

Prediksi Produksi Daging Sapi Nasional dengan Metode Regresi Linier dan Regresi Polinomial

Andika Eka Putra¹ dan Asep Juarna²

¹Program Magister Manajemen Sistem Informasi, Program Pascasarjana Universitas Gunadarma

²Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma

Jalan Margonda Raya No. 100, Pondok Cina, Depok, Jawa Barat 16424

E-mail : me.andikaep@gmail.com, ajuarna@staff.gunadarma.ac.id

Abstrak

Daging Sapi merupakan salah satu sumber protein yang dibutuhkan manusia. Namun tingginya permintaan daging sapi di Indonesia tidak sebanding dengan hasil produksi daging sapi nasional. Hal ini apabila dibiarkan akan menimbulkan dampak bagi masyarakat seperti terjadinya kelangkaan pada daging sapi dan melonjaknya harga daging sapi. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan prediksi produksi daging sapi nasional untuk mengetahui hasil produksi di tahun yang akan datang. Prediksi dilakukan dengan menggunakan metode regresi linier dan regresi polinomial. Hasil prediksi selanjutnya dibandingkan untuk mendapatkan model terbaik terhadap data atau dataset yang digunakan. Dataset yang digunakan berjumlah 36 data dari produksi daging sapi tahun 1984 – 2019. Hasil dari penelitian ini menunjukkan model terbaik untuk digunakan adalah menggunakan metode regresi polinomial dengan orde atau derajat 4. Hasil prediksi menunjukkan prediksi daging sapi untuk tahun 2020 adalah 531,367 ton, 2021 adalah 538,567 ton, dan 2022 adalah 545,343..

Kata kunci : Prediksi, Regresi Linier, Regresi Polinomial.

Pendahuluan

Indonesia sebagai salah satu negara dengan jumlah penduduk yang besar memiliki berbagai macam tantangan dan permasalahan. Salah satu dari permasalahan tersebut adalah ketersediaan bahan pangan. Daging sapi merupakan salah satu bahan pangan yang mengalami peningkatan jumlah konsumsi seiring pertumbuhan penduduk. Berdasarkan data yang diperoleh dari Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, jumlah konsumsi nasional daging sapi tahun 2017 adalah 657.608 ton sedangkan hasil produksi nasional daging sapi tahun 2017 adalah 486.320 ton [1]. Hal ini menunjukkan kurangnya produksi daging sapi dibandingkan konsumsi daging sapi. Apabila hal ini dibiarkan maka akan berdampak kepada kehidupan masyarakat. Salah satu dampak tersebut adalah terjadinya kelangkaan pada daging sapi dan terjadi lonjakan harga daging sapi.

Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan melakukan analisa dan memprediksi produksi daging sapi. Prediksi adalah seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian di masa yang akan datang. Hal ini dapat dilakukan

dengan melibatkan pengambilan data historis dan memproyeksikan ke masa mendatang dengan suatu bentuk model matematis (kuantitatif), atau bisa juga merupakan produksi intuisi yang bersifat subjektif (kualitatif) [2].

Berdasarkan ebook yang diterbitkan oleh Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian yang berjudul Outlook Daging Sapi 2018, pemerintah melakukan analisis produksi dan konsumsi daging sapi dengan menggunakan analisis Regresi Berganda. Hasil analisis menunjukkan produksi daging sapi pada tahun 2019 sebesar 527,832 ton, 2020 sebesar 570,558 ton, 2021 sebesar 629,901 ton, dan 2022 sebesar 718,633 [1].

Dalam penelitian ini, prediksi produksi daging sapi dilakukan dengan menggunakan metode *Linear Regression* dan *Polynomial Regression*. Hasil dari prediksi produksi daging sapi akan dievaluasi untuk mencari model mana yang terbaik berdasarkan dataset yang telah disediakan. Metode yang digunakan dalam melakukan evaluasi tersebut adalah Koefisien Determinasi (R^2), *Mean Squared Error* (MSE) dan *Root Mean Square Error* (RMSE).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan memprediksi produksi daging sapi na-

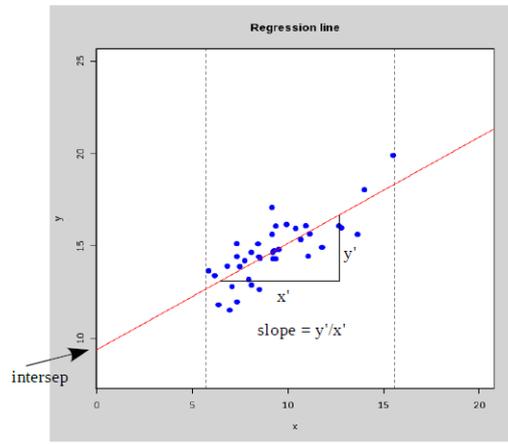
sional menggunakan orde atau derajat terbaik dari metode regresi linier atau regresi polinomial . Dengan melakukan prediksi daging sapi, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk menjaga ketersediaan daging sapi di masyarakat.

Regresi Linier

Regresi adalah teknik statistik yang digunakan untuk analisis numerik antara variable input X dan variable output Y. Dimana variable input merupakan variabel bebas dan output merupakan variabel terikat [3,9-10]. Suatu persamaan dapat dikatakan regresi linier apabila hubungan antara variable bebas (X) dengan variable terikat (Y) berbentuk linier atau garis lurus. Sedangkan apabila tidak linier atau garis lurus disebut non-linier.

Regresi linier adalah metode statistika yang digunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terikat dengan satu atau lebih variabel bebas. Apabila banyaknya variabel bebas hanya ada satu, disebut sebagai regresi linier sederhana, sedangkan apabila terdapat lebih dari 1 variabel bebas, disebut sebagai regresi linier berganda. Koefisien regresi dapat dibedakan menjadi 2 macam [4].

1. *Intersep (intercept)*. Definisi secara matematis adalah suatu titik perpotongan antara suatu garis dengan sumbu Y pada diagram/sumbu kartesius saat nilai $X = 0$. Sedangkan definisi secara statistika adalah nilai rata-rata pada variabel Y apabila nilai pada variabel X bernilai 0. Dengan kata lain, apabila X tidak memberikan kontribusi, maka secara rata-rata, variabel Y akan bernilai sebesar intersep. Perlu diingat, intersep hanyalah suatu konstanta yang memungkinkan munculnya koefisien lain di dalam model regresi. Intersep tidak selalu dapat atau perlu untuk diinterpretasikan. Apabila data pengamatan pada variabel X tidak mencakup nilai 0 atau mendekati 0, maka intersep tidak memiliki makna yang berarti, sehingga tidak perlu diinterpretasikan.
2. *Slope*. Secara matematis, slope merupakan ukuran kemiringan dari suatu garis. Slope adalah koefisien regresi untuk variabel X (variabel bebas). Dalam konsep statistika, slope merupakan suatu nilai yang menunjukkan seberapa besar kontribusi (sumbangan) yang diberikan suatu variabel X terhadap variabel Y. Nilai slope dapat pula diartikan sebagai rata-rata pertambahan (atau pengurangan) yang terjadi pada variabel Y untuk setiap peningkatan satu satuan variabel X.



Gambar 1: Intersep dan slop pada regresi linier [4]

Secara umum bentuk persamaan regresi dimana Y merupakan nilai yang diprediksi adalah:

$$Y = a + b X \tag{1}$$

dengan Y merupakan nilai yang akan diprediksi, a adalah intersep Y, b adalah kemiringan atau slope, dan X merupakan variable bebas.

Untuk mencari nilai a dan b dapat menggunakan metode kuadrat terkecil (least square) dengan meminimalkan jumlah kuadrat residual (RSS) sehingga menghasilkan persamaan:

$$a = \frac{(\sum x_i^2)(\sum y_i) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \tag{2}$$

$$b = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \tag{3}$$

dengan X adalah nilai variabel bebas ke i , Y adalah variabel terikat ke i , dan n adalah jumlah data.

Regresi Polinomial

Regresi polinomial adalah jenis regresi khusus yang bekerja pada hubungan lengkung (*curvilinear*) antara nilai dependen dan nilai independen [5]. Regresi Polinomial merupakan model Regresi Linier yang dibentuk dengan menjumlahkan pengaruh masing-masing variabel prediktor (X) yang dipangkatkan meningkat sampai orde ke- n [6]. Secara umum, model Regresi Polinomial ditulis dalam persamaan (4).

$$Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 + \dots + b_n X^n + \epsilon \tag{4}$$

Apabila Y merupakan nilai yang diprediksi:

$$Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 + \dots + b_n X^n \tag{5}$$

diamana Y merupakan variabel yang diprediksi, b_0 merupakan intersep, b_1, b_2, \dots, b_n merupakan slope atau koefisien-koefisien regresi, X merupakan variabel bebas, n merupakan orde atau derajat polynomial dan ε faktor sesatan atau galat.

Regresi polinomial merupakan hasil modifikasi dari model regresi linier berganda. Untuk membedakan dengan regresi berganda, secara umum regresi polinomial dapat dinobatkan dalam bentuk seperti persamaan (5). Selanjutnya proses mencari turunan parsial dari SSE terhadap koefisien beta dan menyamadengankan dengan nol seperti pada regresi linier berganda, sehingga didapat matriks sebagai berikut [7]:

$$X(p) = \begin{bmatrix} n & \sum x_i & \dots & \sum x_i^p \\ \sum x_i & \sum x_i^p & \dots & \sum x_i^{p+1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum x_i^p & \sum x_i^{p+1} & \dots & \sum x_i^{2p} \end{bmatrix} \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix} Y(p) = \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum y_i x_i \\ \vdots \\ \sum y_i x_i^p \end{bmatrix} \quad (6)$$

Atau disederhanakan menjadi:

$$X(p)\beta = Y(p) \quad (7)$$

$$\beta = X(p)^{-1}Y(p) \quad (8)$$

atau dapat pula menggunakan persamaan 9.

$$\beta = \frac{1}{\det(X2)} \text{adj}(X2) Y(p) \quad (9)$$

Dimana X merupakan variabel bebas, p merupakan derajat, n merupakan jumlah data, y merupakan variabel terikat ke I, dan β merupakan slope atau variabel-variabel regresi. Selain menggunakan persamaan 8 dan 9, untuk mendapatkan nilai β dapat pula menggunakan metode Gauss-Jordan Elimination.

Koefisien Determinasi (R^2)

Koefisien Deteminasi (R^2) merupakan ukuran statistic yang menunjukkan pengaruh yang diberikan variabel bebas / independent (X) terhadap variabel terikat atau dependent (Y). Nilai dari koefisien determinasi adalah $0 \leq R^2 \leq 1$. Dimana semakin besar atau mendekati nilai 1 maka semakin kuat hubungan antara variabel bebas (X) dengan variabel terikat (Y). Sebaliknya apabila koefisien determinasi nya bernilai nol atau mendekati 0 maka semakin lemah atau tidak terdapat hubungan antara variabel bebas (X) dengan variabel terikat (Y). Persamaan 11 merupakan bentuk umum koefisien determinasi.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (10)$$

dengan nilai y merupakan variabel terikat nilai asli, \hat{y} merupakan variabel terikat nilai prediksi, dan \bar{y} merupakan mean dari nilai y .

Mean Square Error (MSE)

Mean Square Error dalam statistik merupakan salah satu metode untuk mengevaluasi rata-rata kesalahan kuadrat pada peramalan, yaitu perbedaan rata-rata kuadrat antara nilai yang diperkirakan. Normalnya nilai MSE selalu positif (tidak 0), hal ini menunjukkan ketidaksempurnaan terhadap hasil ramalan. Persamaan 11 merupakan bentuk umum Mean Square Error.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y - \hat{Y}_i)^2 \quad (11)$$

Dimana n merupakan jumlah data atau sampel, I merupakan variabel bebas, y merupakan nilai actual, dan \hat{Y} adalah nilai prediksi.

Root Mean Square Error (RMSE)

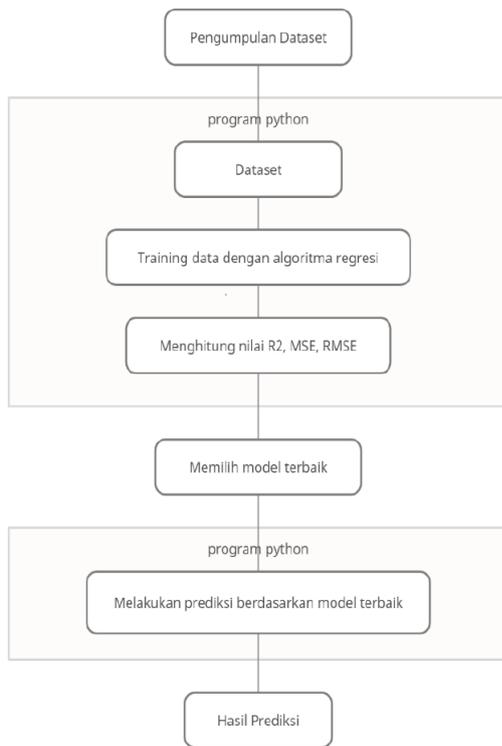
Root Mean Square Error (RMSE) atau Root Mean Square Deviation merupakan salah suatu metode yang digunakan untuk menghitung tingkat error pada hasil estimasi. Error tersebut menunjukkan seberapa besar perbedaan atau deviasi hasil estimasi dengan nilai yang akan diestimasi. Tujuan dari Root Mean Square Error digunakan adalah untuk mengukur tingkat error dari hasil perhitungan analisis yang menggunakan metode tertentu seperti data training dan data testing. Persamaan 12 merupakan bentuk umum Root Mean Square Error.

$$RMSE \text{ atau } RMDE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y - \hat{Y}_i)^2}{N}} \quad (12)$$

Dimana n merupakan jumlah data atau sampel, I merupakan variabel bebas, y merupakan nilai actual, dan \hat{Y} adalah nilai prediksi.

Metode Penelitian

Skema metode penelitian terlihat pada gambar 2.



Gambar 2: Skema Metode Penelitian

Gambar 2 menggambarkan alur skema yang digunakan dalam memprediksi daging sapi. Dalam penelitian ini, aplikasi dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman python sedangkan proses regresi yang dilakukan dalam aplikasi python seperti training data, memprediksi, dan mengevaluasi model dijalankan menggunakan *scikit-learn machine learning library*.

Dataset yang digunakan pada penelitian ini merupakan kumpulan data hasil produksi daging sapi nasional setiap tahunnya. Data didapat dari *ebook* yang diterbitkan oleh Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian masing-masing berjudul Outlook 2018 dan Outlook 2020 [1][8]. Data tersebut diakses pada bulan Oktober 2019 dan November 2020. Dataset tersebut merupakan kumpulan hasil produksi daging sapi nasional dari tahun 1984 – 2019 yang berjumlah 36 data. Dataset tersebut berisi hasil produksi daging sapi nasional dalam berat ton.

Dalam penelitian ini, model yang akan digunakan dalam memprediksi daging sapi adalah model regresi linier dan regresi polinomial; berikut merupakan model yang digunakan:

1. Linier regresi
2. Polinomial regresi orde 2
3. Polinomial regresi orde 3
4. Polinomial regresi orde 4

Training data dilakukan terhadap masing-masing model yang telah ditentukan. Setelah mendapatkan

hasil training data tersebut barulah dilakukan evaluasi untuk menentukan model mana yang terbaik. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan metode R^2 , MSE, dan RMSE. Setelah model terbaik didapat tahap terakhir adalah melakukan prediksi terhadap produk sapi ditahun yang akan datang menggunakan model terbaik tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Prediksi daging sapi dilakukan menggunakan dataset berjumlah 36 data, dimana nilai tahun akan dilambangkan X dan hasil produksi adalah Y.

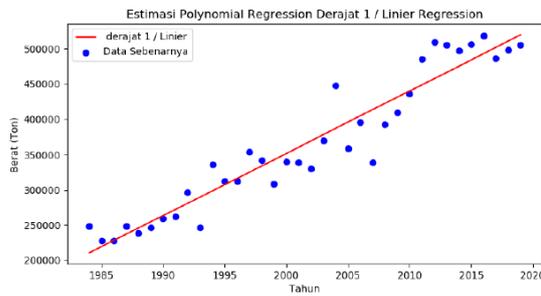
Regresi Linier

Prediksi dengan regresi linier menggunakan persamaan 1 yaitu $Y = a + b X$. Dimana nilai a didapat menggunakan persamaan 2 dan b didapat menggunakan persamaan 3. Tabel 1 merupakan hasil dari training data regresi linier.

Tabel 1: Hasil training data dan prediksi menggunakan model regresi linier

No	Tahun (X)	Berat (Y)	Linier
1	1984	248480	210248
2	1985	227400	219084
3	1986	227800	227920
4	1987	248030	236755
5	1988	238060	245591
6	1989	245990	254426
7	1990	259220	263262
8	1991	262190	272097
9	1992	297010	280933
10	1993	246280	289768
11	1994	336460	298604
12	1995	311970	307440
13	1996	311970	316275
14	1997	353650	325111
15	1998	342600	333946
16	1999	308770	342782
17	2000	339941	351617
18	2001	338685	360453
19	2002	330290	369288
20	2003	369711	378124
21	2004	447573	386959
22	2005	358704	395795
23	2006	395843	404631
24	2007	339479	413466
25	2008	392511	422302
26	2009	409308	431137
27	2010	436450	439973
28	2011	485335	448808
29	2012	508905	457644
30	2013	504819	466479
31	2014	497669	475315
32	2015	506660	484150
33	2016	518484	492986
34	2017	486320	501822
34	2018	497972	510657
36	2019	504802	519493

Tabel 1 merupakan hasil training dengan metode regresi linier. Dimana kolom Linier merupakan hasil dari training data. Gambar 3 merupakan proyeksi dari data di Tabel 1.



Gambar 3: Proyeksi hasil training data dengan regresi linier

Tabel 2: Hasil training data dan prediksi menggunakan model regresi polinomial orde 2, 3 dan 4

No	Tahun (X)	Berat (Y)	Orde 2	Orde 3	Orde 4
1	1984	248480	223864	233125	233137
2	1985	227400	230366	236451	236467
3	1986	227800	237004	240382	240398
4	1987	248030	243780	244888	244903
5	1988	238060	250694	249942	249954
6	1989	245990	257744	255516	255523
7	1990	259220	264932	261580	261582
8	1991	262190	272258	268108	268104
9	1992	297010	279720	275069	275061
10	1993	246280	287320	282437	282424
11	1994	336460	295057	290183	290165
12	1995	311970	302931	298278	298257
13	1996	311970	310943	306694	306671
14	1997	353650	319092	315404	315379
15	1998	342600	327379	324378	324353
16	1999	308770	335802	333588	333564
17	2000	339941	344363	343007	342985
18	2001	338685	353061	352605	352586
19	2002	330290	361897	362354	362340
20	2003	369711	370870	372227	372218
21	2004	447573	379980	382195	382192
22	2005	358704	389227	392229	392233
23	2006	395843	398612	402301	402312
24	2007	339479	408134	412383	412401
25	2008	392511	417794	422447	422471
26	2009	409308	427590	432465	432494
27	2010	436450	437524	442407	442441
28	2011	485335	447595	452246	452283
29	2012	508905	457804	461954	461991
30	2013	504819	468150	471502	471536
31	2014	497669	478633	480861	480890
32	2015	506660	489254	490005	490023
33	2016	518484	500011	498903	498907
34	2017	486320	510906	507529	507513
34	2018	497972	521939	515853	515810
36	2019	504802	533108	523847	523771

Regresi Polinomial

Prediksi dengan regresi polinomial dilakukan terhadap 3 model menggunakan persamaan 5 yaitu $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + \dots + b_nX^n$. Dimana untuk polinomial orde 2 menjadi $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2$, orde 3 menjadi $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 + b_3X^3$, dan orde 4 menjadi $Y = b_0 + b_1X + b_2X^2 +$

$b_3X^3 + b_4X^4$. Tabel 2 merupakan hasil dari training data regresi linier.

Tabel 2 merupakan hasil training dengan metode regresi polinomial orde 2, 3, dan 4. Gambar 4 merupakan proyeksi dari data di Tabel 2.

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa hasil training dan prediksi menunjukkan pola yang identik dimana regresi polinomial orde 2 dan orde 3 hampir tumpang tindih. Dari Gambar 4 tersebut juga terlihat bahwa jarak residual atau galat atau error terjauh terdapat ditahun 2004 dan 2007. Gambar 5 merupakan gabungan dari proyeksi hasil training data dari Tabel 1 dan 2.

Hasil Evaluasi R^2 , MSE, dan RMSE

Untuk Mendapatkan hasil prediksi yang optimal maka diperlukan evaluasi terhadap masing-masing model. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan metode R^2 , MSE, dan RMSE. Tabel 3 merupakan hasil dari evaluasi dari hasil prediksi Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 3: Hasil R^2 , MSE, dan RMSE dari prediksi Tabel 1 dan Tabel 2

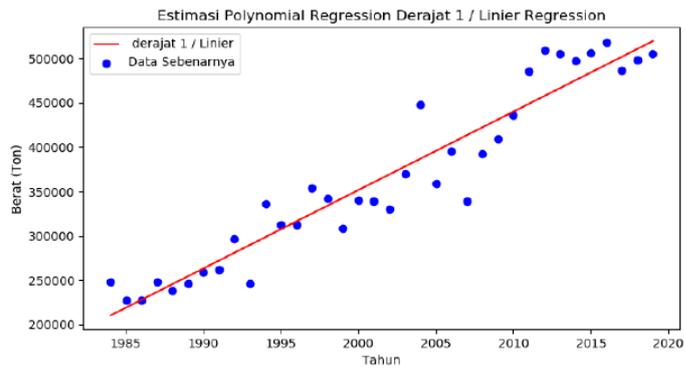
	Linier	Orde 2	Orde 3	Orde 4
R^2	0.9115	0.9162	0.9162	0.9181
MSE	818139508	774331918	757226222	757059422
RMSE	28603	27827	27518	27515

Berdasarkan hasil evaluasi Tabel 3, model regresi orde 4 memiliki nilai R^2 terbesar dibandingkan dengan regresi lainnya, yaitu 0.9181. Maka dapat dikatakan regresi polinomial orde 4 paling baik berdasarkan nilai R^2 . Untuk MSE dan RMSE nilai yang terendah merupakan nilai yang paling baik, sehingga regresi polinomial orde 4 merupakan yang paling baik karena memiliki masing-masing MSE sebesar 757059422 dan RMSE sebesar 27515.

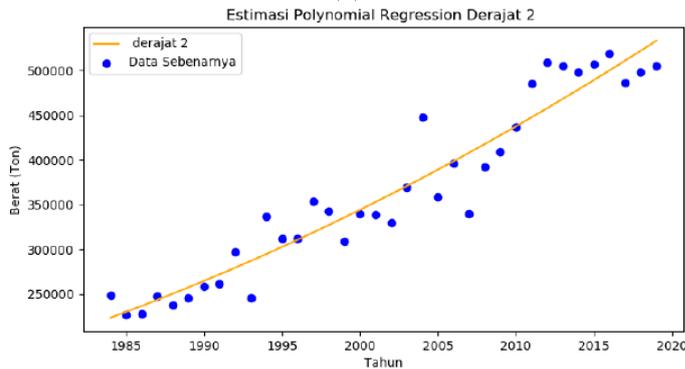
Berdasarkan data tersebut maka dapat disimpulkan bahwa untuk dataset yang digunakan untuk memprediksi daging sapi nasional, model terbaik adalah menggunakan metode regresi polinomial orde 4.

Prediksi Menggunakan Regresi Polinomial Orde atau Derajat 4

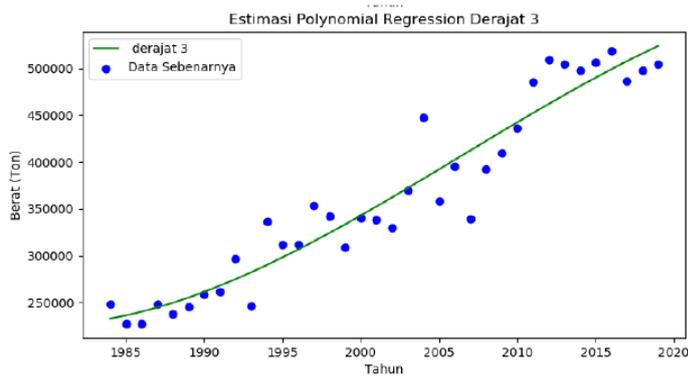
Berdasarkan hasil evaluasi Tabel 3 yang menyimpulkan model regresi polinomial orde 4 sebagai model terbaik, maka tahap terakhir dari penelitian ini adalah memprediksi produksi daging sapi nasional dengan model tersebut. Tahun yang akan diprediksi adalah produksi daging sapi untuk tahun 2020, 2021, dan 2022. Tabel 4 merupakan hasil dari prediksi menggunakan metode regresi polinomial orde 4.



(a)

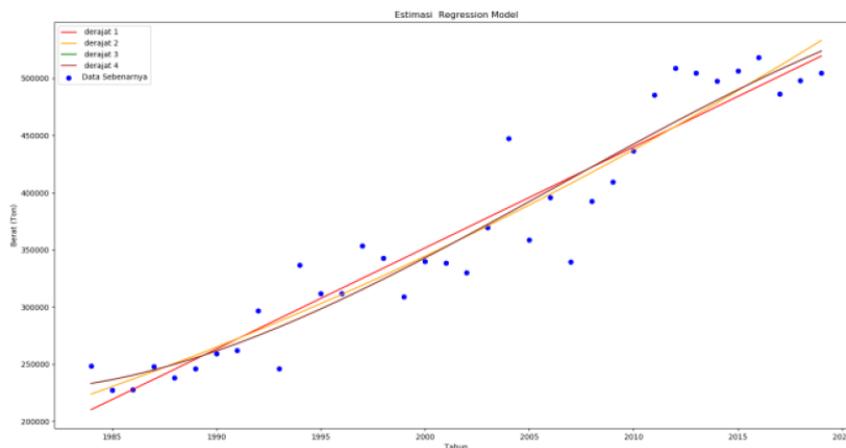


(b)



(c)

Gambar 4: Proyeksi hasil training data dengan regresi polinomial (a) orde 2, (b) orde 3, (c) orde 4



Gambar 5: Proyeksi hasil training data dengan regresi linier dan regresi polinomial

Tabel 4: Hasil Prediksi Produksi

No	Tahun	Hasil Prediksi Produksi (ton)
1	2020	531367
2	2021	538567
3	2022	545343

Penutup

Berdasarkan percobaan prediksi daging sapi nasional menggunakan dataset dengan jumlah 36 data, dapat disimpulkan bahwa model terbaik dalam melakukan prediksi adalah menggunakan metode regresi polinomial orde 4. Hal ini dapat disimpulkan berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi dengan metode R^2 , MSE, dan RMSE dengan nilai masing-masing $R^2 = 0.9217$, MSE = 80549907, dan RMSE = 8975.

Dengan metode regresi polinomial orde 4 juga dilakukan prediksi untuk mengetahui hasil produksi daging sapi yang akan datang. Prediksi dilakukan untuk mengetahui hasil daging sapi untuk tahun 2020, 2021, dan 2022. Hasil prediksi menunjukkan bahwa pada produksi daging sapi nasional tahun 2020 sebesar 531367 ton, 2021 sebesar 538567, dan 2022 sebesar 545343.

Perlu diperhatikan bahwa setiap model dan metode akan menghasilkan hasil prediksi yang berbeda. Dan perlu diperhatikan pula bahwa hasil prediksi hanya dapat dijadikan untuk membantu mengambil keputusan bukan menjadi patokan bahwa hasilnya selalu benar.

Daftar Pustaka

- [1] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, eBook: "Outlook Daging Sapi 2018", Kementerian Pertanian. 2018.
- [2] S. Maulidah, "Peramalan (Forecasting) Permintaan", Lab of Agribusiness Analysis and Management Faculty of Agriculture, Universitas Brawijaya, Malang, 2012.
- [3] Fabien Scalzo, Peng Xu, Shadnaz Asgari, Marvin Bergsneider, Xiao Hu, "Regression analysis for peak designation in pulsatile pressure signals", *Medical & Biological Engineering* 47(9):967-77, 2009.
- [4] Deny Kurniawan, "Regresi Linier (Linier Regression)", R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, 2018.
- [5] Gaurav Pandey, Poonam Chaudharya, Rajan Guptab, Saibal Palc., "SEIR and Regression Model based COVID-19 outbreak predictions in India", *JMIR Public Health and Surveillance* (preprints), 2020.
- [6] Uyun, Fitria Rihin, Jaya, La Ode Muh. Golok, Ransi, Natalism "Penerapan metode regresi polinomial Orde n pada pengembangan Aplikasi inventory (studi kasus pt. Landipo niaga raya)", *Informatics Engineering Department of Halu Oleo University*, 2019.
- [7] Susianto, Lydia Jessica, "Perbandingan model regresi polinomial dan model regresi Kernel Nadaraya-Watson: studi kasus harga emas di Indonesia", *Skripsi thesis, Sanata Dharma University*, 2020.
- [8] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, eBook: "Outlook Daging Sapi 2020", Kementerian Pertanian, 2020.
- [9] NJ Gogtay, SP Deshpande and UM Thatte, "Regression analysis", *Journal of The Association of Physicins of India*, ISSN:0004-5772, Vol. 63, April 2017.
- [10] Michael Golberg and Hokwon Cho, "Introduction to Regression Analysis", Publisher: Wessex Institute of Technology, WIT press ISBN: 978-1-85312-624-6, 2010.