PRAKIRAAN HARGA RUMAH DI KOTA SEMARANG DENGAN MODEL DERET WAKTU

Novita Serly Laamena
Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Satya Negara Indonesia
Email: nolabers2111@gmail.com

ABSTRAK

Minat masyarakat akan tanah dan rumah cenderung meningkat. Kecenderungan tersebut dapat dianalisis dengan model deret waktu. Model deret waktu yang umum digunakan adalah model deret waktu stasioner, yaitu AR(p), MA(q), atau ARMA(p,q). Analisa mengenai model tersebut menggunakan pola ACF dan PACF. Namun, dalam pelaksanaannya sering kali dijumpai model deret waktu yang tidak stasioner. Untuk mengatasi hal tersebut, dapat digunakan model deret waktu yang tidak stasioner atau dapat pula dilakukan differencing sebanyak n kali. Model terbaik adalah model dengan error dan nilai BIC terkecil. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk memprediksi harga rumah di masa
yang akan datang.

Kata Kunci: ACF, AIC, AR, ARIMA, ARMA, BIC, forecasting, MA, PACF, stasioner.

PENDAHULUAN

Rumah sangat penting bagi manusia. Rumah merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi manusia. Pada masa kini, rumah sudah jauh berkembang penggunaannya. Dalam dunia infestasi, pemilihan model rumah terbaik mempertimbangkan beberapa aspek, diantaranya letak yang stragis, luas bangunan, luas tanah dan halaman, bentuk yang unik, minimalis, dan juga jumlah ruangan yang ada di dalam rumah tersebut. Permasalahan masalah rumah merupakan hal yang menarik untuk dikaji lebih lanjut.

Kota Semarang adalah ibukota Provinsi Jawa Tengah, sekaligus kota metropolitan terbesar kelima di Indonesia setelah Jakarta, Surabaya, Bandung, dan Medan. Dengan jumlah penduduk yang mencapai 2 juta jiwa, saat ini Kota Semarang sedang mengalami perkembangan pesat. Keberadaan beberapa perguruan tinggi negeri maupun swasta menjadi daya Tarik tersendiri bagi kota Semarang. Pembahasan mengenai harga tanah dan rumah di masa yang akan datang merupakan hal yang sangat menarik dan patut mendapat perhatian lebih. Oleh karena itu, akan dilakukan prakiraan harga rumah di kota semarang dengan menggunaka model deret waktu.

TINJAUAN PUSTAKA

Deret Waktu

Deret waktu merupakan serangkaian pengamatan terhadap suatu variabel yang diambil dari waktu ke waktu, biasanya dituliskan dalam barisan peubah acak $\{Y_t$, t

$=\pm 1, \pm 2, \ldots\}$. Syarat dari deret waktu adalah adanya kebergantungan pengamatan antar waktu. Analisis deret waktu dapat digunakan untuk menemukan pola dari masa lalu yang akan digunakan untuk prediksi data di masa yang akan datang. Data deret waktu adalah data yang biasanya digunakan untuk menggambarkan suatu perkembangan atau kecenderungan keadaan, peristiwa, atau kegiatan. Contoh dari data deret waktu adalah pertumbuhan ekonomi suatu negara per tahun, jumlah produksi minyak per bulan, dan indeks harga saham per hari.

Kestasioneran Deret Waktu

Stasioneritas berarti tidak ada perubahan yang drastis pada data, dengan kata lain data berfluk tuasi di sekitar suatu nilai rata-rata yang konstan (Markridakis et al.,1995). Barisan peubah acak {Yt} dikatakan stasioner kuat jika distribusi bersama dari $\{Y_{t_1}, Y_{t_2}, \ldots, Y_{t_3}\}$ sama dengan distribusi bersama dari $\{Y_{t_{1+k}}, Y_{t_{2+k}}, \ldots, Y_{t_{n+k}}\}$ untuk semua lag k atau dapat ditulis sebagai berikut:

$$\mathrm{F}(y_{t_1}, y_{t_2}, \ldots, y_{t_3}) = \mathrm{F}\,(Y_{t_{1+k}}, Y_{t_{2+k}}, \ldots, Y_{t_{n+k}}) \quad (1)$$

Sedangkan barisan peubah acak {Yt} dikatakan stasioner lemah jika mean dan variansinya konstan untuk semua (Cryer and Chan, 2008). Jika data tidak stasioner, maka perlu dilakukan transformasi agar data menjadi stasioner. Salah satu bentuk transformasi yang sering digunakan adalah diferensi. Proses diferensi adalah menghitung selisih nilai pengamatan dengan waktu sebelumnya. Nilai selisih yang diperoleh dilihat lagi stasioner atau tidaknya. Jika belum stasioner, maka lakukan diferensi lagi. Model deret waktu stasioner dapat diidentifikasi melalui plot Autocorrelation Function (ACF) dan Partial Autocorrelation Function (PACF) (Wei, 2006).

ACF adalah fungsi yang menggambarkan korelasi antara pengamatan pada waktu ke t dengan waktu-waktu sebelumnya yang dipisahkan oleh lag k. Plot ACF juga dapat digunakan
untuk mengidentifikasi kestasioneran data. Jika plot ACF menunjukkan data turun dengan sangat perlahan, maka dapat disimpulkan data tidak stasioner. PACF adalah fungsi yang me-nunjukkan besarnya korelasi parsial antara pengamatan pada waktu ke t dengan waktu-waktu
sebelumnya. PACF juga dapat digunakan untuk mengukur keeratan antara {Yt} dan {Yt+k} jika pengaruh dari lag waktu dianggap terpisah.

Secara umum model deret waktu yang diidentifikasi dari plot ACF dan PACF adalah Autoregressive, Moving Average, Autoregressive Moving Average, Autoregressive Integrated Moving Average.

Berikut ini adalah model deret waktu stasioner yang dapat diidentifikasi dari plot ACF dan PACF nya.

1. Model *Autoregressive* (AR(p))

Merupakan proses regresi terhadap diri sendiri. Secara umum, model AR(p) adalah sebagai berikut:

$$Y_t = \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + \ldots + \Phi_p Y_{t-p} + \epsilon_t \qquad (2)$$

Nilai Y_t merupakan kombinasi linier dari sebanyak p nilai sebelumnya dan ε_t. Diasumsikan $\forall_t$ independen terhadap $Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-3}, \ldots$ dan $\varepsilon_t \sim WN\ (0, \sigma_\varepsilon)$

2. Model *Moving Average* (MA(q))
   Secara umum, model MA(q) adalah sebagai berikut:

$$Y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \cdots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \qquad (3)$$

Nilai Y_t merupakan kombinasi linier dari error sebanyak q dan ε_t. Diasumsikan $\varepsilon_t \sim WN\ (0, \sigma_\varepsilon)$

3. Model Autoregressive Moving Average (ARMA(p; q))
   Secara umum, model ARMA(p; q) adalah sebagai berikut:

$$Y_t = \Phi_1 Y_{t-1} + \Phi_2 Y_{t-2} + \cdots + \Phi_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \cdots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \qquad (4)$$

Y_t merupakan kombinasi dari model AR dengan orde p dan model MA dengan orde q.

4. Model Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA(p; d; q))

Model $\{Y_t\}$ dikatakan mengikuti model ARIMA (p; d; q) jika $W_t = \nabla^d Y_t$ dengan d merupakan derajat dari diferensi yang dilakukan. Dapat dikatakan $\{W_t\}$ mengikuti proses ARMA (p; q).

Estimasi Parameter

Estimasi parameter dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu Metode Momen, Metode Kuadrat Terkecil, dan Metode Maximum Likelihood. Metode estimasi parameter yang akan digunakan dalam pemodelan ini adalah *Maximum Likelihood*, karena metode ini akan memberikan hasil estimasi parameter yang terbaik dari metode-metode lainnya.

Untuk observasi $Y_1, Y_2, \ldots, Y_t$ baik itu deret waktu maupun bukan, fungsi likelihood L didefinisikan sebagai fungsi padat peluang gabungan dari data yang terobservasi. Estimator dari Maximum Likelihood didefinisikan sebagai nilai yang memaksimumkan fungsi Likelihood. Untuk model ARIMA, L merupakan fungsi dari $\Phi, \theta, \mu, \sigma_\varepsilon^2$ diberikan observasi $Y_1, Y_2, \ldots, Y_t$.

Uji Diagnostik

Uji Diagnostik merupakan kriteria untuk seleksi model terbaik. Dapat dilakukan dengan melihat Akaike's Information (AIC) dan Bayesian Information (BIC). Model yang terbaik adalah yang memberikan nilai AIC dan BIC yang minimum.

1. *Akaike's Information* (AIC)
   Misalkan suatu model memiliki M parameter yang diuji.
   AIC didefinisikan sebagai:

$$AIC(M) = (-2 \times ln(ML)) + (2 \times M) \qquad (5)$$

   M merupakan fungsi dari *p* dan *q*.

2. *Bayesian Information* (BIC)
   BIC didefinisikan sebagai:

$$BIC = (-2 \times \log(\textit{Maximumlikelihood})) + (k \times \log(n)) \qquad (6)$$

   dimana k merupakan banyaknya parameter dan n merupakan ukuran sampel.

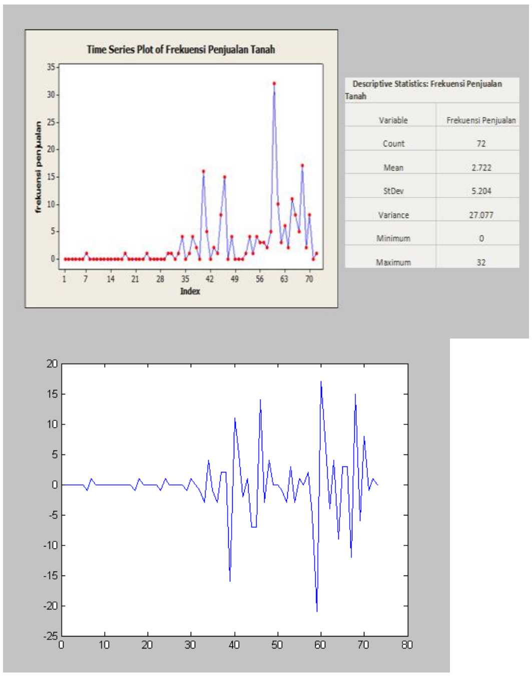
STUDI KASUS

Ilustrasi alur pengerjaan dari forecasting harga rumah di Semarang adalah sebagai berikut.

a. Ukuran kamar, kamar mandi, kamar pembantu, dan kamar mandi pembantu untuk setiap tipe rumah sama.
b. Harga tanah (per minggu) pada minggu dimana tidak ada penjualan diasumsikan sama
   dengan harga tanah pada minggu sebelumnya.

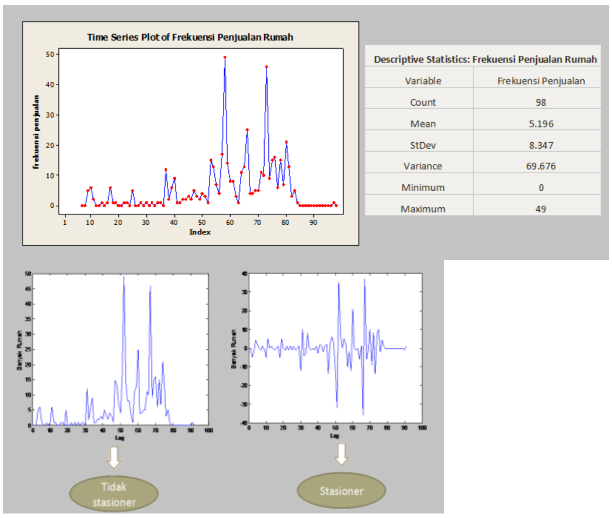
Analisis Frekuensi Penjualan

Informasi mengenai frekuensi penjualan rumah merupakan hal yang penting diketahui, terutama bagi para investor rumah. Informasi tersebut memberikan gambaran trend minat masyarakat mengenai tanah dan rumah.



(a) Plot Frekuensi (b) Diferensiasi 1x

Gambar 1: Frekuensi Penjualan Tanah

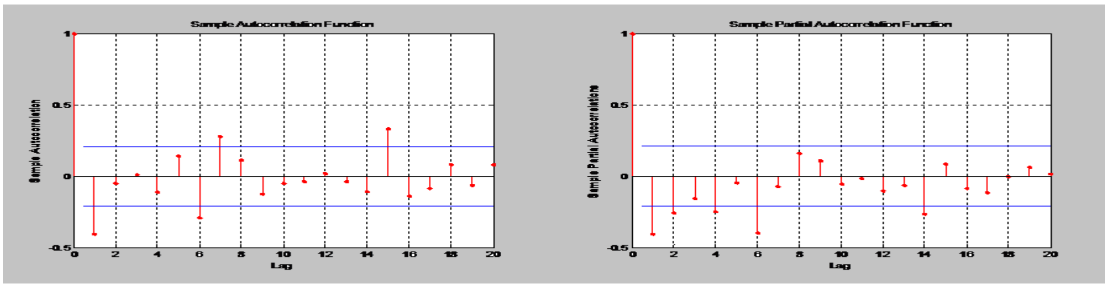


(a) Plot Penjualan (b) Kestasioneran

Gambar 2: Frekuensi Penjualan Rumah

Dari Gambar 1(a), terlihat jelas bahwa data frekuensi penjualan tanah tidak stasioner, dan frekuensinya cenderung naik dengan bertambahnya waktu. Nilai terendah adalah 0 dan nilai tertiggi adalah 32. Untuk mengetahui model time seriesnya, harus dideferensilkan nilai datanya hingga data tersebut stasioner. Setelah didefersialkan satu kali, lihat Gambar 1(b), diperoleh informasi bahwa data transformasi masih belum stasioner, begitu pula dengan diferensiasi dua kali dan seterusnya. Untuk model ini, kemungkinan data tidak dapat dimodelkan dengan model time-series stasioner, dan harus dimodelkan dengan non-stasioner.

Berdasarkan Gambar 2(a) diperoleh informasi bahwa data penjualan rumah menunjukan trend yang tidak stasioner. Dari grafik terlihat bahwa semakin besar waktu, frekuensi terjadinya pembelian dan penjualan rumah semakin meningkat. Grafik tersebut memberikan informasi bahwa minat dari masyarakat dalam hal jual-beli rumah meningkat dan hal tersebut merupakan informasi penting bagi para investor rumah. Dari Gambar 2(b), terlihat bahwa model yang ada kurang stasioner, maka dari itu perlu dideferensialkan sebanyak n kali. Pada diferensiasisatu kali data yang diperoleh sudah cukup stasioner, walaupun belum benar-benar stasioner.

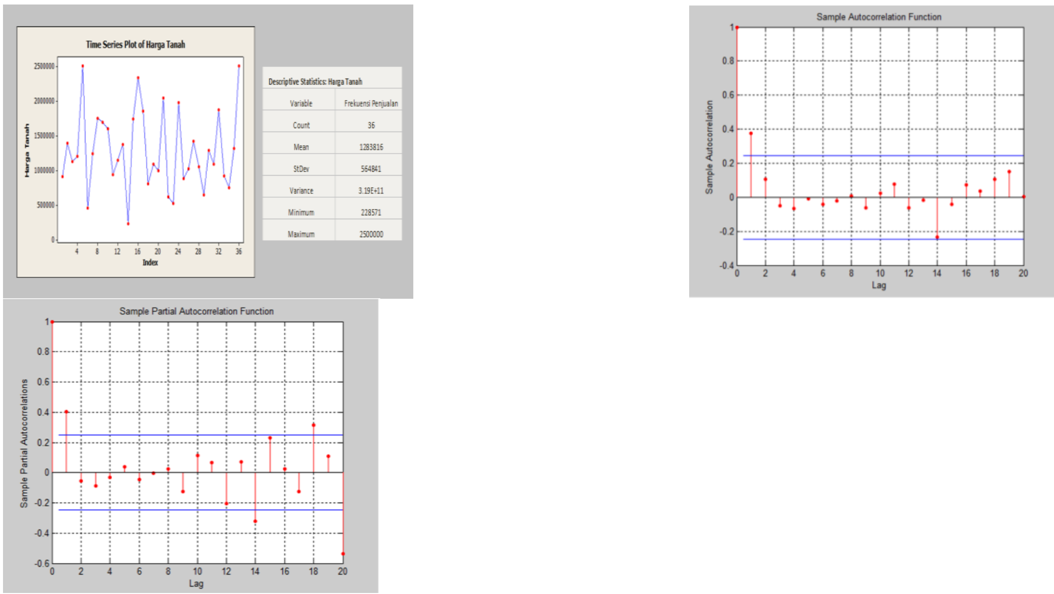


Gambar 3: ACF dan PACF frekuensi penjualan rumah

Salah satu cara mengetahui model deret waktu adalah dengan memperhatikan pla ACF dan PACF nya. Dari plot ACF dan PACF frekuensi penjualan rumah, didapat bahwa data diferensiasi mengikuti model time-series ARMA(2,1). Dari pernyataan tersebut dapat disimpulkan bahwa data mengikuti model deret waktu ARIMA(2,1,1). Dari beberapa informasi yang didapat sebelumnya dapat dikatakan bahwa minat jual-beli masyarakat semarang cenderung naik, dan hal tersebut merupakan informasi yang cukup berharga bagi para investor.

Analisis Harga Penjualan Tanah

Salah satu langkah untuk mengetahui suatu model bersifat staioner atau tidak adalah dengan melihat pola pergerakan sampel. Berdasarkan data dan pola yang ada, dapat diketahui bahwa data cukup stasioner. Hal ini mengindikasikan bahwa nilai harga tanah dalam selang waktu pengamatan (3 tahun) memiliki harga yang cenderung sama.



(a) Harga Tanah (b) ACF (c) PACF

Gambar 4: Harga Penjualan Tanah /m2

Berdasarkan grafikk ACF dan PACF, terdapat tiga opsi untuk model yang menggambarkan Harga Tanah.

1. AR(1) $Y_t = \phi Y_{t-1} + e_t$
2. MA(1) $Y_t = \theta e_{t-1} + e_t$
3. ARMA(1,1) $Y_t = \phi Y_{t-1} + e_t + \theta e_{t-1}$

Penaksir Parameter

Salah satu hal penting dalam menentukan sebuah model adalah penaksiran parameter. Penentuan parameter yang kurang tepat dapat mengakibatkan estimasi model menjadi kurang tepat. Salah satu langkah untuk menaksir parameter adalah metode maksimum likelihood. Dengan memanfaatkan aplikasi software spss dengan konsep maksimum likelihood diperoleh parameter model untuk data penjulan dari November 2011 hingga April 2013.

1. AR (1) $\hat{Y}_t$ = $129928.253 + 0.430 Y_{t-1}$
2. MA (1) $\hat{Y}_t$ = $1303260.755 – 0.394 e_{t-1}$
3. ARMA (1,1) $\hat{Y}_t$ = $1299428.253 + 0.430 Y_{t-1}$

Model Terbaik

Salah satu metode untuk memperoleh model terbaik adalah dengan BIC dan error dari model prediksi. Dengan memanfaatkan software spss, diperoleh nilai BIC dan error dari data untuk berbagai model.

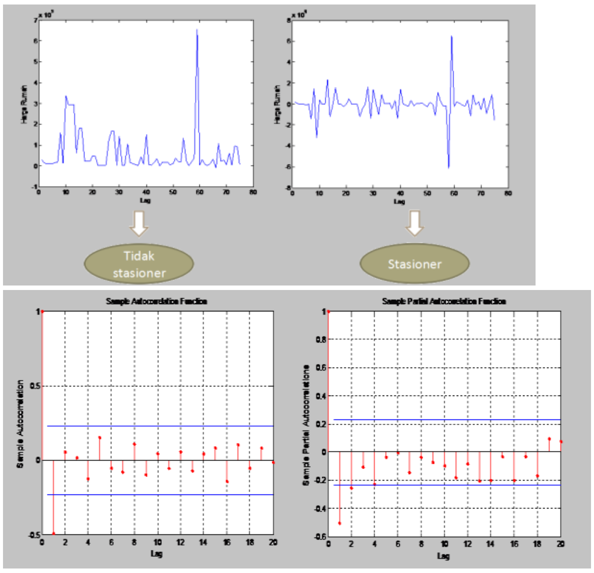
Table 1: Tabel BIC

Model	BIC	Error
AR(1)	26.474	380283.829
MA(1)	26.497	394277.225
ARMA(1,1)	26.565	379589.529

Berdasarkan tabel, diperoleh nilai BIC terendah adalah untuk model AR(1) dan error terkecil adalah model ARMA(1,1). Dari hal tersebut, dapat dipilih model terbaik yaitu ARMA(1,1) hal ini dikarenakan selisih dari BIC tidak terlalu besar dan hal tersebut besar kemungkinan dikarenakan parameter ARMA jumlah (1,1) yang lebih tinggi. $\widehat{Y}_t = 1299874{,}879 + 0{,}347 Y_{t-1} - 0{,}105 e_{t-1}$

Analisis Harga Penjualan Rumah Per Partisi

Salah satu metode untuk memprediksi harga rumah di masa yang akan datang adalah dengan mengamati prediskasi harga rumah per partisi. Gambar di bawah ini adalah plot harga rumah per partisi selama 3 tahun dan pola ACF dan PACF.



(a) Plot Harga

(b) ACF dan PACF

Gambar 5: Harga Rumah/Partisi

Gambar 4(a) tersebut adalah pola harga tanah per partisi. Dalam artisi ini nilai kamar = satu partisi dan untuk kamar mandi, kamar pembantu mendapatkan nilai 0.5 partisi. Grafik tersebut menunjukkan bahwa harga partisi rumah cenderung naik dari waktu ke waktu. Berdasarkan Gambar 4(b), setelah didiferinsialkan satu kali dapat dilihat pada plot ACF cut Off pada lag ke 1 dan pada plot PACF model cut off pada lag ke-2. Oleh karena itu data harga rumah per partisi diprediksi mengikuti model ARIMA(2,1,1).

Berdasarkan grafikk ACF dan PACF, terdapat tiga opsi untuk model yang menggambarkan harga tanah.

1. ARI(2,1) $W_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + e_t$
2. IMA(1,1) $W_t = \theta e_{t-1} + e_t$
3. ARIMA(2,1,1) $W_t = \phi Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + e_t + \theta e_{t-1}$

Penaksir Parameter

Dengan menggunakan software spss yang berbasis maksimum likelihood diperoleh parameter untuk model data penjualan dari Maret 2012 hingga Maret 2013.

1. ARI(2,1) $\widehat{W_t} = -53137467.04 - 0.617W_{t-1} - 0.282W_{t-2}$
2. IMA(1,1) $\widehat{W_t} = -53137467.04 + 0.763e_{t-1}$
3. ARIMA(2,1,1) $\widehat{W_t} = -53137467.04 + 0.039W_{t-1} + 0.027Y_{t-2} + 0.792e_{t-1}$

Model Terbaik

Seperti dijelaskan sebelumnya, berdasarkan nilai dari BIC dan error dari model prediksi, diperoleh nilai BIC dan error untuk berbagai model model

Table 2: Tabel BIC

Model	BIC	Error
ARI(2,1)	42.075	638859415
IMA(1,1)	41.891	623321258
ARIMA(2,1,1)	42.080	622467850

Berdasarkan tabel, diperoleh nilai BIC terendah adalah untuk model IMA(1,1). Namun, dalam hal ini, kami lebih memilih model dengan BIC terkecil no-2 yaitu ARIMA (2,1,1) hal ini dikarenakan model IMA(1,1) memberikan error yang lebih besar daripada ARIMA (2,1,1) besar. Dari hal tersebut, dapat dikatakan bahwa pendekatan model terbaik dari 3 model diatas adalah model ARIMA(2,1,1). . $\widehat{W_t} = -5313746739W_{t-1}1 + 0{,}027W_{t-2} + 0{,}792e_{t-1}$

Forecasting

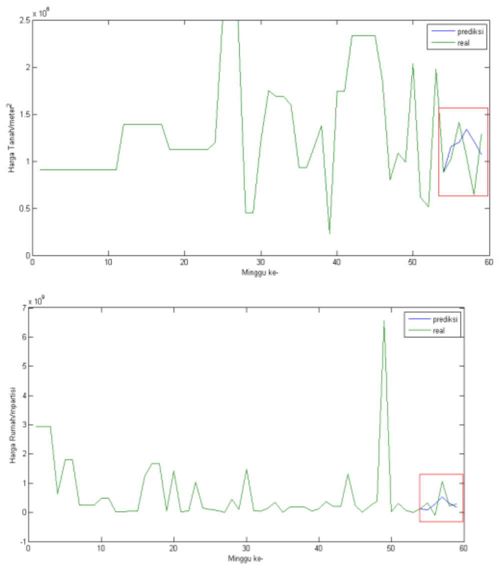
Dari model sebelumnya, untuk harga tanah/m^2 diperoleh $\widehat{Y_t} = 1299874{,}879 + 0{,}347Y_{t-1} - 0{,}105e_{t-1}$. Dari persamaan tersebut dapat diprediksi

$$\widehat{Y_{t+1}} = 1299874{,}879 + 0{,}347(Y_t - \mu)$$

Table 3: Forecasting Harga Tanah

Real	Prediksi
1,019,337	1,154,780
1,417,372	1,202,528
1,650,000	1,340,647
643,334	1,213,168
1,289,469	1,072,055

Berdasarkan model prediksi pada rumah per partisi sebelumnya didapat $\widehat{W_t} = -5313746739W_{t-1}1 + 0{,}027W_{t-2} + 0{,}792e_{t-1}$



(a) Tanah/m2 (b) Rumah/partisi

Gambar 6: Forecasting

Untuk model ARIMA(2,1,1) diperoleh model prediksi untuk forecast

$$Y_t = -53137467{,}04 + Y_{t-1}(1{,}039) - Y_{t-2}(0{,}012) - Y_{t-3}(0{,}027)$$

Berdasarkan persamaan tersebut, diperoleh prediski harga rumah per partisi:

Table 4: Forecasting Harga Rumah per partisi

Real Y_t	Prediksi Y_t
321,405,428	80,320,542
97,470,063	280,639,473
359,100,000	532,924,444
218,256,016	313,921,178
278,701,479	180,694,541

Dengan mengalikan banyak partisi dengan harga rumah per partisi dan menjumlahkan dengan harga tanah, diperoleh harga rumah di bulan April minggu 1.

Prediksi 1	Real	
362.386.317	250.000.000	1,45
302.369.046	260.000.000	1,16
327.524.999	220.000.000	1,49
414.088.371	375.000.000	1,10
Rata-Rata Perbandingan		1,30

Dari tabel diatas, cukup terlihat bahwa perbandingan harga real dengan harga prediksi adalah1.3. Nilai tersebut memberikan informasi bahwa untuk menghitung nilai di minggu selanjutnya, harga prediksi sebaiknya dikalikan dengan dengan konstanta 1.3.

Berikut adalah Forecesting harga rumah di bulan 4 minggu setelahnya Dari tabel diatas, nilai dari prediksi 2, yaitu prediksi 1 dikalikan dengan konstanta 1.3 memberikan hasil dari prediksi yang hampir sama dengan keadaan real.

April Minggu 2	
Prediksi	Real
1.771.336.301	2.200.000.000
1.372.091.170	950.000.000
991.962.045	750.000.000

April Minggu 3	
Prediksi	Real
402.549.236	500.000.000
235.014.325	225.000.000
415.941.566	475.000.000

April Minggu 4	
Prediksi	Real
1.439.171.644	1.000.000.000
1.235.814.636	1.300.000.000
1.529.952.132	1.500.000.000

Mei Minggu 1	
Prediksi	Real
621.300.023	850.000.000
859.003.853	775.000.000
444.330.115	385.000.000

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, dapat diketahui bahwa minat masyarakat Semarang akan tanah dan rumah cenderung meningkat setiap minggunya. Harga tanah permeter di Semarang setiap minggunya cenderung konstan, yaitu sekitar 1.29 Juta. Dengan model deret waktunya mengikuti ARMA(1), $\widehat{Y_t} = 1299874{,}879 + 0{,}347Y_{t-1} - 0{,}105e_{t-1}$ Sedangkan harga rumah per partisi cenderung meningkat setiap minggunya, dengan model deret waktunya mengikuti ARIMA(2,1,1), $\widehat{W_t} = -5313746739W_{t-1}1 + 0{,}027W_{t-2} + 0{,}792e_{t-1}$. Dari model tersebut diperoleh informasi bahwa harga rumah beserta lahan kosong adalah kombinasi dari model deret waktu harga tanah dan rumah per partisi. Dengan model harga Prediksi akhir = 1.3 harga Predisksi awal. Pada dasarnya, dalam model time series, disarankan menggunakan data dalam jumlah yang besar, agar syarat kestasioneran dapat dipenuhi dengan lebih baik. Untuk kedepannya, disarankan menggunakan model deret waktu yang non-stasioner untuk data yang memiliki kecenderungan non-stasioner.

DAFTAR PUSTAKA

Cryer, J.D. and Chan, K-S., 2008. *Time Series Analysis with Applications in* R. Springer Texts in Statistics.

Wei, W. W. S., 2006. *Time Series Analysis Univariate and Multivariat Methods*. Temple University: Department of Statistics The Fox School of Business and Management.