042	0.678806212	1
3	15	1	1.027261633	0.736384662	1
2	10	1	0.748291042	0.678806212	1
2	15	1	0.748291042	0.678806212	1
2	11	1	0.748291042	0.678806212	1
2	6	0	0.748291042	0.678806212	1
2	19	1	0.748291042	0.678806212	1
2	15	1	0.748291042	0.678806212	1
2	9	0	0.748291042	0.678806212	1
3	12	1	1.027261633	0.736384662	1
1	14	1	0.469320451	0.615222904	1
2	11	1	0.748291042	0.678806212	1
3	16	1	1.027261633	0.736384662	1
1	14	1	0.469320451	0.615222904	1
3	14	1	1.027261633	0.736384662	1
2	10	1	0.748291042	0.678806212	1
1	5	0	0.469320451	0.615222904	1
1	10	1	0.469320451	0.615222904	1
2	15	1	0.748291042	0.678806212	1
1	15	1	0.469320451	0.615222904	1
2	16	1	0.748291042	0.678806212	1
2	12	1	0.748291042	0.678806212	1
3	8	0	1.027261633	0.736384662	1
1	8	0	0.469320451	0.615222904	1
1	11	1	0.469320451	0.615222904	1
1	15	1	0.469320451	0.615222904	1
2	11	1	0.748291042	0.678806212	1
2	11	1	0.748291042	0.678806212	1
2	12	1	0.748291042	0.678806212	1
2	17	1	0.748291042	0.678806212	1
2	16	1	0.748291042	0.678806212	1
2	12	1	0.748291042	0.678806212	1
1	15	1	0.469320451	0.615222904	1
1	6	0	0.469320451	0.615222904	1
3	18	1	1.027261633	0.736384662	1
3	15	1	1.027261633	0.736384662	1
3	11	1	1.027261633	0.736384662	1
1	13	1	0.469320451	0.615222904	1
2	11	1	0.748291042	0.678806212	1
1	12	1	0.469320451	0.615222904	1
2	18	1	0.748291042	0.678806212	1

studytime	G3	Y	z_final	p_final	pred_final
1	11	1	0.469320451	0.615222904	1
2	9	0	0.748291042	0.678806212	1
2	6	0	0.748291042	0.678806212	1
2	11	1	0.748291042	0.678806212	1
4	20	1	1.306232223	0.786881988	1
2	14	1	0.748291042	0.678806212	1
2	14	1	0.748291042	0.678806212	1

C. HASIL PREDIKSI AKURASI PYTHON (OUTPUT CODE PROGRAM)

iter	w_before	b_before	grad_w	grad_b	Loss	acc	w_after	b_after
1	0.1	0.1	-0.45650	-0.227116	0.61351	0.8	0.14565	0.12271
2	0.145650	0.12271	-0.39935	-0.200305	0.58913	0.8	0.18558	0.14274
3	0.185585	0.14274	-0.35073	-0.177393	0.57038	0.8	0.22065	0.16048
4	0.220658	0.16048	-0.30928	-0.157773	0.55584	0.8	0.25158	0.17625
5	0.251587	0.17625	-0.27383	-0.140910	0.54447	0.8	0.27897	0.19034

D. PERHITUNGAN MANUAL EXCEL

- Nilai bobot awal (w) di sel F1 = 0,1
- Nilai bias awal (b) di sel F2 = 0,1
- Nilai learning rate (α) di sel F3 = 0,1

- (X) : A6=DATASET_ICAL!A2
- (Y) : B6=DATASET_ICAL!C2
- (Z) : C6=\$F\$1*A6+\$F\$2
- (y') : D6=1/(1+EXP(-C6))
- (ERROR) : E6=D6-B6
- (ERROR x X) : F6=E6*A6
- (grad_b) : A58=AVERAGE(E6:E55)
- (grad_w) : B58=AVERAGE(F6:F55)
- (W1) : A61=F1-\$F\$3*B58
- (B1) : B61=F2-\$F\$3*A58

- (PREDIKSI) : H6=IF(D6>=0.5,1,0)
- (BENAR) : I6=IF(H6=B6,1,0)
- (AKURASI) : J6=AVERAGE(I6:I55)

- **ITERASI 1**

w	0.1
b	0.1
alpha	0.1

x	y	z	\hat{y}	Error	Error x X
2	0	0.3	0.57	0.57	1.15
2	0	0.3	0.57	0.57	1.15
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
3	1	0.4	0.60	-0.40	-1.20
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
2	0	0.3	0.57	0.57	1.15
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
2	0	0.3	0.57	0.57	1.15
3	1	0.4	0.60	-0.40	-1.20
1	1	0.2	0.55	-0.45	-0.45
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
3	1	0.4	0.60	-0.40	-1.20
1	1	0.2	0.55	-0.45	-0.45
3	1	0.4	0.60	-0.40	-1.20
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
1	0	0.2	0.55	0.55	0.55
1	1	0.2	0.55	-0.45	-0.45
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
3	0	0.4	0.60	0.60	1.80
1	0	0.2	0.55	0.55	0.55
1	1	0.2	0.55	-0.45	-0.45
1	1	0.2	0.55	-0.45	-0.45
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
1	1	0.2	0.55	-0.45	-0.45
1	0	0.2	0.55	0.55	0.55
3	1	0.4	0.60	-0.40	-1.20
3	1	0.4	0.60	-0.40	-1.20
3	1	0.4	0.60	-0.40	-1.20

x	y	z	\hat{y}	Error	Error x X
1	1	0.2	0.55	-0.45	-0.45
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
1	1	0.2	0.55	-0.45	-0.45
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
1	1	0.2	0.55	-0.45	-0.45
2	0	0.3	0.57	0.57	1.15
2	0	0.3	0.57	0.57	1.15
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
4	1	0.5	0.62	-0.38	-1.51
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85
2	1	0.3	0.57	-0.43	-0.85

grad_b	grad_w
-0.227116139	-0.456500719

w₁	b₁
0.145650072	0.122711614

- ITERASI 2**

w	0.145650072
b	0.122711614
alpha	0.1

x	y	z	\hat{y}	Error	Error x X
2.00	0.00	0.41	0.60	0.60	1.20
2.00	0.00	0.41	0.60	0.60	1.20
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
3.00	1.00	0.56	0.64	-0.36	-1.09
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
2.00	0.00	0.41	0.60	0.60	1.20
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
2.00	0.00	0.41	0.60	0.60	1.20
3.00	1.00	0.56	0.64	-0.36	-1.09
1.00	1.00	0.27	0.57	-0.43	-0.43
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
3.00	1.00	0.56	0.64	-0.36	-1.09
1.00	1.00	0.27	0.57	-0.43	-0.43

x	y	z	\hat{y}	Error	Error x X
3.00	1.00	0.56	0.64	-0.36	-1.09
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
1.00	0.00	0.27	0.57	0.57	0.57
1.00	1.00	0.27	0.57	-0.43	-0.43
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
1.00	1.00	0.27	0.57	-0.43	-0.43
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
3.00	0.00	0.56	0.64	0.64	1.91
1.00	0.00	0.27	0.57	0.57	0.57
1.00	1.00	0.27	0.57	-0.43	-0.43
1.00	1.00	0.27	0.57	-0.43	-0.43
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
1.00	1.00	0.27	0.57	-0.43	-0.43
1.00	0.00	0.27	0.57	0.57	0.57
3.00	1.00	0.56	0.64	-0.36	-1.09
3.00	1.00	0.56	0.64	-0.36	-1.09
3.00	1.00	0.56	0.64	-0.36	-1.09
1.00	1.00	0.27	0.57	-0.43	-0.43
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
1.00	1.00	0.27	0.57	-0.43	-0.43
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
1.00	1.00	0.27	0.57	-0.43	-0.43
2.00	0.00	0.41	0.60	0.60	1.20
2.00	0.00	0.41	0.60	0.60	1.20
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
4.00	1.00	0.71	0.67	-0.33	-1.32
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80
2.00	1.00	0.41	0.60	-0.40	-0.80

grad_b	grad_w
-0.200305572	-0.399356251

w₁	b₁
0.185585697	0.142742171

- **ITERASI 3**

w	0.185585697
b	0.142742171
alpha	0.1

x	y	z	\hat{y}	Error	Error x X
2.00	0.00	0.51	0.63	0.63	1.25
2.00	0.00	0.51	0.63	0.63	1.25
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
3.00	1.00	0.70	0.67	-0.33	-1.00
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
2.00	0.00	0.51	0.63	0.63	1.25
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
2.00	0.00	0.51	0.63	0.63	1.25
3.00	1.00	0.70	0.67	-0.33	-1.00
1.00	1.00	0.33	0.58	-0.42	-0.42
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
3.00	1.00	0.70	0.67	-0.33	-1.00
1.00	1.00	0.33	0.58	-0.42	-0.42
3.00	1.00	0.70	0.67	-0.33	-1.00
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
1.00	0.00	0.33	0.58	0.58	0.58
1.00	1.00	0.33	0.58	-0.42	-0.42
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
1.00	1.00	0.33	0.58	-0.42	-0.42
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
1.00	1.00	0.33	0.58	-0.42	-0.42
1.00	0.00	0.33	0.58	0.58	0.58
3.00	1.00	0.70	0.67	-0.33	-1.00
3.00	1.00	0.70	0.67	-0.33	-1.00

x	y	z	\hat{y}	Error	Error x X
3.00	1.00	0.70	0.67	-0.33	-1.00
1.00	1.00	0.33	0.58	-0.42	-0.42
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
1.00	1.00	0.33	0.58	-0.42	-0.42
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
1.00	1.00	0.33	0.58	-0.42	-0.42
2.00	0.00	0.51	0.63	0.63	1.25
2.00	0.00	0.51	0.63	0.63	1.25
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
4.00	1.00	0.89	0.71	-0.29	-1.17
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75
2.00	1.00	0.51	0.63	-0.37	-0.75

grad_b -0.177393448	grad_w -0.350731264
-------------------------------	-------------------------------

w₁ 0.220658823	b₁ 0.160481516
-------------------------------------	-------------------------------------

- **ITERASI 4**

w 0.220658823	b 0.160481516
alpha 0.1	

x	y	z	\hat{y}	Error	Error x X
2.00	0.00	0.60	0.65	0.65	1.29
2.00	0.00	0.60	0.65	0.65	1.29
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
3.00	1.00	0.82	0.69	-0.31	-0.92
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
2.00	0.00	0.60	0.65	0.65	1.29
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
2.00	0.00	0.60	0.65	0.65	1.29
3.00	1.00	0.82	0.69	-0.31	-0.92
1.00	1.00	0.38	0.59	-0.41	-0.41
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71

x	y	z	\hat{y}	Error	Error x X
3.00	1.00	0.82	0.69	-0.31	-0.92
1.00	1.00	0.38	0.59	-0.41	-0.41
3.00	1.00	0.82	0.69	-0.31	-0.92
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
1.00	0.00	0.38	0.59	0.59	0.59
1.00	1.00	0.38	0.59	-0.41	-0.41
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
1.00	1.00	0.38	0.59	-0.41	-0.41
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
3.00	0.00	0.82	0.69	0.69	2.08
1.00	0.00	0.38	0.59	0.59	0.59
1.00	1.00	0.38	0.59	-0.41	-0.41
1.00	1.00	0.38	0.59	-0.41	-0.41
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
1.00	1.00	0.38	0.59	-0.41	-0.41
1.00	0.00	0.38	0.59	0.59	0.59
3.00	1.00	0.82	0.69	-0.31	-0.92
3.00	1.00	0.82	0.69	-0.31	-0.92
3.00	1.00	0.82	0.69	-0.31	-0.92
1.00	1.00	0.38	0.59	-0.41	-0.41
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
1.00	1.00	0.38	0.59	-0.41	-0.41
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
1.00	1.00	0.38	0.59	-0.41	-0.41
2.00	0.00	0.60	0.65	0.65	1.29
2.00	0.00	0.60	0.65	0.65	1.29
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
4.00	1.00	1.04	0.74	-0.26	-1.04
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71
2.00	1.00	0.60	0.65	-0.35	-0.71

grad_b	grad_w
-0.157773238	-0.30928569

w ₁	b ₁
0.251587392	0.17625884

• ITERASI 5

w	0.251587392
b	0.17625884
alpha	0.1

x	y	z	\hat{y}	Error	Error x X
2.00	0.00	0.68	0.66	0.66	1.33
2.00	0.00	0.68	0.66	0.66	1.33
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
3.00	1.00	0.93	0.72	-0.28	-0.85
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
2.00	0.00	0.68	0.66	0.66	1.33
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
2.00	0.00	0.68	0.66	0.66	1.33
3.00	1.00	0.93	0.72	-0.28	-0.85
1.00	1.00	0.43	0.61	-0.39	-0.39
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
3.00	1.00	0.93	0.72	-0.28	-0.85
1.00	1.00	0.43	0.61	-0.39	-0.39
3.00	1.00	0.93	0.72	-0.28	-0.85
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
1.00	0.00	0.43	0.61	0.61	0.61
1.00	1.00	0.43	0.61	-0.39	-0.39
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
1.00	1.00	0.43	0.61	-0.39	-0.39
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
3.00	0.00	0.93	0.72	0.72	2.15
1.00	0.00	0.43	0.61	0.61	0.61
1.00	1.00	0.43	0.61	-0.39	-0.39
1.00	1.00	0.43	0.61	-0.39	-0.39
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
1.00	1.00	0.43	0.61	-0.39	-0.39
1.00	0.00	0.43	0.61	0.61	0.61
3.00	1.00	0.93	0.72	-0.28	-0.85
3.00	1.00	0.93	0.72	-0.28	-0.85

x	y	z	\hat{y}	Error	Error x X
3.00	1.00	0.93	0.72	-0.28	-0.85
1.00	1.00	0.43	0.61	-0.39	-0.39
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
1.00	1.00	0.43	0.61	-0.39	-0.39
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
1.00	1.00	0.43	0.61	-0.39	-0.39
2.00	0.00	0.68	0.66	0.66	1.33
2.00	0.00	0.68	0.66	0.66	1.33
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
4.00	1.00	1.18	0.77	-0.23	-0.94
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67
2.00	1.00	0.68	0.66	-0.34	-0.67

grad_b	grad_w
-0.140910209	-0.273831983

w ₁	b ₁
0.278970591	0.190349861

Prediksi	Benar	Akurasi
1	0	0.8
1	0	
1	1	
1	1	
1	1	
1	1	
1	1	
1	0	
1	1	
1	1	
1	0	
1	1	
1	1	
1	1	
1	1	
1	0	
1	1	
1	1	

E. KESIMPULAN

Hasil perhitungan manual menggunakan Excel dan hasil komputasi menggunakan Python menunjukkan nilai akurasi yang sama, yaitu 0,8 atau 80%. Kesamaan ini menegaskan bahwa implementasi algoritma Logistic Regression satu fitur dengan optimasi Gradient Descent telah dilakukan secara benar dan konsisten, sehingga perhitungan manual dapat memvalidasi hasil komputasi secara menyeluruh.

F. LINK GITHUB

Sebagai referensi tambahan dan dokumentasi lengkap, repositori GitHub proyek ini dapat diakses melalui tautan berikut:
https://github.com/muhammadrizalharis/5A_MUHAMMAD_RIZAL_HARIS_105841103223.git