

Peramalan Penjualan Pipa di PT X

Cicely Elviani¹, Siana Halim¹

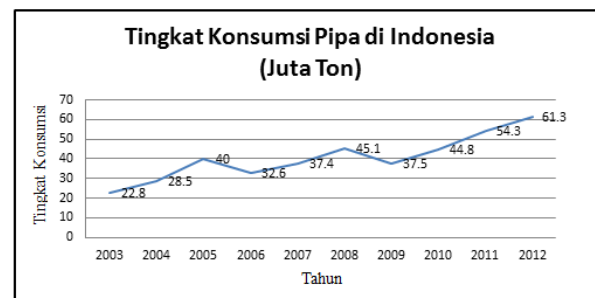
Abstract: In this thesis we modeled the sales pipeline using auto regressive moving average, ARIMA(p,d,q) under R-Software. Those selected models are used to forecast the standard water pipe and black, standard water pipe and medium standard black pipe, SCH 40 standard water pipe and black, BDA standard water pipe, standard water pipe, medium B, coil, and furniture pipe future demands.

Key word: forecasting, Auto Regressive Integrated Moving Average, R software

Pendahuluan

PT X merupakan perusahaan yang bergerak dalam produksi pipa baja. Produk yang diproduksi perusahaan terdiri dari pipa untuk dijadikan stok dan pipa yang diproduksi sesuai dengan pesanan konsumen. Jenis pipa yang diproduksi meliputi *coil*, pipa hitam, pipa air, pipa perabot, pipa GI, dan pipa *stainless*. PT X juga menyediakan layanan jasa berupa jasa pemotongan gulungan baja dan jasa pelapisan pipa. PT X sebagai produsen pipa baja terbesar di Indonesia berusaha untuk terus memenuhi permintaan pipa baja yang meningkat. Peningkatan konsumsi pipa baja di Indonesia terjadi sejak tahun 2009 hingga 2013. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Departemen *Marketing* dan Departemen PPIC harus bekerja sama untuk dapat memenuhi permintaan pipa baja. Departemen *Marketing* mengalami kendala dalam memenuhi permintaan pipa baja. Koordinasi antara Departemen *Marketing* dengan Departemen PPIC tidak berjalan lancar. Rencana produksi yang dikeluarkan oleh Departemen PPIC tidak sesuai dengan permintaan pasar. Stok produk yang tersedia juga tidak sesuai dengan permintaan pasar. Departemen *Marketing* menyadari hal ini terjadi karena tidak memberi perkiraan penjualan dan jenis pipa yang harus disediakan oleh Departemen PPIC. Salah satu usaha untuk memperbaiki hal tersebut adalah dengan cara melakukan peramalan penjualan pipa setiap bulannya. Peramalan penjualan yang dilakukan oleh Departemen *Marketing* diharapkan dapat membantu Departemen PPIC untuk menyediakan produk sesuai dengan permintaan pasar.



Gambar 1. Tingkat konsumsi baja

Metode Penelitian

Pada bab ini akan dibahas metode yang digunakan untuk melakukan peramalan penjualan pipa setiap bulannya oleh Departemen *Marketing*. Model peramalan yang digunakan adalah model peramalan ARIMA. Model ARIMA dikembangkan oleh Box dan Jenkins pada tahun 1975. Model ARIMA terdiri dari tiga tahap yaitu tahap identifikasi, tahap estimasi dan *diagnostic check*, dan tahap aplikasi (tahap peramalan). Tahap estimasi merupakan tahap pemeriksaan data. Syarat yang harus dipenuhi dari model ARIMA adalah data yang digunakan harus stasioner terhadap *mean* dan *varians*. Pemilihan model yang akan digunakan untuk peramalan dilakukan setelah data stasioner. Tahap estimasi dan *diagnostic check* merupakan pemeriksaan *residual* dari model yang digunakan. *Residual* dari model yang digunakan tidak berkorelasi dan harus berdistribusi normal. Tahap aplikasi merupakan tahapan dimana peramalan dilakukan dengan menggunakan model yang terpilih.

Data yang tidak stasioner dengan *varians* dapat distasionerkan dengan menggunakan transformasi Box Cox. Rumus transformasi Box Cox dapat dilihat pada persamaan 1 (Makridakis et al., [3]).

¹ Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: cicely.elviani@gmail.com, halim@peter.petra.ac.id

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \log(x), & \lambda = 0 \end{cases}, i = 1, 2, \dots \quad (1)$$

dimana: x = data *times series*
 λ = parameter transformasi

Data yang tidak stasioner dengan *mean* dilakukan *differencing* yaitu mengurangi data dengan data sebelumnya. Pengujian yang digunakan untuk memeriksa kestasioneran data terhadap *mean* digunakan pengujian Augmented Dickey Fuller. Hipotesa untuk pengujian ADF yaitu:

H₀: Data tidak stasioner
 H₁: Data stasioner
 Rumus dari pengujian (ADF) dapat dilihat pada persamaan 2 (Makridakis et al., [3]).

$$Y'_t = \phi Y'_{t-1} + b_1 Y'_{t-1} + b_2 Y'_{t-2} + \dots + b_p Y'_{t-p} \quad (2)$$

dimana: Y'_t = orde *differencing*
 p = jumlah *lag* yang digunakan
 ϕ = koefisien regresi

Langkah selanjutnya setelah data stasioner adalah memilih model yang akan digunakan beserta dengan parameter model. Model terdiri dari model *moving average*, model *autoregressive*, dan model *autoregressive integrated moving average*. Parameter dari model yang digunakan ditentukan dengan melihat jumlah *lag* yang signifikan dari plot *autocorrelation function* (ACF) dan plot *partial autocorrelation function* (PACF). Model yang dipilih untuk digunakan dalam peramalan adalah model dengan nilai AIC terkecil. Rumus untuk menghitung nilai AIC dapat dilihat pada persamaan 3 (Hanke & Wichern, [4]).

$$AIC = \ln \sigma^2 + \frac{2}{n} r \quad (3)$$

dimana : σ^2 = *varians* dari *residual*
 n = jumlah data
 r = jumlah parameter dari model ARIMA

Langkah selanjutnya sebelum model digunakan untuk peramalan adalah melakukan *diagnostic check*. *Diagnostic check* meliputi *normality check* dan pemeriksaan korelasi *residual* dari model yang digunakan. *Normality check* dilakukan dengan menggunakan pengujian Shapiro Wilk. Rumus dari pengujian Shapiro Wilk dapat dilihat pada persamaan 4 dan persamaan 5 (Conover, [1]).
 Hipotesa untuk pengujian *normality check* yaitu:

H₀: *Residual* data berdistribusi normal
 H₁: *Residual* data tidak berdistribusi normal

$$T = \frac{1}{D} \left[\sum_{i=1}^k a_i (X_{n-i+1} - X_i) \right]^2 \quad (4)$$

$$D = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}) \quad (5)$$

dimana: T = hasil pengujian Shapiro-Wilk
 D = nilai data ke i dikurang rata-rata dari data
 a_i = koefisien Shapiro-Wilk

Pemeriksaan korelasi *residual* dilakukan dengan pengujian Ljung Box dan plot ACF. Hipotesa untuk pengujian *normality check* yaitu:
 H₀: *Residual* data tidak berkorelasi
 H₁: *Residual* data berkorelasi
 Rumus pengujian Ljung Box dilihat pada persamaan 6 dan persamaan 7 (Makridakis et al., [3]).

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{n-k} \quad (6)$$

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (7)$$

dimana: r_k = autokorelasi dari *residual* pada *lag* k
 n = jumlah *residual*
 k = selisih waktu
 m = jumlah dari selisih waktu yang diuji

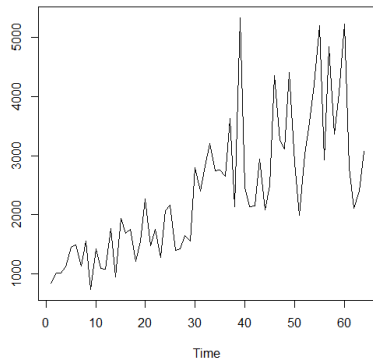
Langkah selanjutnya setelah model telah dipilih adalah melakukan peramalan dengan model yang telah ditentukan.

Hasil dan Pembahasan

Jenis-jenis pipa yang akan diramalkan dengan menggunakan metode ARIMA terdiri dari pipa air standar, pipa hitam standar, pipa perabot, *coil*, pipa air standar *medium*, pipa hitam standar *medium*, pipa air standar SCH 40, pipa hitam standar SCH 40, pipa air standar *medium* B, pipa air standar BSA. Peramalan dilakukan untuk 3 periode.

Pipa Air Standar

Gambar 2 menunjukkan bahwa data penjualan pipa air standar tidak stasioner terhadap *varians* dan *mean*. Data ditransformasi dengan menggunakan nilai lambda sebesar -0,07 dan untuk menstasionerkan data dengan *mean* dilakukan proses *differencing*. Data yang telah dilakukan *differencing* diuji dengan menggunakan pengujian Dickey Fuller untuk mengetahui data telah stasioner dengan *mean* atau tidak. Pengujian Dickey Fuller menggunakan hipotesa yaitu:



Gambar 2. Plot data penjualan pipa air standar

H_0 : data tidak stasioner
 H_1 : data stasioner

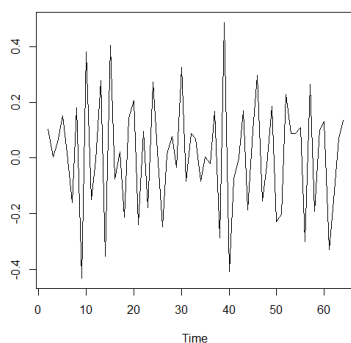
Nilai α yang digunakan untuk pengujian adalah sebesar 0,05. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Data dikatakan stasioner dengan *mean* apabila hasil pengujian memiliki nilai yang lebih kecil dari 0,05. Hasil pengujian pada Tabel 1 menunjukkan data telah stasioner dengan *mean*.

Langkah berikutnya adalah menentukan model yang akan digunakan untuk peramalan. Parameter dari model yang akan digunakan ditentukan berdasarkan jumlah *lag* yang signifikan pada plot *autocorrelation function* (ACF) dan plot *partial autocorrelation function* (PACF). Plot ACF digunakan untuk menentukan parameter model *moving average* dan plot PACF digunakan untuk menentukan model *autoregressive*. Plot ACF dapat

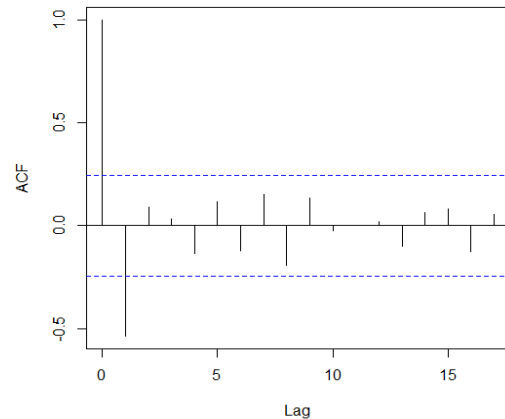
Tabel 1. Hasil pengujian dickey fuller

Augmented Dickey-Fuller Test data: pipa air standar Dickey-Fuller = -5,792, <i>p-value</i> = 0,01

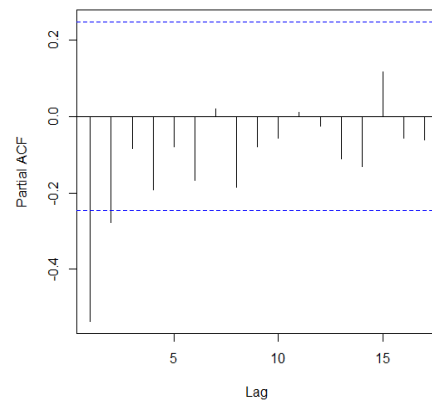
Data penjualan yang telah ditransformasi dan *differencing* diplot dan hasil plot dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Plot Data Penjualan yang Telah Stasioner



Gambar 4. Plot ACF pipa air standar



Gambar 5. Plot PACF pipa air standar

dilihat pada Gambar 4. *Lag* yang signifikan adalah *lag* 1. Model yang terbentuk adalah model IMA (1,1). *Lag* yang signifikan dari plot PACF pada Gambar 5 adalah *lag* 1 dan *lag* 2. Model yang terbentuk adalah ARI (2,1).

Model lainnya yang mungkin dapat digunakan untuk peramalan adalah model ARIMA (2,1,1). Model tersebut akan dipilih salah satu sebagai model peramalan berdasarkan nilai AIC masing-masing model. Model yang dipilih adalah model dengan nilai AIC terkecil.

Model yang dipilih untuk digunakan sebagai model peramalan adalah model ARIMA (2,1,1). Sebelum digunakan untuk peramalan *residual* dari model diperiksa. Shapiro Wilk statistik digunakan untuk pengujian distribusi *residual*. Hipotesa yang digunakan yaitu:

H_0 : *Residual* data berdistribusi normal

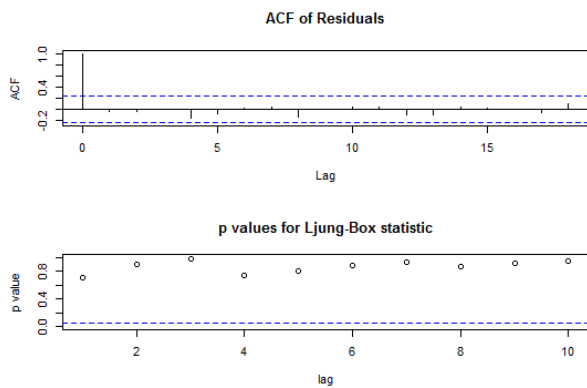
H_1 : *Residual* data tidak berdistribusi normal

Nilai α yang digunakan untuk pengujian adalah 0,05. *Residual* dikatakan berdistribusi normal jika hasil pengujian memiliki nilai yang lebih besar dari 0,05. *Pvalue* hasil pengujian Shapiro Wilk adalah

0,4199. Hasil pengujian menunjukkan *residual* telah berdistribusi normal.

Tabel 2. Pengujian model ARI (2,1) dan ARIMA (2,1,1)

Series: pipa air standar			
ARIMA(2,1,0)			
Coefficients:			
ar1	ar2		
-0,6566	-0,2982		
s.e. 0,1200	0,1188		
sigma^2 estimated as 690544: log likelihood=-513,16			
AIC=1.032,32			
ARIMA(2,1,1)			
Coefficients:			
ar1	ar2	ma1	
-0,0207	0,0624	-0,7705	
s.e. 0,1829	0,1595	0,1319	
sigma^2 estimated as 647783: log likelihood=-511,30			
AIC=1.030,61			



Gambar 6. Hasil pengujian Ljung Box

Tabel 3. Hasil peramalan penjualan pipa air standar

Periode	Peramalan	Batas Bawah	Batas Atas
Mei 2014	3.105	1.527	4.682
Juni 2014	3.148	1.522	4.774
Juli 2014	3.151	1.458	4.843

Pengujian dilanjutkan dengan pengujian korelasi *residual*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan pengujian Ljung Box dan plot ACF. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 6. Plot ACF dan pengujian Ljung Box menunjukkan bahwa semua *residual* berada pada batas signifikansi. Hal ini menunjukkan bahwa *residual* tidak berkorelasi. Batas signifikansi yang digunakan untuk pengujian Ljung Box adalah 0,05.

Peramalan dilakukan dengan menggunakan model ARIMA (2,1,1). *Error* dari hasil peramalan adalah sebesar 23%.

Tabel 4. Hasil peramalan penjualan pipa hitam standar

Periode	Peramalan	Batas Bawah	Batas Atas
Mei 2014	3.731	1.585	5.878
Juni 2014	3.857	1.697	6.016
Juli 2014	3.998	1.636	6.361

Tabel 5. Hasil peramalan penjualan pipa perabot

Periode	Peramalan	Batas Bawah	Batas Atas
Mei 2014	920	465	1.375
Juni 2014	963	491	1.436
Juli 2014	987	497	1.477

Tabel 6. Hasil peramalan penjualan coil

Periode	Peramalan	Batas Bawah	Batas Atas
Mei 2014	3.105	1.527	4.682
Juni 2014	3.148	1.522	4.774
Juli 2014	3.151	1.458	4.843

Tabel 7. Hasil peramalan penjualan pipa air standar BSA

Periode	Peramalan	Batas Bawah	Batas Atas
Mei 2014	341	66	617
Juni 2014	412	133	690
Juli 2014	432	127	737

Pipa Hitam Standar

Peramalan penjualan pipa hitam standar dilakukan dengan menggunakan ARIMA (2,1,0). Hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 4.

Pipa Perabot

Peramalan penjualan pipa perabot dilakukan dengan menggunakan model ARIMA (3,1,0). Hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 5.

Pipa Coil

Peramalan penjualan *coil* dilakukan dengan menggunakan model ARIMA (1,1,1). Hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 6.

Pipa Air Standar BSA

Peramalan penjualan pipa air standar BSA dilakukan dengan menggunakan model ARIMA (2,1,3). Hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 8. Hasil peramalan penjualan pipa air standar *medium*

Periode	Peramalan	Batas Bawah	Batas Atas
Mei 2014	2.000	964	3.036
Juni 2014	1.977	871	3.083
Juli 2014	1.972	842	3.103

Tabel 9. Hasil peramalan penjualan pipa air standar *medium*

Periode	Peramalan	Batas Bawah	Batas Atas
Mei 2014	147	54	240
Juni 2014	144	46	242
Juli 2014	217	119	316

Tabel 10. Hasil peramalan penjualan pipa air standar SCH 40

Periode	Peramalan	Batas Bawah	Batas Atas
Mei 2014	652	287	1.018
Juni 2014	589	216	962
Juli 2014	619	184	1.053

Tabel 11. Hasil peramalan penjualan pipa hitam standar *medium*

Periode	Peramalan	Batas Bawah	Batas Atas
Mei 2014	928	256	1.601
Juni 2014	1.034	361	1.707
Juli 2014	1.095	410	1.780

Tabel 12. Hasil peramalan penjualan pipa hitam standar SCH 40

Periode	Peramalan	Batas Bawah	Batas Atas
Mei 2014	3.105	1.527	4.682
Juni 2014	3.148	1.522	4.774
Juli 2014	3.151	1.458	4.843

Pipa Air Standar *Medium*

Peramalan penjualan pipa air standar *medium* dilakukan dengan menggunakan model ARIMA (3,1,1). Hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 8.

Pipa Air Standar *Medium B*

Peramalan penjualan pipa air standar *medium B* dilakukan dengan menggunakan model ARIMA (3,1,3). Hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 9.

Pipa Air Standar SCH 40

Penjualan pipa air standar SCH 40 dilakukan dengan menggunakan model ARIMA (2,1,0). Hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 10.

Pipa Hitam Standar *Medium*

Penjualan pipa hitam standar *medium* dilakukan dengan menggunakan model ARIMA (2,1,1). Hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 11.

Pipa Hitam Standar SCH 40

Peramalan pipa hitam standar SCH 40 dilakukan dengan menggunakan model ARIMA (3,1,1). Hasil peramalan dapat dilihat pada Tabel 12.

Simpulan

Peramalan penjualan pipa setiap bulannya pada PT X dilakukan dengan menggunakan model ARIMA. Peramalan dilakukan untuk 10 jenis pipa, dimana jenis-jenis pipa yang diramalkan merupakan pipa yang menjadi fokus penjualan PT X.

Daftar Pustaka

1. Conover, W.J. 1980. *Practical Nonparametric Statistics. Second Edition*. New York: John Wiley & Sons.
2. Hanke, John E. & Wichern, Dean W. 2009. *Business Forecasting. Ninth Edition*. Upper Saddle River, New Jersey.
3. Makridakis., et al. 1998. *Forecasting Methods and Applications Third Edition*. United States of America.

