

Prediksi Hasil Produksi Pertanian Kelapa Sawit di Provinsi Riau dengan Pendekatan Interpolasi Newton Gregory Forward (NGF)

Sagita Carolina Sihombing¹⁾

¹⁾ *Fakultas MIPA Universitas PGRI Palembang, Indonesia*

¹⁾Corresponding/ Main Contributor: sagita.charolina@yahoo.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini dibahas hubungan antara luas areal lahan dan produksi kelapa sawit di provinsi Riau. Data yang digunakan diambil dari data statistik pertanian Kementerian Pertanian tahun 2008-2017. Data ini terlebih dahulu dilakukan smoothing (penghalusan) dengan menggunakan Moving Average (MA3). Selanjutnya, dicari hubungan antara luas lahan dan produksi kelapa sawit di provinsi Riau dengan pendekatan Interpolasi Newton Gregory Forward. Hubungan antara luas lahan dan produksi kelapa sawit diberikan pada persamaan $f(x_s) = 5.562.000 + 1.182.000 s + ((0)s(s-1))/2! + (197.000 s(s-1)(s-2))/3$. Untuk mendapatkan hasil produksi estimasi dibutuhkan luas areal lahan yang berjalan. Hasil produksi estimasi dengan produksi riilnya dibandingkan dan diperoleh galat yang relative kecil.

Kata Kunci: Data, Interpolasi Newton Gregory Forward, Kelapa Sawit

Abstract

In this study, we discussed the relationship between land area and palm oil production in Riau province. The data used was taken from agricultural statistics from the Ministry of Agriculture in 2008-2017. This data is first made smoothing using Moving Average (MA3). Furthermore, we developed the relationship between land area and palm oil production in Riau province with the Newton Gregory Forward Interpolation approach. The relationship is given inequation of $f(x_s) = 5.562.000 + 1.182.000 s + ((0)s(s-1))/2! + (197.000 s(s-1)(s-2))/3$. This equation is expected to be used to predict palm oil production in Riau Province. To get the estimated production results, the area of plantation land that is running is needed. Estimated production results with real production are compared and relatively small errors are obtained.

Keywords : Data, Newton's interpolation of Newton Gregory Forward, Oil Palm

PENDAHULUAN

Penggunaan karet alam menjadi semakin luas sejak ditemukannya proses vulkanisasi. Proses vulkanisasi Kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang mengalami pertumbuhan produksi yang cukup pesat dibandingkan dengan tanaman perkebunan lainnya. Rata-rata pertumbuhan produksi kelapa sawit di Indonesia sebesar 7,7% per tahun pada periode 2008 – 2012. (Kementerian Pertanian, 2018). Ini menjadikan kelapa sawit sebagai salah satu andalan ekspor Indonesia. Selain itu, kelapa sawit juga mengalami pengembangan yang pesat dalam pemanfaatannya di bidang industri diantaranya sebagai penghasil energi bahan bakar alternatif (Masyukur, 2013) dan dalam Industri Oleokima yang saat ini sedang berkembang (Rofiqi, et al, 2016). Peningkatan ekspor komoditas ini tidak terlepas dari semakin tingginya tingkat produktivitas kelapa sawit. Sebagaimana Casson (1999)

dalam Ermawati (2013) menjelaskan bahwa peningkatan produksi kelapa sawit bisa disebabkan beberapa faktor antara lain efisiensi dan ketersediaan lahan panen, biaya produksi yang rendah, pasar domestik dan internasional yang menjanjikan, serta kebijakan pemerintah yang mendorong pengembangan industri kelapa sawit. Salah satu penghasil kelapa sawit terbesar di Indonesia adalah provinsi Riau. Berdasarkan data tahun 2011-2016, provinsi Riau memiliki luas lahan perkebunan kelapa sawit terluas di Indonesia. Pada tahun 2015, luas lahan perkebunan kelapa sawit di provinsi Riau mencapai 2.400.876 ha (21%) dari total luas lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia 11.260.277 ha (Kementerian Pertanian, 2018). Oleh sebab itu, dalam penelitian ini dibahas hubungan luas lahan pertanian kelapa sawit dengan produksi kelapa sawit di provinsi Riau.

Dalam penelitian ini digunakan metode pendekatan interpolasi Newton Gregory Forward (NGF) untuk menggambarkan hubungan antara luas lahan perkebunan kelapa sawit dengan produksi kelapa sawit. Data yang digunakan diambil dari statistik pertanian Kementerian Pertanian dari tahun 2008 – 2017. Metode NGF merupakan salah satu metode dalam komputasi numerik. Metode komputasi numerik digunakan untuk memprediksi suatu keadaan yang akan datang. Beberapa penelitian seperti Anton, et al (2012) menggunakan penelitian numerik komputasi untuk memprediksi suatu keadaan dan menyelesaikan suatu persoalan secara pendekatan yang hasilnya mendekati keadaan yang sebenarnya. Metode NGF banyak digunakan sebagai metode untuk memprediksi suatu keadaan yang sifatnya periodik dan equispaced. Penelitian yang menggunakan metode NGF diantaranya penelitian yang dilakukan Pangruruk, et al (2018) yang menggunakan metode NGF untuk memprediksi harga saham dengan tiga derajat interpolasi dan mendapatkan hasil bahwa metode NGF dapat digunakan untuk memprediksi harga saham dengan galat yang relatif kecil. Pada penelitian ini, dihasilkan suatu persamaan yang menggambarkan hubungan antara luas areal lahan dengan produksi kelapa sawit yang dapat dipergunakan untuk mengestimasi jumlah produksi kelapa sawit di masa yang akan mendatang dengan error yang relatif kecil.

METODA PENELITIAN

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/publikasi/perstatistikan>. Langkah-langkah penelitian dilakukan sebagai berikut:

a. *Smoothing Data* dengan *Moving Average*

Data sekunder yang digunakan adalah data sepuluh periode dari tahun 2008 – 2017. Sebelum diolah, dilakukan *smoothing* data terlebih dahulu dengan *Moving Average 3* (MA3) untuk luas areal perkebunan dan hasil produksi. Formula untuk perhitungan moving average diberikan sebagai berikut (Awat, 1995):

$$\text{Moving Average} = \frac{\sum \text{jumlah data } n \text{ periode sebelumnya}}{n} \quad (2.1)$$

Hasil dari *smoothing data* dengan MA3 diperoleh sebanyak 8 periode.

b. Regresi Linier

Selanjutnya data hasil *smoothing* dengan MA 3 dibuat regresi liniernya menggunakan SPSS 21 dengan luas areal perkebunan sebagai variabel bebasnya dan hasil produksi sebagai variabel terikat. Luas areal perkebunan sebagai variabel bebasnya menggunakan data [1.600.000; 2.800.000] dengan selisih 100.000 ha. Formula persamaan regresi linier diberikan sebagai berikut (Smadi, AA et al, 2012):

$$Y = a + bX \quad (2.2)$$

dimana,

Y = variabel terikat

X = variabel bebas

a = intercept, nilai Y pada saat $X = 0$

b = kemiringan, perubahan rata-rata Y terhadap perubahan satu unit X

Data tersebut selanjutnya diolah dengan pendekatan interpolasi newton *Newton Gregory Forward (NGF)*.

c. Interpolasi Polinomial *Newton Gregory Forward (NGF)*

Berdasarkan pada formula yang digunakan oleh Ripa, N.A. (2010) dan penelitian oleh Das, *et al* (2016), Interpolasi metode *Newton Gregory Forward (NGF)* menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$f(x_s) = f_0 + \frac{s}{1!} \Delta f_0 + \frac{s(s-1)}{2!} \Delta^2 f_0 + \frac{s(s-1)(s-2)}{3!} \Delta^3 f_0 + \dots + \frac{s(s-1)(s-2)\dots(s-n+1)}{n!} \Delta^n f_0 \quad (2.3)$$

dimana $s = \frac{x_s - x_0}{h}$ dan Δf_0 didapatkan melalui tabel beda hingga.

Untuk menentukan persamaan Interpolasi NGF diberikan sebagai berikut:

Langkah pertama: mencari nilai-nilai beda hingga dari $f(x)$ dengan bantuan Tabel Beda Hingga. Perhitungan tabel beda hingga dilakukan dengan bantuan program Matlab R2013a.

Langkah kedua: mencari nilai s dan nilai fungsi $f(x_s)$ dengan persamaan (2.3).

Menghitung galat antara produksi riil dengan produksi estimasi dari metode interpolasi NGF yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan adalah data yang diperoleh dari statistik pertanian Kementerian Pertanian dari tahun 2008 – 2017. Di bawah ini merupakan tabel informasi luas lahan dan produksi kelapa sawit dari tahun 2008 – 2017 untuk provinsi riau.

Tabel 3.1. Luas Areal Perkebunan Kelapa Sawit dan Produksi Kelapa Sawit

Periode	Tahun	Luas Areal Lahan (ha)	Produksi (ton)
1	2008	1.673.553	5.764.203
2	2009	1.781.900	5.932.310
3	2010	2.031.817	6.358.703
4	2011	1.912.009	5.736.722
5	2012	2.024.733	6.421.228
6	2013	2.193.721	6.646.997
7	2014	2.290.736	6.993.241
8	2015	2.400.876	8.059.846
9	2016	2.012.951	7.668.081
10	2017	2.776.440	9.071.275

Untuk memprediksi produksi kelapa sawit di tahun yang akan datang terlebih dahulu data pada tabel 3.1 dilakukan *smoothing* dengan MA 3. Hasilnya diberikan pada tabel 3.2 di bawah ini:

Tabel 3.2. Data *Smoothing* untuk Luas Areal dan Produksi Kelapa Sawit

Periode	Tahun	Luas areal lahan (ha)	MA 3 Luas areal (ha)	Produksi (ton)	MA 3 produksi (ton)
1	2008	1.673.553		5.764.203	
2	2009	1.781.900		5.932.310	
3	2010	2.031.817		6.358.703	
4	2011	1.912.009	1.829.090	5.736.722	6.018.405
5	2012	2.024.733	1.908.575	6.421.228	6.009.245
6	2013	2.193.721	1.989.520	6.646.997	6.172.218
7	2014	2.290.736	2.043.488	6.993.241	6.268.316
8	2015	2.400.876	2.169.730	8.059.846	6.687.155
9	2016	2.012.951	2.295.111	7.668.081	7.233.361
10	2017	2.776.440	2.234.854	9.071.275	7.573.723
11			2.396.756		8.266.401

Selanjutnya data pada tabel 3.2 diolah dengan menggunakan SPSS 21 untuk memperoleh persamaan regresi linier. Data yang digunakan adalah MA 3 Luas areal (ha) dan MA 3 produksi (ton). Diperoleh persamaan regresi linier sebagai berikut:

$$y = -1.530.000 + 3,94x \quad (3.1)$$

Dengan menggunakan persamaan regresi linier (3.1) dapat dibuat data luas areal pada interval [1.600.000; 2.800.000] dengan selisih antara periode 100.000 ha untuk memprediksi produksinya.

Tabel 3.3. Data Hasil Regresi Linier

Periode	Luas Areal (ha)	Produksi berdasarkan Persamaan Regresi (ton)
1	1.600.000	4.774.000
2	1.700.000	5.168.000
3	1.800.000	5.562.000
4	1.900.000	5.956.000
5	2.000.000	6.350.000
6	2.100.000	6.744.000
7	2.200.000	7.138.000
8	2.300.000	7.532.000
9	2.400.000	7.926.000
10	2.500.000	8.320.000
11	2.600.000	8.714.000
12	2.700.000	9.108.000
13	2.800.000	9.502.000

Dari tabel hasil regresi linier dipilih 4 titik untuk membentuk polinomial NGF berderajat 3. Titik yang dipilih diberikan pada tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.4. Data Hasil Regresi Linier yang Dipilih

Luas Areal (ha)	Produksi berdasarkan Persamaan Regresi (ton)
1.800.000	5.562.000
2.100.000	6.744.000
2.400.000	7.926.000
2.800.000	9.502.000

Untuk menghasilkan tabel beda hingga dengan metode interpolasi *Newton Gregory Forward* (NGF) dilakukan dengan menggunakan Matlab. Berikut kode Matlab yang digunakan:

```
clear all
clc
format long g
syms s
x=input('x=');
y=input('y=');
xs=input('xs=');
h=x(end)-x(end-1);x0=x(1);sh=(xs-x0)/h;
k=length(x)-1; b=zeros(k+1,k); yy=y; z=sym(zeros(k,1));
if length(x)~=length(y)
    disp('lengths must be same')
    break
end
for i=1:k
    for j=1:k-i+1
        yy(j)=yy(j+1)-yy(j);
        b(j,i)=yy(j);
    end
end
for i=1:k
    ss=1;
    for j=0:i-1
        ss=ss*(s-j);
    end
    z(i,1)=ss;
end
F=0;
for i=1:k
    F=F+(z(i,1)/factorial(i))*b(1,i);
end
F0=char(F);
pn=inline(F0,'s');
disp('    x    y    Dy(forward)s:')
disp('*****')
disp(['x' y' b])
disp('The NGFD interpolation is p(xs=x0+sh)= ')
pretty(F+y(1))
disp(' ')
disp(['Newton-Gregory forward interpolation p(x) for x=',{xs},'is',{pn(sh)+y(1)}])
```

Tabel beda hingga yang diperoleh dengan metode NGF ditampilkan pada tabel 3.5, dimana $f_0 = 5.562.000$, $\Delta f(x_0) = 1.182.000$, $\Delta f(x_0)^2 = 0$, $\Delta f(x_0)^3 = 394.000$

Tabel 3.5. Tabel Beda Hingga Metode NGF

n	x	$f(x)$	$\Delta f(x)$	$\Delta f(x)^2$	$\Delta f(x)^3$
0	1.800.000	5.562.000			
			1.182.000		
1	2.100.000	6.744.000		0	
					394.000
2	2.400.000	7.926.000			
3	2.800.000	9.502.000			

Dari bentuk umum persamaan NGF yang diberikan pada persamaan (2.3) dan informasi dari tabel 3.5, diperoleh persamaan interpolasi NGF sebagai berikut:

$$f(x_s) = 5.562.000 + 1.182.000 s + \frac{(0)s(s-1)}{2!} + \frac{197.000 s(s-1)(s-2)}{3} \quad (3.2)$$

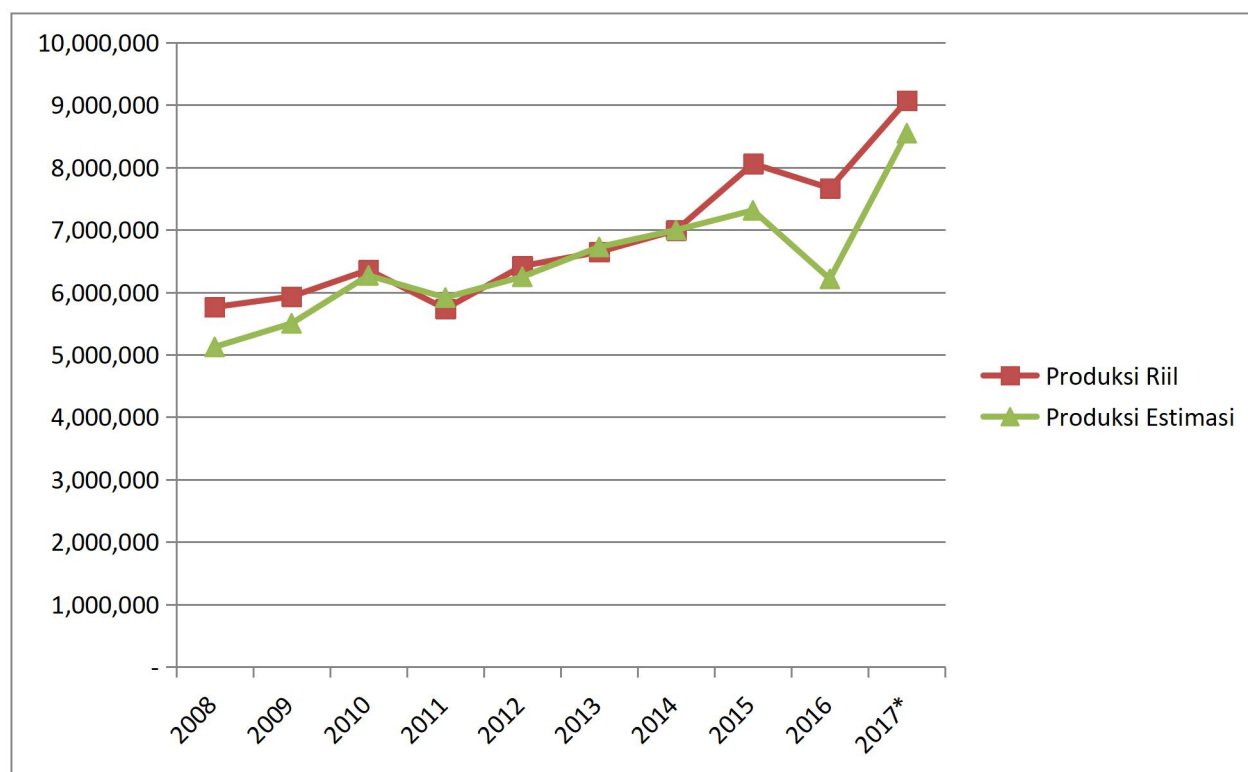
dimana x_s sebagai luas areal lahan diperoleh nilai $f(x_s)$ sebagai produksi estimasi.

Tabel 3.6 memperlihatkan hasil perbandingan produksi riil dan produksi estimasi berdasarkan persamaan (3.2).

Tabel 3.6. Perbandingan Produksi Riil dan Produksi Estimasi Kelapa Sawit

Tahun	Luas areal lahan (ha)	Produksi Riil (ton)	Produksi Estimasi (ton)
2008	1.673.553	5.764.203	5.125.071,7
2009	1.781.900	5.932.310	5.502.162,2
2010	2.031.817	6.358.703	6.269.748,2
2011	1.912.009	5.736.722	5.915.757,5
2012	2.024.733	6.421.228	6.249.334,9
2013	2.193.721	6.646.997	6.726.476,1
2014	2.290.736	6.993.241	6.997.995,5
2015	2.400.876	8.059.846	7.312.928,1
2016	2.012.951	7.668.081	6.215.262,6
2017	2.776.440	9.071.275	8.549.277,3

Secara grafik, perbandingan produksi riil dan produksi estimasi kelapa sawit diberikan sebagai berikut:



Gambar 3.1. Grafik Perbandingan Produksi Riil dan Produksi Estimasi

Selanjutnya untuk mengukur penyimpangan data dilakukan dengan menghitung galat antara produksi sebenarnya dengan produksi hasil dari prediksi.

Tabel 3.7. Perhitungan Galat antara Produksi Riil dan Produksi Estimasi

Tahun	Luas areal lahan (ha)	Produksi Riil (ton)	Produksi Estimasi	Galat
			(ton)	
2008	1.673.553	5.764.203	5.125.071,7	0,110879389
2009	1.781.900	5.932.310	5.502.162,2	0,072509324
2010	2.031.817	6.358.703	6.269.748,2	0,013989449
2011	1.912.009	5.736.722	5.915.757,5	0,03120867
2012	2.024.733	6.421.228	6.249.334,9	0,026769511
2013	2.193.721	6.646.997	6.726.476,1	0,011957144
2014	2.290.736	6.993.241	6.997.995,5	0,000679876
2015	2.400.876	8.059.846	7.312.928,1	0,092671485
2016	2.012.951	7.668.081	6.215.262,6	0,189463094
2017	2.776.440	9.071.275	8.549.277,3	0,05754403

Dari tabel 3.7 dapat dilihat bahwa pada beberapa periode dihasilkan galat yang cukup kecil. Galat yang paling besar dihasilkan pada tahun 2016 dimana pada tahun 2016 kemungkinan terjadi musiman. Selain itu ada juga kemungkinan pengaruh dari faktor lain seperti pemupukan dan pertambahan umur tanaman.

KESIMPULAN

Dari pembahasan diketahui bahwa hubungan antara produksi kelapa sawit terhadap luas lahan areal perkebunan kelapa sawit dengan metode NGF dapat dibentuk dalam persamaan:

$$f(x_s) = 5.562.000 + 1.182.000 s + \frac{(0)s(s-1)}{2!} + \frac{(197.000 s(s-1)(s-2))}{3}$$

Metode interpolasi Newton Gregory Forward dapat digunakan untuk memprediksi hasil produksi dari luas lahan perkebunan kelapa sawit dengan error yang relative kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anton, H. and Rorres, C. (2012). Comparison of Lagrange's and Newton's interpolating polynomials. *Journal of Experimental Sciences*, 3(1):01-04
- [2] Awat, N.J. (1995). *Metode Statistik dan Ekonometri*. Liberty. Yogyakarta
- [3] Das, B and Chakrabarty, D. (2016). Newton's Forward Interpolation: Representation of Numerical Data by A Polynomial Curve. *International Journal of Statistics and Applied Mathematics*. 1(2):36-41
- [4] Ermawati, T dan Saptia, Y. (2013). Kinerja Ekspor Minyak Kelapa Sawit Indonesia. *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*. 7(2):129-147
- [5] Kementerian Pertanian. (2018). *Statistik Pertanian*. Jakarta: Kementerian Pertanian
- [6] Masyukur. (2013). Pengembangan Industri Kelapa Sawit sebagai Penghasil Energi Bahan Bakar Alternatif dan Mengurangi Pemanasan Global. *Jurnal Reformasi*. 3(2):96-107
- [7] Pangruruk, A.F and Barus, S.P. (2018). Prediksi Harga Saham dengan Interpolasi Polinom Newton Gregory Maju. *Prosiding KNPMP III 2018* (pp. 644-650)
- [8] Ripa, N.A. (2010). Analysis of Newton's Forward Interpolation Formula, *International Journal of Computer Science & Emerging Technologies*. 12(1)4: 12-16
- [9] Rofiqi, D.M., Maarif, M.S., dan Hermawan, A. (2016). Strategi Percepatan Pengembangan Industri Turunan Minyak Sawit Mentah (MSM) di Indonesia. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 26 (3), 246-254
- [10] Smadi, AA, Nour, H., Abu-Afouna. (2012). On Least Squares Estimation in a Simple Linear Regression Model with Periodically Correlated Errors: A Cautionary Note. *Austrian Journal of Statistics*. 41(3): 211–226.