

Peramalan Penjualan Sertifikat Laik Operasi (Slo) Dengan Metode Autoregressive Integrated Moving Average

Adam Ramadhan^{1*)}; Yessy Asri¹; Rosida Nur Aziza¹

1. Fakultas Telematika Energi, Institut Teknologi PLN, DKI Jakarta 11750, Indonesia

^{*)}Email: adam1831037@itpln.ac.id

Received: 2 Januari 2023 | Accepted: 15 April 2023 | Published: 25 April 2023

ABSTRACT

The number of PLN customers is increasing every year. PT Jasa Kelistrikan Indonesia is a PT authorized to issue a Certificate of Operation Eligibility used as evidence that the building which already has the SLO is eligible for electricity from PLN. The results of the interview, PT JKI experienced a decrease in SLO sales. This study aims to forecast sales from the Certificate of Operation Worthiness (SLO) at PT Jasa Electricity Indonesia. The results of the forecasting are then used as variables in making business management decisions from the sale of SLO at PT JKI. Forecasting uses the Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) algorithm. The data used in this study uses 12-month SLO sales data in 2020 in the Banyuwangi area. ARIMA modeling is done by iterating on the parameters of Autoregressive (p), Integrated (d) and Moving Average (q) of ARIMA (p,d,q) with range p (0-7), range d (0-3) and range q (0-7) with a total of 256 combinations of parameters which then evaluate the RMSE of each parameter of the model being tested. The model used for forecasting is the model that has the smallest RMSE value, namely ARIMA (4,2,6) with an RMSE value of 3.487744 SLO Sheets. The predicted results of SLO sales in January 2022 and February 2022 were 131 and 144 SLO sheets.

Keywords: Autoregressive Integrated Moving Average, Sertifikat Laik Operasi, Forecasting

ABSTRAK

Jumlah pelanggan PLN meningkat tiap tahunnya. PT Jasa Kelistrikan Indonesia merupakan PT yang berwenang untuk menerbitkan Sertifikat Laik Operasi yang digunakan sebagai bukti bahwa bangunan yang sudah memiliki SLO tersebut layak untuk dilairkan listrik dari PLN. Hasil wawancara, PT JKI mengalami penurunan penjualan SLO. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan peramalan penjualan dari Sertifikat Laik Operasi (SLO) pada PT Jasa Kelistrikan Indonesia. Hasil dari peramalan kemudian digunakan sebagai variabel dalam pengambilan keputusan manajemen bisnis dari penjualan SLO pada PT JKI tersebut. Peramalan menggunakan algoritma Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA). Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data penjualan SLO 12 bulan tahun 2020 pada wilayah Banyuwangi. Pemodelan ARIMA dilakukan dengan melakukan iterasi pada parameter dari Autoregressive (p), Integrated (d) dan Moving Average (q) dari ARIMA (p,d,q) dengan range p (0-7), range d (0-3) dan range q (0-7) dengan total 256 kombinasi parameter yang kemudian dilakukan evaluasi RMSE dari masing-masing parameter model yang diuji. Model yang digunakan untuk peramalan adalah model yang memiliki nilai RMSE terkecil yakni ARIMA (4,2,6) dengan nilai RMSE sebesar 3.487744 Lembar SLO. Didapatkan hasil prediksi penjualan SLO pada bulan Januari 2022 dan Februari 2022 sebesar 131 dan 144 lembar SLO.

Kata kunci: Autoregressive Integrated Moving Average, Sertifikat Laik Operasi, Forecasting

1. PENDAHULUAN

Pada tahun 2019, 2020 dan 2021 Perusahaan Listrik Negara (PLN) memiliki total pelanggan sebanyak 72.015.691 (Badan Pusat Statistik, 2018), 79.000.033 [1] dan 82.543.98 [2]. Sehubungan dengan banyaknya pelanggan tersebut, tiap bangunan yang telah dilakukan pemasangan dan pengaliran listrik tentu telah melewati beberapa tahapan tersendiri, salah satunya ada langkah yang harus dilaksanakan yakni sesuai peraturan pemerintah yakni pemeriksaan dan pengujian instalasi listrik sebelum diterbitkan Sertifikasi Laik Operasi (SLO) [3].

Subdirektorat Kelaikan Teknik dan Keselamatan Ketenagalistrikan adalah salah satu Subdirektorat di Direktorat Teknik dan Lingkungan Ketenagalistrikan yang mempunyai tugas utama melaksanakan penyiapan bahan perumusan dan pelaksanaan kebijakan, penyusunan norma, standar, prosedur, dan kriteria, pemberian bimbingan teknis dan supervisi, evaluasi dan pelaporan, pengendalian dan pengawasan di bidang kelaikan teknik dan keselamatan ketenagalistrikan [4]. Salah satu lembaga resmi yang melayani uji sertifikasi ini adalah PT. Jasa Kelistrikan Indonesia (JKI) [5]. Sampai saat ini, data pengguna yang telah menggunakan jasa PT. JKI mencapai lebih dari satu juta. Data tersebut tersimpan di dalam *database* lembaga tersebut yang dapat digali dan diolah menjadi suatu pengetahuan yang kemudian disebut sebagai *data mining*.

Pada tahun 2022, PT. JKI mengalami penurunan grafik penjualan sehingga membutuhkan tindak manajemen bisnis agar dapat mengubah arah grafik tersebut. Untuk itu, agar PT JKI tidak salah mengambil keputusan manajemen bisnis nya, data penjualan yang lalu bisa diolah menjadi data yang dapat memprediksi penjualan berikutnya menggunakan data riwayat penjualan tahun-tahun sebelumnya sehingga dapat memperkirakan penjualan pada tahun berikutnya yang kemudian bisa dianalisis dari hasil tersebut oleh PT JKI untuk ditindak lanjuti secara manajemen bisnisnya[6].

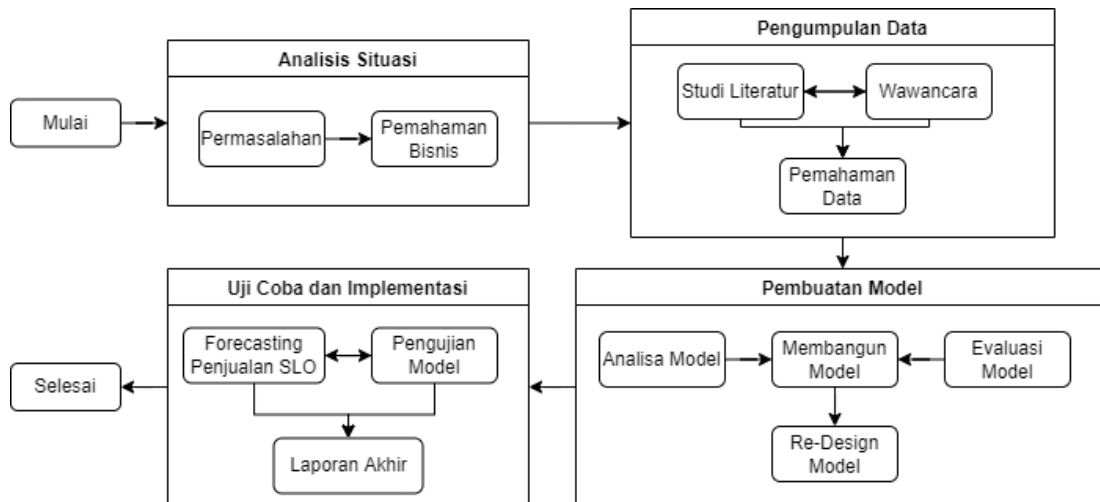
Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk melakukan *forecasting* dengan menerapkan algoritma *Autoregressive Integrated Moving Average* pemodelan analisis deret waktu pertama kali dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins dengan nama *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) yang kemudian mewakili tiga pemodelan dari model *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA), serta model ARIMA untuk melakukan peramalan jangka pendek yakni satu bulan kedepan dengan menggunakan data *time series* penjualan Sertifikat Laik Operasi sebanyak 12 bulan [7], [8], [9], [10].

2. METODE / PERANCANGAN PENELITIAN

Pada bagian ini akan dijelaskan secara rinci bagaimana tahapan desain penelitian yang akan diterapkan termasuk kerangka penelitian hingga metode pengembangan penelitian untuk memperoleh hasil yang diinginkan. Desain penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada gambar 1.

Tahapan analisis situasi dilakukan untuk menganalisis bisnis, memahami data yang berhubungan dengan permasalahan dan permasalahan yang ada pada PT Jasa Kelistrikan Indonesia. Salah satu permasalahan yang ditemui oleh PT Jasa Kelistrikan Indonesia adalah terjadinya penurunan penjualan Sertifikat Laik Operasi (SLO) pada awal tahun 2022. Pihak JKI ingin melakukan pengambilan keputusan manajemen bisnis untuk dapat merubah grafik penurunan tersebut, namun memerlukan analisis data berupa peramalan data sebulan ke depan agar pihak JKI bisa melakukan antisipasi dan tindakan tertentu.

Pemahaman bisnis pada penelitian ini mengacu pada penjualan Sertifikat Laik Operasi (SLO) yang ada saat ini. Peramalan yang dihasilkan diharapkan dapat membantu PT JKI dalam pengambilan keputusan bisnis ke depannya.



Gambar 1. Desain Penelitian

Sebelum data dianalisis perlu dilakukam *preprocessing data* [11], [12], [13], yang bertujuan untuk membentuk data agar bisa digunakan dalam pembentukan model ARIMA. Untuk melakukan penelitian ini yang pertama harus dilakukan pengumpulan dataset yang kemudian dibagi menjadi data latih dan data uji [14]. Kemudian dilakukan proses pembentukan model dengan cara iterasi orde model ARIMA (p,d,q) dan dilakukan evaluasi model dengan *Root Mean Square Error* (RMSE) [15]. Model yang memiliki nilai RMSE paling kecil akan digunakan sebagai model untuk dilakukan peramalan / *forecasting*.

Pemodelan ARIMA

Data yang sudah dilakukan *preprocessing* kemudian akan digunakan untuk proses pemodelan. Berikut tahapan dari pemodelan:

1. Identification

Pada *dataset* terlihat bahwa nilai rata-rata dan variasinya tidak konstan. Contohnya data wilayah Banyuwangi, pada 6 bulan pertama memiliki nilai rata-rata sebesar 181 dan variasi 2580,667. Sedangkan 6 bulan berikutnya memiliki rata-rata 150,33 dan variasi 1198,89. Sehingga dapat disimpulkan dataset tersebut tidak stasioner. Karena dataset tidak stasioner, maka pemodelan dilakukan menggunakan metode ARIMA.

2. Estimation

Pada tahap ini dilakukan penentuan nilai p, d, dan q. Iterasi kombinasi p, d, dan q dilakukan dengan kombinasi p *range* (0 - 8), d *range* (0 - 4) dan q *range* (0 - 8) sehingga terdapat total 256 kombinasi.

3. Diagnostic Check

Root Mean Square Error (RMSE) digunakan untuk mengukur tingkat akurasi hasil prakiraan suatu model. RMSE merupakan nilai rata-rata dari jumlah kuadrat kesalahan atau jumlah kuadrat dari nilai prakiraan dan observasi. RMSE juga dapat menyatakan ukuran besarnya kesalahan yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan. Nilai RMSE rendah menunjukkan bahwa variasi nilai yang dihasilkan oleh suatu model prakiraan mendekati variasi nilai observasinya [15]. Setelah menduga parameter, kita menguji model tersebut dan menentukan kombinasi p, d dan q yang memiliki nilai RMSE terkecil yakni ARIMA (4, 2, 6) dengan nilai RMSE sebesar 3.487744, kemudian bisa digunakan menjadi parameter model untuk peramalan.

Dalam proses evaluasi menggunakan RMSE dengan persamaan sebagai berikut.

$$RMSE = \sqrt{\sum \frac{(Y' - Y)^2}{3}} \quad (1)$$

4. Forecasting

Peramalan ini merupakan penjabaran dari persamaan koefisien (p, d, q) yang didapatkan sebelumnya, sehingga dapat memprediksi kondisi di masa yang akan datang.

ARIMA memiliki persamaan sebagai berikut:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + c + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah sebuah peramalan penjualan Sertifikat Laik Operasi di wilayah Banyuwangi menggunakan algoritma *Autoregressive Integrated Moving Average* melalui tahapan sebagai berikut.

1. Preprocessing Data

Jumlah data sebanyak 12 bulan data penjualan Sertifikat Laik Operasi. Dibagi menjadi 9 bulan *data training* dan 3 bulan *data testing*.

Tabel 1. Dataset Penjualan SLO Banyuwangi 2021

bulan	value
2021-01-01 00:00:00	201
2021-02-01 00:00:00	144
2021-03-01 00:00:00	242
2021-04-01 00:00:00	242
2021-05-01 00:00:00	109
2021-06-01 00:00:00	148
2021-07-01 00:00:00	128
2021-08-01 00:00:00	190
2021-09-01 00:00:00	183
2021-10-01 00:00:00	111
2021-11-01 00:00:00	180

bulan	value
2021-12-01 00:00:00	110

2. Pemodelan *Autoregressive Integrated Moving Average*

Dataset yang akan dilakukan *training* dan *testing* berbeda-beda bergantung data mana yang akan dilakukan *forecasting* atau peramalan. Pada penelitian kali ini, penentuan nilai p, d, dan q pada model ARIMA tidak dilakukan berdasarkan eksperimen satu persatu, melainkan dengan cara menjalankan iterasi dengan *range* yang telah ditentukan yakni untuk nilai p memiliki *range* (0 - 8), d dengan *range* (0 - 4) dan q dengan *range* (0 - 8). Setelah menjalankan semua iterasi, dengan total 256 kombinasi, dilakukan perhitungan *Root Mean Square Error* (RMSE) pada masing-masing nilai kombinasi. Setelah itu dilakukan *sorting* untuk mendapatkan nilai RMSE paling rendah yang kemudian akan digunakan sebagai model ARIMA (p, d, q) untuk dilakukan peramalan atau *forecasting*.

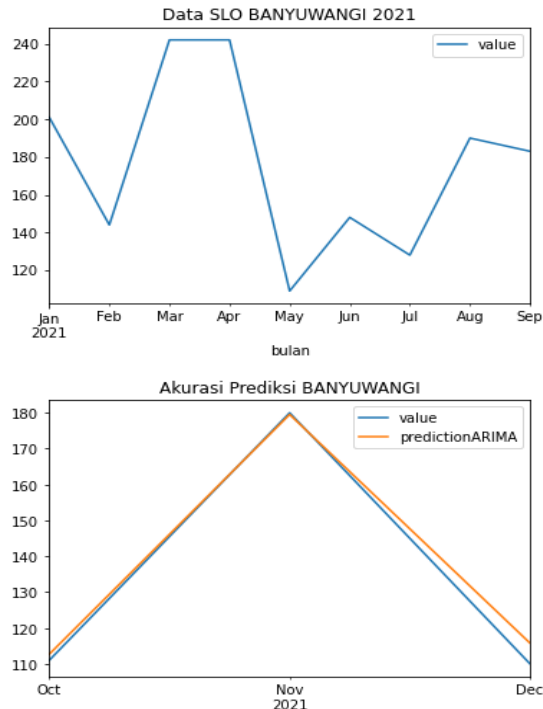
Sebagai contoh, berdasarkan perhitungan menggunakan model ARIMA untuk wilayah Banyuwangi, diperoleh 5 model terbaik yang menghasilkan nilai RMSE terendah, yaitu : ARIMA (4,2,6), ARIMA (2,2,5), ARIMA(3,2,7), ARIMA(2,2,7), dan ARIMA (5,3,7). Pada model ARIMA dengan p = 4, d = 2, dan q = 6 , nilai RMSE yang diperoleh adalah sekitar 3,5 dengan *Model Summary* ditunjukkan pada gambar 2 berikut.

SARIMAX Results						
Dep. Variable:	value		No. Observations:	9		
Model:	ARIMA(4, 2, 6)		Log Likelihood	-39.036		
Date:	Mon, 27 Jun 2022		AIC	100.072		
Time:	10:42:11		BIC	99.477		
Sample:	01-01-2021		HQIC	92.718		
- 09-01-2021						
Covariance Type:	opg					
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
ar.L1	-2.3855	8.580	-0.278	0.781	-19.203	14.432
ar.L2	-2.0745	17.569	-0.118	0.906	-36.510	32.361
ar.L3	-0.4939	42.533	-0.012	0.991	-83.856	82.868
ar.L4	0.1926	35.516	0.005	0.996	-69.418	69.804
ma.L1	1.6094	13.386	0.120	0.904	-24.626	27.845
ma.L2	-0.6867	16.040	-0.043	0.966	-32.125	30.752
ma.L3	-2.5920	49.372	-0.052	0.958	-99.358	94.174
ma.L4	-0.6781	15.400	-0.044	0.965	-30.862	29.506
ma.L5	1.6065	15.430	0.104	0.917	-28.636	31.849
ma.L6	0.9903	19.315	0.051	0.959	-36.866	38.846
sigma2	1051.7389	0.030	3.47e+04	0.000	1051.679	1051.798
Ljung-Box (L1) (Q): 0.11 Jarque-Bera (JB): 0.74						
Prob(Q): 0.74			Prob(JB):		0.69	
Heteroskedasticity (H): 0.26			Skew:		-0.80	
Prob(H) (two-sided): 0.41			Kurtosis:		3.10	

Gambar 2. *Summary* Model ARIMA (4,2,6)

3. Grafik Pembuatan Model ARIMA

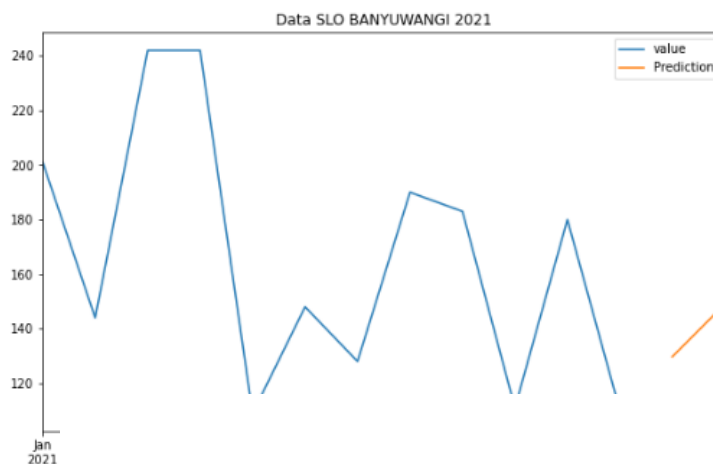
Grafik pada gambar 3 menunjukkan grafik model ARIMA penjualan SLO dengan nilai $p=4$, $d=2$, dan $q=6$ untuk data latih dan data uji pada wilayah Banyuwangi.



Gambar 3. Data Train dan Data Test ARIMA (4,2,6)

4. Peramalan

Peramalan dilakukan menggunakan model ARIMA dengan $p = 4$, $d = 2$, $q = 6$ yang meramalkan 1 bulan ke depan.



Gambar 4. Grafik Prediksi Penjualan SLO Banyuwangi

Gambar 5 menunjukkan tampilan sederhana untuk mempermudah dilakukannya peramalan, yaitu dengan cara memilih area/wilayah yang akan diramalkan terlebih dahulu kemudian diklik *submit* dan akan ada proses pembuatan model dan perhitungan prediksi.



Gambar 5. Interface Forecasting SLO

Dalam pembuatan model, dilakukan beberapa tahap yakni proses identifikasi sebagai penentuan model yang akan dibuat dilihat dari bentuk data itu sendiri yang condong menggunakan model *Autoregressive* (AR), *Moving Average* (MA) ataupun *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA). Setelah model teridentifikasi, dilakukan proses pendugaan parameter dengan tujuan menemukan parameter mana yang memiliki tingkat akurasi yang paling baik. Setelah parameter model terbaik sudah didapatkan, dilakukan perhitungan *Root Mean Square Error* (RMSE) sebagai evaluasi untuk mengukur akurasi dan tingkat kesalahan dari model tersebut.

Model yang didapatkan pada penelitian ini adalah model ARIMA dengan *Autoregressive* $p = 4$, *Integrated* $d = 2$, dan *Moving Average* $q = 6$ dari data latih dan uji penjualan SLO Banyuwangi tahun 2021 dari bulan Januari hingga bulan Desember. Berdasarkan perhitungan nilai RMSE diperoleh model terbaik ARIMA (4,2,6) yang memiliki nilai sebesar 3.487744 di atas ataupun di bawah hasil peramalan model tersebut. Sehingga didapatkan hasil *forecasting* penjualan SLO pada satu bulan ke depan dan dua bulan ke depan sebesar 131 dan 144 lembar SLO.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam proses peramalan penjualan Sertifikat Laik Operasi, digunakan *sample data* pada wilayah Banyuwangi dari bulan Januari 2021 hingga bulan Desember 2021. Pemodelan dilakukan dengan proses *identification*, *estimation parameter*, *diagnostic check*, dan *forecasting*. Pada proses *estimation* dan *diagnostic check* dilakukan iterasi kombinasi sebanyak 256 kombinasi yang menghasilkan RMSE paling kecil sebesar 3.487744 dengan model ARIMA (4,2,6). Peramalan menggunakan model ARIMA (4,2,6)

pada wilayah Banyuwangi mendapatkan hasil peramalan bulan Januari 2022 sebesar 131 Lembar SLO. Tampilan grafik dan angka dari peramalan disajikan dalam bentuk tampilan web sederhana.

Untuk pengembangan, tampilan sederhana hanya bisa memproses data sebanyak 12 data, sehingga perlu dilakukan pengembangan program agar dapat menambahkan lebih banyak dataset untuk pemodelan dan peramalan berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PT PLN, *Statistik PLN 2020*. Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero).
- [2] P. PLN, “Statistik PLN 2021.” <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2022/03/Statistik-PLN-2021-Unaudited-21.2.22.pdf>.
- [3] K. ESDM, “Sistem Registrasi SLO.” <https://slodjk.esdm.go.id/halaman/peraturan-terkait-slo> (accessed Apr. 02, 2022).
- [4] K. ESDM, “Sistem Registrasi SLO.” <https://slodjk.esdm.go.id/halaman/tentang-kami> (accessed Apr. 02, 2022).
- [5] K. ESDM, “Sistem Registrasi SLO.” <https://slodjk.esdm.go.id/lit> (accessed Apr. 02, 2022).
- [6] I. Hartati, *Sistem Pakar dan Pengembangannya*. Graha Ilmu, 2008.
- [7] N. Sukaryono, “‘ON-LINE LOAD FORECASTING’ DENGAN METODA BOX-JENKINS,” Universitas Indonesia, 1984.
- [8] T. S. Holger Kantz, *Nonlinear Time Series Analysis*, Second. University Press, Cambridge, 1997.
- [9] D. Pianda, *Optimasi Perencanaan Produksi Pada Kombinasi Produk dengan Metode Linear Programming*. Jejak Publisher, 2018.
- [10] R. Heizer, *Operations Management*. Pearson Prentice Hall, 2009.
- [11] R. R. Muflikhah, *Data Mining*. Universitas Brawijaya Press, 2018.
- [12] C. Zhang and S. Zhang, *Association Rule Mining - Models and Algorithms*. 2002.
- [13] D. T. Larose, *Discovering Knowledge in Data: Introduction to Data Mining*. John Wiley and Sons, Inc, 2014.
- [14] D. T. Larose, *An Introduction to Data Mining The CRISP-DM*. 1999.
- [15] T. Chai and R. R. Draxler, “Root mean square error (RMSE) or mean absolute error (MAE)? - Arguments against avoiding RMSE in the literature,” *Geosci. Model Dev.*, vol. 7, no. 3, pp. 1247–1250, 2014, doi: 10.5194/gmd-7-1247-2014.