

PERAMALAN PRODUKSI UBI KAYU PROPINSI JAWA TENGAH MENGUNAKAN ALGORITMA EKSTRAPOLASI POLINOMIAL NEWTON

Brian L. Djumaty¹⁾, Andeka Rocky Tanaamah²⁾, Alz Danny Wowor³⁾

^{1,2,3)}Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Satya Wacana

Jl. Diponegoro 55-66, Salatiga 50711

Telp: (0298)3419240, Fax(0298)3419240

E-mail: brianian64@yahoo.co.id¹⁾, atanaamah@staff.uksw.edu²⁾, alzdanny.wr@gmail.com³⁾

Abstrak

Tingkat produksi ubi kayu propinsi Jawa Tengah yang tidak menentu dan bersifat fluktuatif sehingga sangat sulit untuk mendapatkan informasi dalam memenuhi permintaan yang semakin meningkat diwaktu yang akan datang, masalah ini dapat didekati menggunakan metode peramalan. Polinomial Newton merupakan salah satu implementasi metode numerik yang digunakan untuk membuat polinom dari titik-titik pada suatu grafik. Penelitian ini melakukan peramalan dengan menggunakan ekstrapolasi polinomial Newton. Hasil yang diperoleh diuji menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk melihat performansi metode terhadap data yang diramalkan. MAPE terkecil diperoleh hanya pada polinomial derajat-2 yaitu 11,68 sedangkan untuk derajat polinomial yang lain cukup besar. Sebagai pembandingan dipilih Double Exponential Smoothing dan MAPE yang diperoleh hanya 0,014. Oleh karena itu algoritma ekstrapolasi polinomial Newton kurang direkomendasikan untuk meramalkan produksi ubi kayu di Propinsi Jawa Tengah.

Kata kunci: Ekstrapolasi Polinomial Newton, Mean Absolute Percentage Error (MAPE), Double Exponential Smoothing.

1. PENDAHULUAN

Jawa Tengah menjadi salah satu propinsi penghasil ubi kayu terbesar di Indonesia. Data BPS menunjukkan jumlah produksi ubi kayu dari tahun 2008 sampai 2012 untuk propinsi Jawa Tengah mempunyai rata-rata 15,39% dari produksi Indonesia, sedangkan kebutuhan akan makanan berbahan baku ubi kayu untuk Jawa Tengah sekitar 190.747 ton untuk setiap tahun [1]. Kebutuhan akan tanaman pangan khususnya ubi kayu menjadi hal yang perlu diperhatikan. Hal ini disebabkan produksi ubi kayu Jawa Tengah bukan hanya untuk memenuhi kebutuhan masyarakat lokal saja tetapi juga di ekspor ke negara yang lain.

Tingkat produksi ubi kayu yang tidak menentu dan bersifat fluktuatif sehingga sangat sulit untuk mendapatkan informasi dalam memenuhi permintaan yang semakin meningkat diwaktu yang akan datang. Masalah ini dapat diestimasi dengan menggunakan metode peramalan. Metode peramalan adalah model matematis yang merupakan pengidealan dari dunia nyata. Perlu disadari bahwa model matematika tidak pernah dapat menggambarkan secara lengkap dari situasi fisik dari kehidupan nyata, tetapi model yang baik menyederhanakan kenyataan, sekedar untuk memungkinkan kalkulasi matematika tetapi cukup akurat untuk memberikan kesimpulan berharga [2].

Polinomial Newton merupakan salah satu algoritma yang dapat sebagai metode peramalan. Algoritma dari polinomial Newton pernah digunakan sebagai metode untuk meramalkan harga pasar saham [3]. Penggunaan yang lain, seperti mencari informasi terkait isu badai matahari 2012, dengan mengekstrapolasi bilangan bintik matahari pada siklus 24 [4], atau juga memprediksi banyaknya penyaringan dalam kontrol sinyal [5]. Penggunaan polinomial Newton dalam peramalan pada kasus-kasus yang telah disebutkan di atas, maka dalam penelitian ini mencoba apakah algoritma tersebut dapat digunakan sebagai metode untuk meramalkan produksi ubi kayu Propinsi Jawa Tengah. Penelitian ini menggunakan algoritma ekstrapolasi polinomial Newton dengan derajat polinomial adalah derajat-2, derajat-3, derajat-4, derajat-9, derajat-14, dan derajat-18 dalam memperkirakan data produksi ubi kayu.

2. KAJIAN PUSTAKA

Penelitian ini menggunakan ekstrapolasi polinomial Newton sebagai algoritma untuk meramalkan produksi ubi kayu Propinsi Jawa Tengah dan juga menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE) sebagai indikator untuk melihat performansi suatu metode terhadap data yang diramalkan. Semakin kecil MAPE, semakin sesuai suatu metode dengan data yang diramalkan.

2.1 Polinomial Newton

Bentuk umum dari polinom Newton untuk data berjarak sama dapat di tulis sebagai [6]:

$$P_n(x) = f(x_0) + f[x_1, x_0](x - x_0) + f[x_2, x_1, x_0](x - x_0)(x - x_1) + f[x_n, x_{n-1}, \dots, x_1, x_0](x - x_0)(x - x_1) \dots (x - x_{n-1}) \quad (1)$$

Selisih terbagi (ST) atau koefesien dari Persamaan 1, secara umum diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Selisih Terbagi Newton

i	x_i	$y_i = f(x_i)$	ST-1	ST-1	ST-2
0	x_0	$f(x_0)$	$f[x_1, x_0]$	$f[x_2, x_1, x_0]$	$f[x_3, x_2, x_1, x_0]$
1	x_1	$f(x_1)$	$f[x_2, x_1]$	$f[x_3, x_2, x_1]$	
2	x_2	$f(x_2)$	$f[x_3, x_2]$		
3	x_3	$f(x_3)$			

2.2 Mean Absolute Percentage Error

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) adalah presentase tingkat error perhitungan yang didapat dari persamaan berikut ini.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right| \quad (2)$$

dimana n adalah banyaknya *forecasting*, A adalah nilai *actual* pada bulan tersebut dan F adalah nilai *forecasting* pada bulan tersebut.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Sumber Data, Variabel Penelitian, dan Asumsi Penelitian.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari data BPS Propinsi Jawa Tengah yang diambil dari tahun 1993 sampai tahun 2012. Variabel yang dipakai dalam penelitian ini adalah variabel bebas dan variabel tak bebas, yang kemudian digunakan pada setiap derajat polinomial Newton.

Penelitian ini memprediksi produksi ubi kayu untuk Propinsi Jawa Tengah. Produksi ubi kayu memang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti luas lahan, jenis tanaman, curah hujan, kelembaban tanah dan juga yang lainnya. Memprediksi produksi ubi kayu mengasumsikan bahwa faktor-faktor yang diperlukan untuk produksi ubi kayu berjalan dengan laju yang tetap, misalnya untuk luas lahan selalu tersedia untuk menanam ubi kayu, begitu juga dengan ketersediaan air, dan tidak ada bencana alam atau faktor pengganggu yang lainnya.

3.2 Langkah Analisis

Langkah analisis yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat plot data untuk mengetahui jenis dari data produksi ubi kayu Propinsi Jawa Tengah untuk tahun 1993 sampai tahun 2012.
2. Memilih data (dari 20 data) untuk polinomial berderajat-2, derajat-3, derajat-4, derajat-9, derajat-14, dan derajat 18.
3. Membuat model menggunakan algoritma polinomial newton, untuk polinomial berderat-2, derajat-3, derajat-4, derajat-9, derajat-14, dan derajat-18.
4. Melakukan peramalan dengan mengekstrapolasi setiap polinomial terpilih untuk mengetahui produksi ubi kayu Propinsi Jawa Tengah pada tahun berikutnya.
5. Menghitung MAPE dari masing-masing polinomial yang dibentuk.
6. Membandingkan hasil MAPE dengan metode peramalan yang sesuai dengan tipe data, sehingga dapat mengetahui seberapa sensitif algoritma ekstrapolasi polinomial Newton dalam meramalkan produksi ubi kayu Propinsi Jawa Tengah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Plot Data Produksi Ubi Kayu

Untuk dapat melihat pola hubungan antara variabel produksi dan variabel tahun produksi ubi kayu Propinsi Jawa Tengah maka dapat dilakukan dengan membuat plot masing-masing variabel produksi terhadap variabel tahun produksi.

Plot data antara kedua variabel untuk 20 pasangan data menunjukkan bahwa hasil menunjukan membentuk pola tertentu dengan memiliki trend. Rangkaian Trend ditandai dengan adanya kecenderungan arah data bergerak naik (*growth*) atau turun (*decline*) pada jangka panjang. Dengan kata lain runtun waktu dikatakan mempunyai Trend jika nilai rata-ratanya berubah sewaktu-waktu.

Secara teori teknik peramalan untuk data dengan pola trend umumnya adalah *Moving Average*, *Double Exponential Smoothing* dan juga yang lainnya. Penelitian ini mencoba menggunakan ekstrapolasi polinomial Newton untuk dapat menentukan nilai ramalan dengan melihat apakah metode tersebut tepat untuk digunakan sebagai meramalkan produksi ubi kayu di Jawa Tengah.

4.2 Pembentukan Model Peramalan Ekstrapolasi Polinomial Newton.

Penelitian ini menerapkan algoritma Ekstrapolasi polinomial Newton sebagai model dalam memprediksi produksi ubi kayu. Seperti yang telah dibahas pada bagian sebelumnya bahwa digunakan polinomial derajat-2, derajat-3, derajat-5, derajat-9, derajat-14 dan derajat-18 dalam peramalan. Polinomial Newton yang akan dibentuk memerlukan data sebagai inputan. Misalnya untuk polinomial derajat-2 akan memerlukan empat data, secara umum untuk polinomial derajat- n maka akan diperlukan data sebanyak $n + 1$ data, dengan $n = 1, \dots, 20$.

Sebagai contoh, untuk membentuk polinomial derajat-2 membutuhkan 3 data tahun produksi dan banyak produksi. Pada kasus ini diambil 21 buah data, sehingga dapat dibentuk polinomial berderajat-2 sebanyak 1330 fungsi. Polinomial yang terpilih adalah fungsi yang mempunyai peramalan dengan MAPE terkecil. Cara yang sama dilakukan untuk dapat memilih polinomial derajat yang lain.

Polinomial berderajat-2, dipilih data tahun 2010, 2011, dan 2012. Ketiga data ini dipilih karena dalam polinomial yang dibentuk memperoleh MAPE terkecil yaitu 11,68. Sedangkan data terpilih untuk polinomial yang berderajat lain ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Data Terpilih setiap Derajat Polinomial

Polinomial Newton	Data Terpilih	MAPE
Derajat-2	2010, 2011, dan 2012	11,68
Derajat-3	2009, 2010, 2011, dan 2012	84.176
Derajat-4	2008, 2009, 2012	2139
Derajat-9	2003, 2004, 2012	6360.61
Derajat-14	1998, 1999, 2012	33694.55
Derajat-18	1993, 1994, ..., 2012	171.16

4.3 Hasil Peramalan

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, bahwa peramalan untuk polinomial Newton menggunakan data tahun 2010, 2011, dan 2013. Berdasarkan Persamaan 1, maka polinomial derajat-2 dapat dibentuk dengan ditentukan koefisien pada setiap variabel menggunakan selisih beda terbagi Newton. Oleh karena itu pada Tabel 3 di bawah ini adalah selisih beda terbagi untuk polinomial derajat-2.

Tabel 3. Selisih Beda Terbagi Newton Derajat-2

i	x_i	$f(x_i)$	ST-1	ST-2
0	2010	3876242	-	360894
			374784	
1	2011	3501458	347004	
2	2012	3848462		

Hasil yang diperoleh dari selisih beda terbagi digunakan untuk membentuk polinomial derajat-2. Selanjutnya membentuk polinomial derajat-2 dengan mengikuti Persamaan 1, sehingga diperoleh persamaan Polinomial Newton yang diberikan pada Persamaan 3.

$$P_2(x) = 3876242 - 374784(x - 2010) + 360894(x - 2010)(x - 2011) \quad (3)$$

Bedasar pada Persamaan 3, maka dapat dilakukan peramalan dengan mengekstrapolasi polinomial yang diperoleh. Peramalan dilakukan dengan mensubstitusikan tahun yang akan diramalkan, misalnya dengan mengambil $x = 2013$ diperoleh $P_2(2013) = 4917254$. Untuk mendapatkan hasil ramalan yang lain dengan

derajat polinomial yang berbeda dilakukan dengan cara yang sama dengan derajat-2. Hasil secara lengkap untuk setiap derajat polinomial yang dipilih diberikan pada Tabel 4.

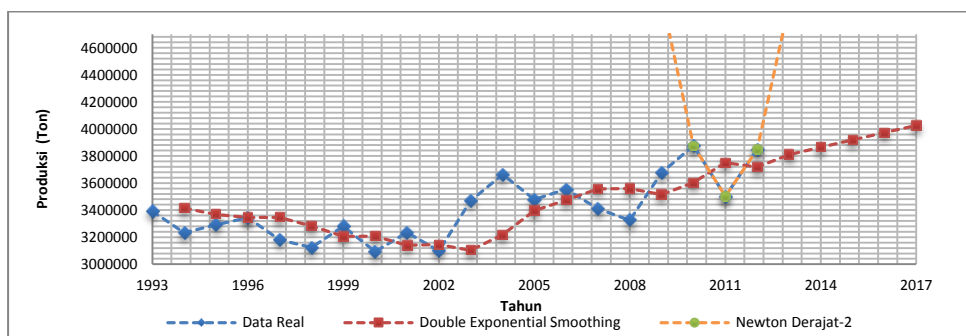
Tabel 4. Hasil Ramalan untuk Derajat Polinomial Terpilih

Polinomial	Hasil Ramalan		
Newton	2013	2014	2015
Derajat-2	4917254	6707834	9220202
Derajat-3	6213259	11891854	22180252
Derajat-4	7931204	20481579	47949427
Derajat-9	-4739849	-90046199	-
Derajat-14	782305859	1.11E+10	33694.55
Derajat-18	-	-4.32E+11	-4.53E+12

Hasil yang diperoleh pada setiap derajat polinomial yang ditunjukkan pada Tabel 3, nampak untuk derajat-9 dan derajat-18 memberikan hasil yang negatif, sehingga peramalan dengan kedua polinomial ini tidak mungkin digunakan. Sedangkan untuk derajat polinomial yang lain memberikan hasil positif tetapi hasil ramalan yang diperoleh terlalu tinggi dan menjadi tidak rasional untuk dijadikan referensi untuk meramalkan produksi ubi kayu Propinsi Jawa Tengah. Selain hasil produksi, hasil perhitungan eror menggunakan MAPE yang diberikan pada Tabel 2, juga menunjukkan nilai eror yang masih terlalu besar, padahal polinomial yang dibentuk sudah terpilih dari data dengan nilai MAPE yang terkecil juga.

Ekstrapolasi polinomial Newton selalu membentuk sebuah fungsi yang sesuai dengan derajat yang diinginkan. Oleh karena itu kalau polinomial yang berderajat genap akan membentuk kurva parabola, sedangkan untuk polinomial yang berderajat ganjil menghasilkan kurva berbetuk seperti abjat S. Pada produksi ubi kayu Jawa Tengah dengan kasus polinomial derajat-2 dalam meramalkan produksi ubi kayu membentuk kurva parabola yang terbuka ke atas, dan mempunyai titik puncak di (2011, 3501458) sehingga membuat *range* (daerah hasil) dari derajat-2 akan memberikan nilai yang positif semua. Tetapi yang terjadi bahwa hasil ramalan untuk tahun 2006 dan seterusnya terlalu besar, seperti untuk tahun 2016 diperoleh 12454358 ton dan tahun 2017 sebanyak 16410302 ton. Hasil ini menjadi kurang tepat untuk hasil dari peramalan, karena bila dilihat data real dari produksi ubi kayu Propinsi Jawa Tengah walaupun mengalami fluktuasi tetapi hasil produksi untuk setiap tahun hanya berada dalam interval 3091874 ton sampai 3876242 ton. Sedangkan dengan polinomial derajat-2 interval yang dihasilkan terlalu besar barada pada 3501458 ton sampai 120681134 ton.

Penggunaan metode ekstrapolasi Newton dengan derajat-2 merupakan derajat yang mempunyai MAPE terkecil untuk sekian polinomial yang lain. Untuk menguji seberapa baik ekstrapolasi polinomial Newton dalam meramalkan produksi ubi kayu, perlu dibandingkan dengan metode lain yang lebih sesuai dengan tipe data. Berdasarkan uji tipe data diperoleh bahwa data produksi ubi kayu membentuk pola trend. Sehingga sebagai pembandingan selanjutnya akan diuji menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*. Gambar 1, menunjukkan peramalan menggunakan metode data real, metode *Double Exponential Smoothing*, dan juga ekstrapolasi Newton derajat-2.



Gambar 1. Grafik Double Exponential Smoothing dan Newton Derajat-2

Grafik dari kedua metode yang ditunjukkan pada Gambar 1, terlihat bahwa metode *Double Exponential Smoothing* nampak tidak mempunyai selisih yang jauh untuk setiap data, tetapi hal yang berbeda terjadi untuk Newton derajat-2 selisih untuk setiap data terlalu besar kecuali data untuk tahun 2010, 2011, dan 2012.

4.4 Hasil MAPE

Bagian sebelumnya telah membahas bahwa MAPE digunakan sebagai indikator untuk melihat performansi suatu metode terhadap data yang diramalkan, oleh karena itu Tabel 5, hasil dari setiap derajat polinomial

Newton yang sebelumnya telah diberikan pada Tabel 2, ditunjukkan lagi untuk melihat perbedaan dengan MAPE *Double Exponential Smoothing*.

Tabel 5. Perbandingan MAPE

Metode	Ekstrapolasi polinomial Newton						<i>Double Exponential Smoothing</i>
	Derajat 2	Derajat 3	Derajat 4	Derajat 9	Derajat 14	Derajat 18	
MAPE	11.68	84.17	2139	6360.61	33694.55	171.16	0.014

Idealnya penggunaan dengan MAPE adalah semakin kecil MAPE, semakin sesuai suatu metode dengan data yang diramalkan. Namun disini, nilai MAPE yang ditemukan sangat besar, sehingga jelas bahwa metode peramalan dengan ekstrapolasi polinomial Newton tidak sesuai dalam meramalkan produksi ubi kayu. Hal ini diperjelas dengan pengujian dengan metode *Double Exponential Smoothing* diperoleh MAPE yang sangat kecil yaitu 0.014.

MAPE yang terlalu besar untuk peramalan karena untuk setiap data yang digunakan, dijadikan titik untuk membentuk sebuah fungsi atau persamaan. Setiap persamaan tersebut yang dibentuk dapat berderajat genap maupun berderajat ganjil. Bila sudah dibentuk menjadi fungsi maka pola data juga akan menyesuaikan dengan fungsi yang dibentuk. Sehingga nilai ramalan yang diperoleh juga mengikuti karakter fungsi tersebut. Hal ini tentu saja berbeda dengan metode *Double Exponential Smoothing* yang selalu melakukan pemulusan (*smoothing*) untuk setiap data yang digunakan. Sehingga MAPE kedua metode tersebut berbeda sangat signifikan.

Satu hal yang dapat dijadikan referensi dalam penelitian ini adalah dalam meramalkan produksi ubi kayu Propinsi Jawa Tengah walaupun mempunyai error yang besar tetapi dalam melakukan peramalan dengan MAPE terkecil hanya membutuhkan data yang sedikit, berbeda dengan metode-metode yang lain dalam meramalkan diperlukan data yang banyak, karena dengan asumsi semakin banyak data akan peramalan yang dilakukan akan semakin representatif.

Informasi lain yang diperoleh dari penelitian ini adalah dalam melakukan peramalan untuk semakin akurat apabila mengambil data yang paling terakhir. Misalnya periode yang diekstrapolasi adalah tahun 2013, maka untuk lebih baik menggunakan data 2012 dan sebelumnya secara berurutan dengan selisih satu periode. Bila pengambilan data secara acak urutannya, dalam artian tidak berurutan secara periode maka MAPE yang diperoleh akan semakin besar.

5. SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian adalah penggunaan algoritma ekstrapolasi polinomial Newton dalam melakukan peramalan dapat melakukan prediksi produksi ubi kayu Propinsi Jawa Tengah, tidak semua derajat polinomial dapat melakukan prediksi, pada derajat polinomial tertentu tidak dapat melakukan prediksi karena mendapatkan hasil yang negatif. MAPE yang diperoleh begitu besar bila dibandingkan dengan metode *Double Exponential Smoothing*, oleh karena itu penggunaan algoritma ekstrapolasi polinomial Newton kurang direkomendasikan untuk melakukan peramalan produksi ubi kayu propinsi Jawa Tengah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Biro Pusat Statistik Indonesia. 2012. *Produksi Ubi Kayu Menurut Propinsi*. Direktorat Jendral Tanaman Pangan.
- [2] Stewart, J., 2008. *Calculus*, 6th ed. Belmont-California: Thomson Brooks/ Cole.
- [3] Muhamad, D., 2011. *Penggunaan Metode Newton dan Langrange pada Interpolasi Polinom Pergerakan Harga Saham: Studi Kasus Saham PT Adaro Energi Tbk*. Makalah Metode Numerik. ITB Bandung.
- [4] Maspupu, J., 2010. Ekstrapolasi Puncak Bilangan Bintik Matahari pada Siklus 24: *Seminar Sains dan Pendidikan Sains V*. Fakultas Sains dan Matematika, UKSW, 10 Juni 2010. Salatiga.
- [5] Valiviita, S., Ovaska, S., dan Vainio, O., 1999. Polynomial Predictive Filtering in Control Instrumentation: A Review: *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. 46. No. 5.
- [6] Chapra, S., & Canale, R., 2003, *Numerical Methods for Engineers*, 3rd ed. New York: McGraw-Hill.