OPTIMASI POLA *SENT OUT LIQUIFIED NATURAL GAS* UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN GAS ALAM JARINGAN SUMATERA SELATAN – JAWA BARAT

Indrike Lembang[1], Andian Ari Istiningrum[1*], Sulthan Erlangga[2], Ibnu Lukman Pratama[1], Nur Ardiansah[1]

[1]Logistik Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jl. Gajah Mada No. 38 Mentul Karangboyo Cepu Blora Jawa Tengah, 58315

[2]PT Adaro Energy Indonesia, Menara Karya Lantai 23, Jl. H. R. Rasuna Said, Kuningan Selatan, Jakarta Selatan 12950

**E-mail*: andian.istiningrum@esdm.go.id

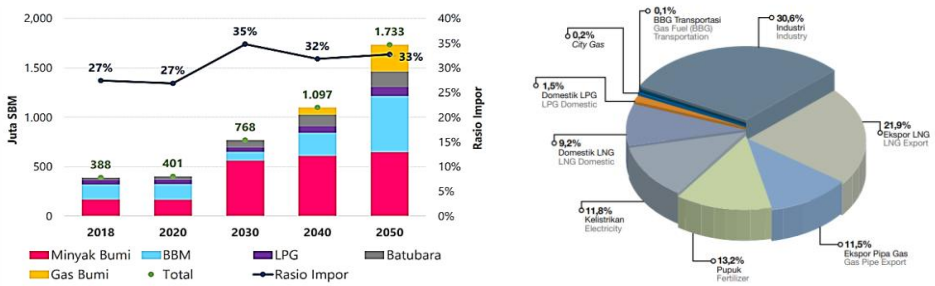
ABSTRAK

Meningkatnya pertumbuhan ekonomi, berdampak pada peningkatan kebutuhan energi, khususnya gas alam. PT X merupakan sebuah perusahaan transmisi dan distribusi gas bumi di Indonesia yang memiliki salah satu fasilitas jaringan pipa transmisi Sumatera Selatan Jawa Barat (SSJB). Pasokan gas alam pada jaringan tersebut belum dapat memenuhi kebutuhan pelanggan yang sebagian besar adalah pelanggan sektor industri. Penambahan pasokan LNG merupakan salah satu usaha untuk memenuhi kebutuhan gas alam yang semakin hari pasokannya terus menurun. Penelitian ini bertujuan untuk meramalkan jumlah suplai dan permintaan gas alam di Jaringan SSJB yang akan dijadikan sebagai acuan kebutuhan untuk merencanakan pasokan LNG. Peramalan dilakukan dengan menggunakan metode ARIMA pada data suplai gas alam dan SARIMA pada data *demand* gas alam. Setalah dilakukan peramalan, dilakukan simulasi penyaluran menggunakan *Software Pipeline Studio* agar tidak terjadi tekanan tinggi pada jaringan SSJB dalam proses penyaluran. Dari hasil peramalan, didapatkan bahwa margin antara suplai dan permintaan gas alam semakin bertambah setiap bulannya. Margin pada bulai Mei-Juli 2024 masing-masing sebesar 10.977,90 MMSCF, 10.025,88 MMSCF, dan 9.872,43 MMSCF yang ditutup dengan pasokan LNG. Penelitian juga memberikan hasil bahwa pola penyaluran LNG per hari tertinggi pada hari Selasa sebesar 172,78 MMSCFD dan terendah pada hari minggu sebesar 113,85 MMSCFD. Dengan pola penyaluran tersebut, kondisi pipa masih aman karena tidak terjadi tekanan tinggi dalam proses penyaluran gas alam.

Kata kunci: ARIMA, Gas Alam, LNG, Penyaluran, SARIMA

1. PENDAHULUAN

Indonesia Emas 2045 merupakan visi Indonesia yang akan dicapai tepat pada usia Indonesia yang ke-100 tahun. Salah satu strategi dari pemerintah untuk menggapai hal tersebut dengan sebuah kebijakan ekonomi yang berkelanjutan untuk memastikan pertumbuhan yang seimbang dan inklusif [1]. Meningkatnya pertumbuhan ekonomi Indonesia, tidak hanya berdampak pada kesejahteraan dan kualitas hidup dari masyarakat. Tingkat penggunaan energi juga berbanding lurus dengan pertumbuhan ekonomi yang ada pada saat ini [2]. Gambar 1(a) menunjukkan bahwa jumlah penggunaan energi sebesar 388 SBM (Setara Barel Minyak) pada tahun 2018 meningkat lebih dari 4 kali lipat pada tahun 2050 sebesar 1733 SBM [3]. Dari data tersebut, minyak bumi masih mendominasi penggunaan energi dalam beberapa tahun ke depan. Hal ini tentu saja tidak sejalan dengan visi "Indonesia Emas 2045" dimana transisi energi menjadi salah satu faktor pendukung tercapainya visi tersebut.



(a) **(b)**

Gambar 1. (a) Penggunaan Energi di Indonesia (b) Pemanfaatan Gas Bumi Tahun 2022

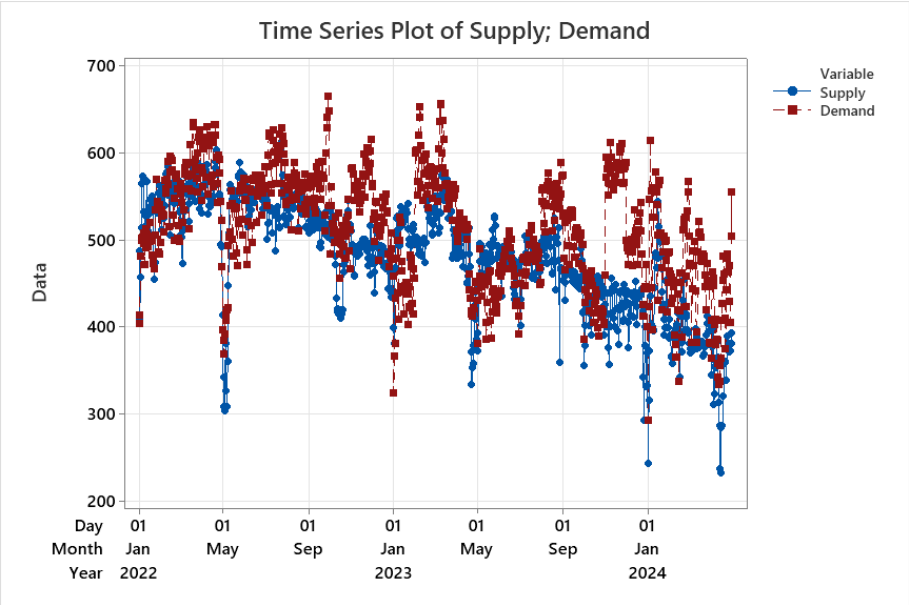
Energi fosil yang memiliki kriteria lebih bersih, rendah emisi karbon dan ramah lingkungan adalah gas alam [4]. Dengan begitu, pemanfaatan gas alam di Indonesia perlu ditingkatkan untuk mendukung visi "Indonesia Emas 2045". Gas alam dapat menggantikan energi fosil tradisional dan digunakan sebagai bahan baku industri, bahan bakar, kebutuhan rumah tangga, serta sumber listrik. Berdasarkan data Kementerian ESDM, cadangan gas alam Indonesia menurun signifikan dari 103,35 TSCF pada 2012 menjadi 36,34 TSCF pada 2022. Oleh karena itu, penemuan cadangan baru sangat penting untuk memenuhi kebutuhan yang diperkirakan meningkat di masa depan.

PT X adalah perusahaan di bidang transmisi dan distribusi gas alam yang mengintegrasikan rantai pasok dari hulu ke hilir untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Gambar 1(b) menunjukkan laporan tahunan PT X tahun 2022 yang menyebutkan bahwa produksi gas alam di Indonesia mencapai ±5.445 MMSCFD. Hasil produksi tersebut dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan domestik sebesar 3.686 MMSCFD dan kebutuhan ekspor sebesar 1.759 MMSCFD. Sebagian besar digunakan sektor industri dan diekspor sebagai LNG, sehingga tingginya ekspor menimbulkan kekhawatiran terhadap ketahanan pasokan dalam negeri.

Salah satu fasilitas infrastruktur yang dimiliki oleh PT X adalah jaringan pipa transmisi di sepanjang Sumatera Selatan dan Jawa Barat yang disebut dengan nama Jaringan SSJB. Jaringan pipa transmisi SSJB tersambung dari wilayah Sumatera Selatan (Stasiun 1 dan Stasiun 2) hingga Jawa Bagian Barat (Stasiun 3 dan Stasiun 4) dengan panjang ±1005 km. Jaringan ini juga terhubung dengan fasilitas untuk penerimaan LNG pada *Floating Storage & Regasification Unit* (FSRU) L melalui *Onshore Receiving Facility* (ORF) L. Pasokan gas jaringan SSJB berasal dari tiga perusahaan yaitu Perusahaan A, B, dan C.

PT X selaku perusahaan niaga gas bumi, menerapkan sistem ntuk memastikan distribusi gas alam merata bagi pelanggan. Salah satu langkah untuk menutupi kekurangan suplai tersebut dengan menambah pasokan LNG. Dengan cara ini, sistem kuota yang diterapkan saat ini dapat ditekan, sehingga pelanggan mendapatkan pasokan yang optimal. Namun, penambahan LNG harus mempertimbangkan tekanan pipa SSJB, karena tekanan yang berlebihan dapat menimbulkan *high pressure* dan membahayakan jaringan. Atas dasar permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah LNG yang akan didistribusikan ke pelanggan dalam rangka memenuhi kekurangan suplai gas alam pada jaringan SSJB dengan tetap memperhatikan kondisi tekanan dalam pipa jaringan distribusi.

Kondisi *supply-demand* gas alam dari jaringan SSJB sangat fluktuatif dan bersifat musiman sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Kondisi *demand* yang fluktuatif ini disebabkan oleh faktor aktivitas kegiatan dari *offtaker* pada periode tertentu yang mengalami lonjakan permintaan terutama pada periode libur Panjang. Lonjakan permintaan ini rutin terjadi pada setiap tahunnya. Dengan kondisi tersebut, peramalan kebutuhan gas alam di periode mendatang bisa dilakukan dengan menggunakan peramalan deret waktu.



Gambar 2. Jumlah Suplai dan Permintaan Gas Alam

Metode peramalan deret waktu dapat menjadi solusi untuk menyelesaikan permasalahan peramalan dalam situasi data seri waktu yang menunjukkan fluktuasi baik musiman-periodik yang berulang dengan intensitas hampir sama secara berkala maupun non musiman [5]. Penggunaan metode *time series forecasting* sangat cocok untuk digunakan dalam mengakomodasi peramalan konsumsi gas alam pola musiman dan non musiman [6].

Peramalan deret waktu musiman umumnya dilakukan dengan metode statistik klasik metode *exponential smoothing* Holt-Winters [7]. Metode ini banyak digunakan karena sifatnya yang sederhana dan mudah dipahami sehingga banyak digunakan untuk peramalan jangka pendek [8]. Namun, penelitian ini digunakan metode baru yaitu *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Seasonal* ARIMA. Peramalan musiman dengan SARIMA terbukti menghasilkan tingkat *error* yang lebih kecil dibandingkan Holt-Winters. [9]. Selain itu, penelitian ini tidak hanya meramalkan kebutuhan gas alam dan LNG, tetapi juga memperhatikan tekanan pada pipa SSJB sesuai distribusi hasil peramalan ARIMA/SARIMA. Hal ini penting untuk mencegah *over pressure*, yaitu kondisi tekanan melebihi desain pipa yang berisiko merusak infrastruktur [10]. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan kontribusi dalam desain pola penyaluran LNG dengan mempertimbangkan jumlah gas alam dan tambahan LNG yang disalurkan melalui peramalan *supply & demand* dengan metode ARIMA dan SARIMA, dan tekanan yang dibutuhkan dalam menyalurkan tambahan LNG menggunakan *Pipeline Simulation.*

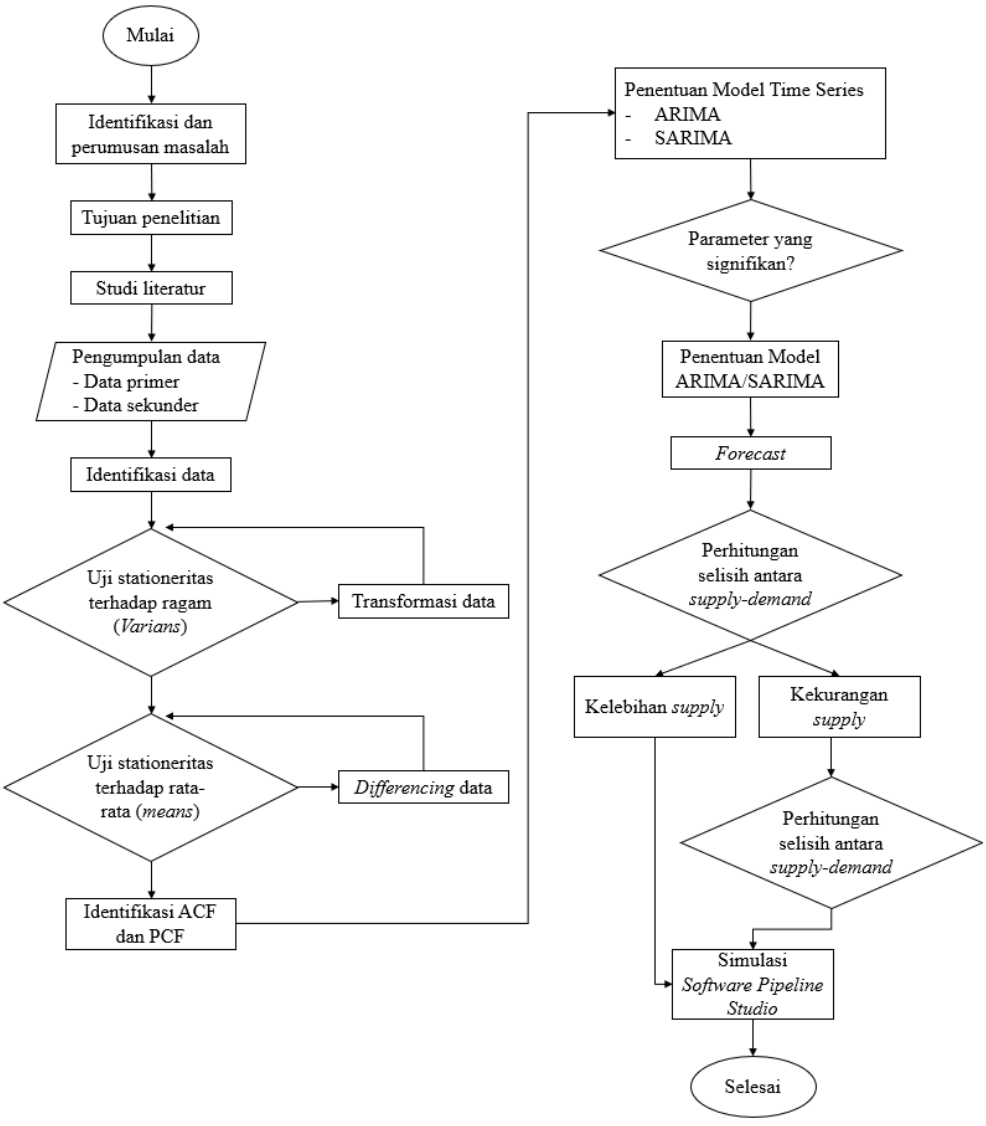
2. METODE

Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi data *flowrate* penyaluran gas di jaringan SSJB yang berasal dari dua *receipt point station* dan empat *delivery point station*. *Receipt point station* yang ada di jaringan SSJB yaitu Stasiun 1 dan Stasiun 2 Sedangkan *delivery point station* terdiri dari FSRU dan ORF L, Stasiun 3, dan Stasiun 4. Pengolahan data *flowrate* dari kelima stasiun ini untuk menghitung kondisi suplai maupun permintaan gas alam dilakukan dengan menghitung rata-rata seluruh data berdasarkan kelompok datanya.

Penelitian ini menggunakan *time series forecasting*, yakni metode statistik yang memprediksi nilai masa depan dari pola dan tren data historis berurutan secara kronologis [11]. Pe-

nelitian ini menggunakan dua metode *time series forecasting*, yaitu model *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) dan *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA). Pada metode *time series forecasting* dibutuhkan data yang stationer terhadap rata-rata (*mean*) dan ragam (*varian*) [12]. Pengujian stationeritas data terhadap rata-rata dilakukan apabila data sudah stationer terhadap ragam. Pada pengujian stationeritas terhadap raga mini menggunakan model Transformasi Box-Cox, yaitu transformasi pangkat pada respon [13]. Teknik transformasi ini diperkenalkan oleh George Box dan David Cox pada tahun 1964, dan melibatkan transformasi data dengan parameter lambda (λ). Stationeritas data terhadap ragam apabila *rounded value* atau *alpha* bernilai 1. Apabila nilai *alpha* tidak sama dengan 1, maka data tersebut harus di transformasi hingga nilai *alpha* sama dengan 1.

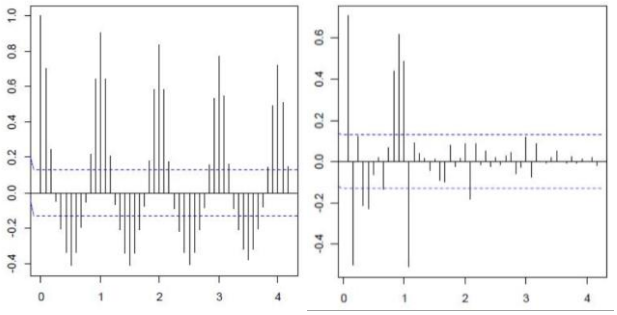
$$y^{(\lambda)} = \frac{y^{\lambda}-1}{\lambda} \text{ atau } \lambda \neq 0 \quad (1)$$



Gambar 3. *Flowchart* Penelitian

Pengukuran *plot* ACF (*Auto Correlation Function*) dilakukan untuk mengetahui stationeritas data terhadap rata-rata. Data dinyatakan stasioner jika tiga *lag* pertama tidak melewati *confidence interval*. Jika belum stasioner, dilakukan *differencing* hingga memenuhi syarat, kemudian ditentukan model *time series forecasting* yang sesuai.

Metode ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) adalah metode analisis deret waktu berkala yang dikenal sebagai BoxJenkins, hasil gabungan model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA) yang dikembangkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins [14]. Sementara itu, SARIMA (*Seasonal ARIMA*) adalah model Box-Jenkins yang mempertimbangkan faktor musiman dalam data [15]. Pemilihan metode peramalan didasarkan pada grafik ACF hasil pengujian [16]. Gambar 4(a) menunjukkan adanya pola musiman sehingga tepat di analisis dengan metode SARIMA, sedangkan Gambar 4(b) tanpa pola musiman di analisis menggunakan metode ARIMA**.**



(a) (b)

Gambar 4. Model Tren Data (a) Musiman (b) Non-musiman

Langkah berikutnya adalah menentukan model peramalan. Model ARIMA memiliki ordo (p,d,q), sedangkan SARIMA memiliki ordo $(p,d,q)(P,D,Q)^s$. Nilai p dan q ditentukan menggunakan korelogram ACF dan PACF, sedangkan d ditentukan dari tingkat stasioneritas data. ACF mengukur korelasi antara pengamatan dengan *lag* ke-n, sedangkan PACF mengukur korelasi dengan *lag* ke-n sambil mengontrol *lag* sebelumnya. Model akhir dipilih berdasarkan kriteria evaluasi, yaitu *residual* yang bersifat acak, yang divalidasi menggunakan *Box-Ljung Statistic*. Nilai *P-value* < 0,05 menunjukkan *residual* sudah acak. Setelah peramalan *supply-demand* dilakukan, selanjutnya dihitung selisih *supply-demand* untuk menentukan besarnya pasokan LNG yang dibutuhkan di jaringan SSJB.

Dalam proses analisis perencanaan penyaluran gas bumi di pipa transmisi jaringan SSJB, digunakan *Software Pipeline Studio* untuk mendesain model yang merepresentasikan kondisi lapangan [17]. *Software Pipeline Studio* digunakan untuk mensimulasikan aliran gas dan menganalisis secara hidrolik parameter-parameter fluida dalam perpipaan. Dalam penelitian ini, *Software* ini digunakan untuk mengoptimalkan penyaluran gas bumi yang berasal dari Sumatera Selatan dan LNG hasil regasifikasi, sehingga aliran optimal tercapai dan tekanan tinggi pada jaringan SSJB dapat dihindari.

3. PEMBAHASAN

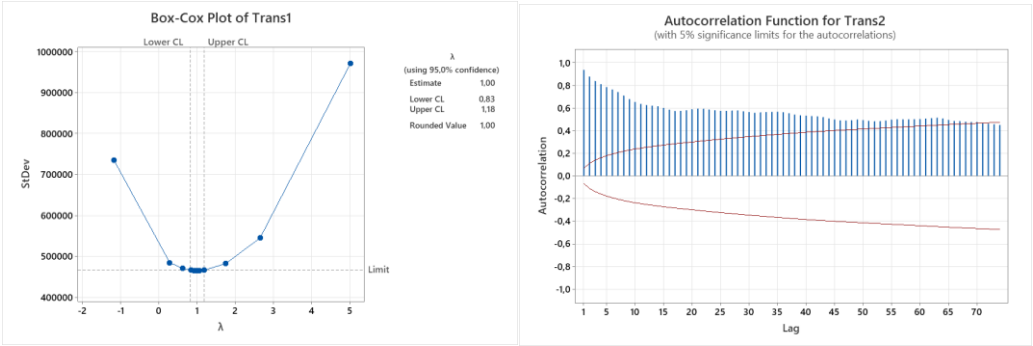
Data *Supply-Demand* gas alam di jaringan SSJB diperoleh dari data *hourly logsheet* penyaluran SSJB per hari. *Supply* pada jaringan SSJB berasal dari wilayah Sumatera Bagian Selatan, sedangkan *demand* dari SSJB sendiri diambil dari titik serah dari stasiun yang dimiliki. Tabel 1 menampilkan hasil analisis statistik dari data *supply-demand* di Jaringan SSJB pada tahun 2022 hingga April 2024.

Tabel 1. Analisis Deskriptif Data *Supply-Demand*

Variabel	Jumlah Data	*Mean*	*Max*	*Min*
Supply				
MEPG	851	405,87	517,22	160,47
PTM	851	73,54	161,89	16,24
Demand				
OTS	851	17,71	25,607	3,68
BJN	851	168,91	218,75	69,66
RWMJ	851	293,65	366,86	170,96
MRTR	851	34,01	122,88	1,10

Pengujian stationeritas terhadap ragam (*varians*) pada data *supply* dilakukan dua kali transformasi. Hal ini dikarenakan hasil *rounded value* pada transformasi pertama tidak sama dengan 1. Pada pengujian stationeritas terhadap ragam menggunakan transformasi Box-Cox kedua, hasil dari *rounded value* sudah sama dengan 1. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5(a).

Gambar 5 (b) merupakan hasil dari pengujian *Autocorrelation* data *supply* yang telah dilakukan transformasi. Dari ACF *Plot* ini menunjukkan bahwa tiga lag pertama masih melewati *significance limit*. Hal ini berarti perlu dilakukan proses *differencing* untuk mendapatkan data yang stationer. ACF Plot ini juga menjadi gambaran untuk menentukan model *time series forecasting* yang akan digunakan. Dari ACF *Plot* ini dapat diambil keputusan peramalan yang akan digunakan untuk data *supply* adalah metode ARIMA karena tidak ditemukan pola musiman. Setelah dilakukan *differencing* data, Gambar 5 (a) dan (b) menunjukkan bahwa data telah stationer terhadap rata-rata. Kemudian dilakukan proses penentuan model yang akan dilakukan untuk peramalan metode ARIMA. Penentuan model ARIMA yang akan digunakan adalah dengan melihat *Plot* ACF dan PACF yang telah di-*differencing*.

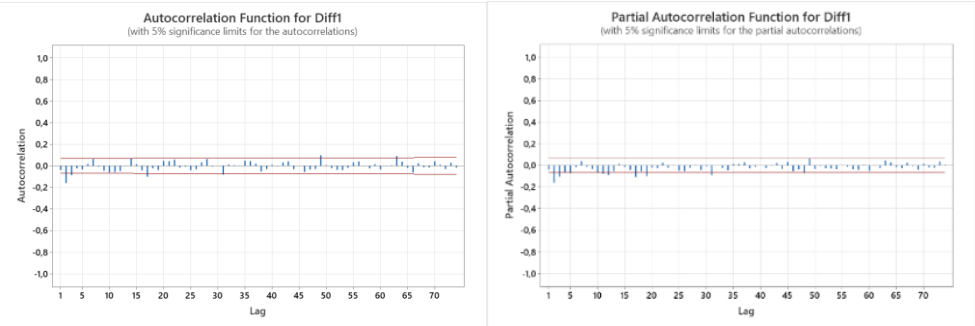


(a) **(b)**

Gambar 5. (a) Transformasi Box-Cos Data *Supply* (b) ACF Data *Supply*

Identifikasi model sementara pada model ARIMA dinotasikan (p,d,q) dengan model p *Autoregressive* (AR) Gambar 6 (a) *Autocorrelation Function* yang bernilai 2, d adalah *difference* yang bernilai 1 karena *differencing* dilakukan satu kali, dan q adalah *Moving Average* (MA) dari Gambar 6 (b) *Partial Autocorrelation Function* yang bernilai 2. Maka dapat disimpulkan bahwa model adalah ARIMA(2,1,2). Kemudian hasil pengujian ARIMA(2,1,2) menunjukkan semua nilai *pvalue* baik *autoregressive* maupun *moving average* kurang dari 0,05 yang artinya sudah memenuhi kriteria untuk melakukan pengujian. Hasil dari uji parameter model ARIMA

(2,1,2) dapat dilihat pada Tabel 2. Maka dari itu model ARIMA(2,1,2) merupakan model terbaik yang akan digunakan.



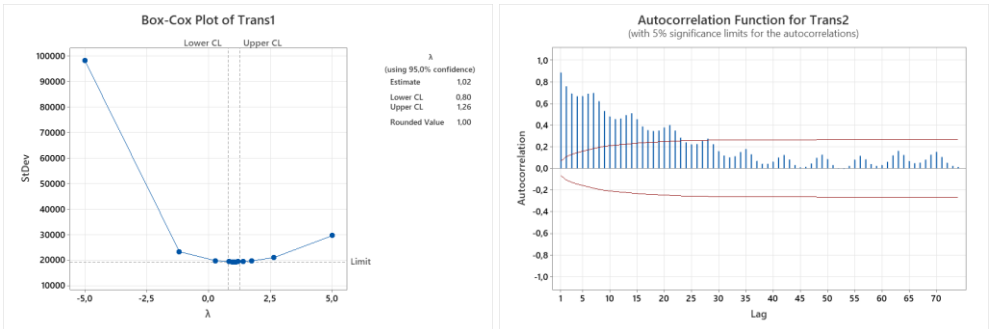
(a) **(b)**

Gambar 6 Hasil pengujian (a) ACF dan (b) PACF dari Data Supply

Tabel 2. Uji Parameter Model ARIMA (2,1,2)

No	Tipe	*Pvalue*
1	AR 1	0
2	AR 2	0
6	MA 1	0
7	MA 2	0

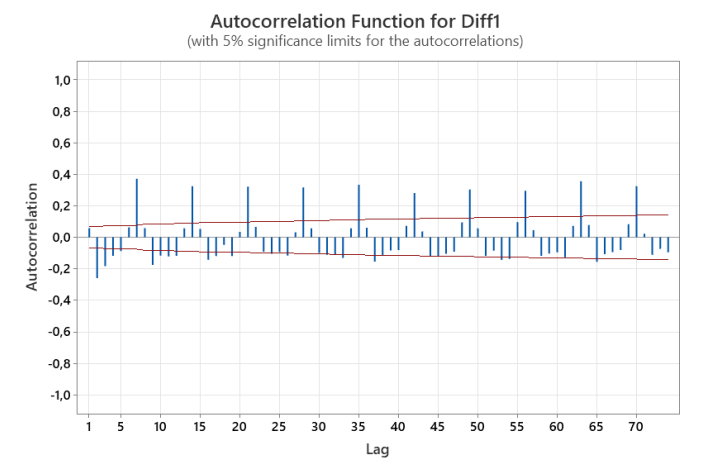
Selanjutnya adalah pengujian stationeritas terhadap ragam (*varians*) pada data *demand*. Sama halnya dengan pengujian stationeritas terhadap ragam pada data *supply*, pengujian stationeritas ini dilakukan menggunakan transformasi Box-Cox. Pengujian ini juga dilakukan dua kali transformasi karena hasil transformasi pertama tidak mendapati nilai *rounded value* yang sama dengan 1. Pada pengujian stationeritas terhadap ragam menggunakan transformasi Box-Cox kedua, hasil dari *rounded value* sudah sama dengan 1. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 7(a). Sedangkan pada Gambar 7(b) tampak hasil dari pengujian *Autocorrelation* data *demand* yang telah dilakukan transformasi. Dari ACF *Plot* ini menunjukkan bahwa tiga lag pertama masih melewati *significance limit*. Hal ini berarti perlu dilakukan proses *differencing* untuk mendapatkan data yang stationer terhadap rata-rata. ACF *Plot* ini juga menjadi gambaran untuk menentukan model *time series forecasting* yang akan digunakan. Dari ACF *Plot* ini dapat diambil keputusan bahwa peramalan yang akan dilakukan untuk data *demand* menggunakan metode SARIMA. Hal ini dikarenakan ditemukannya pola musiman yang terjadi.



(a) **(b)**

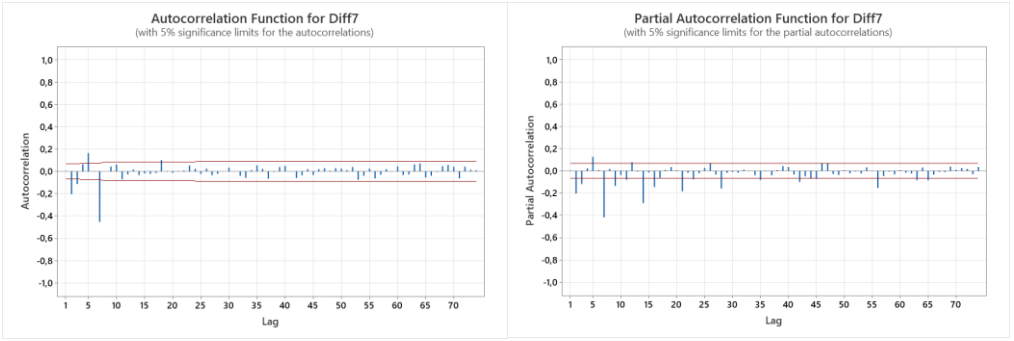
Gambar 7. (a) Transformasi Box-Cox Data *Demand* (b) ACF Data *Demand*

Setelah dilakukan *differencing* data, Gambar 8 menunjukkan bahwa data telah stationer terhadap rata-rata untuk data non-musiman. Hal ini dikarenakan lag 1 sudah berada di dalam batas selang kepercayaan (*significance limit*). Dengan stationernya dari data tersebut, maka *ACF Plot* dari *differencing* lag 1 sendiri akan digunakan untuk menentukan nilai MA pada saat pendugaan model sementara dalam pengujian suatu model. Gambar 8 juga menunjukkan bahwa data tersebut termasuk ke dalam data musiman. Ditemukan data musiman, yaitu setiap *lag* kelipatan 7. Sehingga model *time series* yang akan digunakan dalam peramalan adalah model SARIMA.



Gambar 8. Hasil pengujian ACF dari Data *Demand*

Differencing kembali dilakukan pada data musiman dengan *lag* 7 karena sebelumnya belum ada *lag* musiman yang berada dalam *significance limit*. Setelah *differencing*, hasil pengujian tersebut dapa dilihat pada Gambar 9 yang menunjukkan data sudah stasioner. Dari gambar tersebut dapat dikatakan bahwa data tersebut telah stationer, ditandai salah satu dari tiga *lag* pertama masuk dalam *significance limit*. Langkah selanjutnya adalah menentukan model dugaan sementara *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average*. Menentukan dugaan model sementara dapat dilihat berdasarkan hasil analisi *Autocorrelation Function* dan *Partial Autocorrelation Function*.



(a) **(b)**

Gambar 9. Hasil pengujian (a) ACF dan (b) PACF Musiman dari Data Demand

Identifikasi model sementara SARIMA dinotasikan (p,d,q) $p,d,q)^s$ dengan model p *Auto-regressive* (AR) dari Gambar 8 *Autocorrelation Function* yang bernilai 2, d adalah *difference* yang bernilai 1 karena *differencing* dilakukan satu kali, dan q adalah *Moving Average* (MA) *Partial Autocorrelation Function* yang bernilai 2. Maka dapat disimpulkan bahwa model untuk

data non musiman dinotasikan (2,1,2). Selanjutnya adalah mengidentifikasi model ACF dan PACF dari data yang telah dilakukan *differencing* pada *lag* musiman, yaitu *lag* 7. Gambar 9 (a) dan (b) menunjukkan bahwa nilai model p *Autoregressive* (AR) bernilai 2, yang telah dilakukan *differencing* musiman sebanyak satu kali. Hal ini berarti bahwa d bernilai 1. Sedangkan untuk nilai q adalah *Moving Average* (MA) *Partial Autocorrelation Function* yang bernilai 2. Untuk itu dugaan model sementara dari SARIMA tersebut dapat dinotasikan sebagai SARIMA $(2,1,2)(2,1,2)^7$. Hasil dari uji parameter model tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Parameter Model SARIMA$(2,1,2)(2,1,2)^7$

No	Tipe	*P value*
1	AR 1	0
2	AR 2	0
3	SAR 7	0,1
4	SAR 14	0,6
5	MA 1	0
6	MA 2	0,19
7	SMA 7	0,0
8	SMA 14	0,3

Hasil pengujian SARIMA$(2,1,2)(2,1,2)^7$ masih mendapati bahwa nilai dari *Seasonal Autoregressive* 1 dan 2 memiliki *pvalue* lebih dari 0,05. Selain itu nilai *Moving Average* 2 dan *Seasonal Moving Average* 2 juga memiliki nilai *pvalue* yang lebih dari 0,05. Artinya nilai-nilai tersebut belum termasuk ke dalam kriteria untuk melakukan pengujian. Selanjutnya dilakukan uji parameter dugaan model terbaik dengan notasi SARIMA$(211)(011)^7$. Hasil dari notasi tersebut didapatkan semua nilai *p-value* yang kurang dari 0,05. Artinya SARIMA$(211)(011)^7$ adalah model terbaik yang akan dilakukan peramalan.

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada bulan Mei 2024 terjadi kekurangan *supply* sebesar 4.187,83 MMSCF dan pada bulan Juni sebesar 4.592,39 MMSCF dan pada bulan Juli sebesar 5.370,68. Selisih ini yang harus dipenuhi oleh PT X dengan menambahkan pasokan *Liquified Natural Gas* (LNG). Pemenuhan kekurangan gas alam dengan menambah pasokan LNG adalah langkah yang tepat untuk diambil karena jumlah pasokan LNG di Indonesia yang sangat melimpah.

Tabel 4. Hasil Peramalan dan Kebutuhan LNG

Bulan	Hasil Ramalan Gas Alam Mei-Juli 2024		
	Supply **(MMSCF)**	***Demand*** **(MMSCF)**	**Margin (MMSCF)**
Mei	10.977,90	15.165,73	(4.187,83)
Juni	10.025,88	14.618,27	(4.592,39)
Juli	9.872,43	15.243,11	(5.370,68)

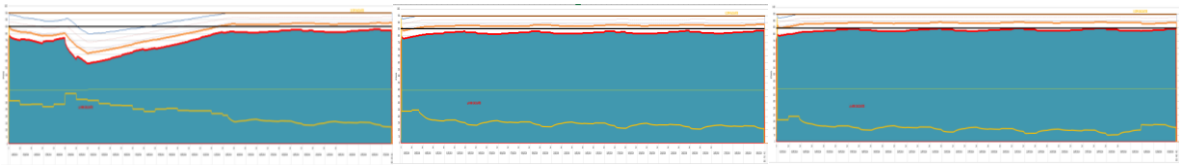
Berdasarkan data hasil *forecasting supply*, *demand* dan selisih *supply-demand* (margin) gas alam yang ada di jaringan SSJB, data inilah yang akan dilakukan *scenario transient* di *Software Pipeline Studio*. Pembuatan skenario pada *Software Pipeline Studio* dengan memasukkan data yang sama pada setiap jam di hari yang sama. Hal ini dikarenakan *forecasting* dilakukan secara

harian tidak per-jam. Pada *Software Pipeline Studio,* batasan simulasi hanya 34 hari saja. Pada pembuatan skenario pertama, kondisi *exsisting* 27 hari pertama dijadikan dasar simulasi.

Pada skenario pertama, simulasi *transient* dilakukan selama 27 hari, yaitu dari 1 Mei hingga 27 Mei 2024. Hasil dari simulasi *transient scenario* pertama dapat dilihat pada Gambar 10(a). Hasil tersebut menunjukkan bahwa kondisi *pressure* pada Stasiun 3 dan Stasiun 4 tidak melebihi batas yang telah ditentukan. Stasiun 4 dapat dikategorikan aman karena *pressure* masih dibawah 800 psig. Stasiun 4 hampir mendekati batas yang telah ditetapkan sebesar 850 psig atau siaga. Namun, hal ini masih dapat ditoleransi karena tidak melebihi batasan yang telah ditetapkan. Pada Stasiun 3, kondisi *pressure* dapat dikategorikan aman.

Pada skenario kedua, simulasi *transient* dilakukan selama 34 hari, yaitu dari 28 Mei hingga 30 Juni 2024. Hasil dari simulasi *transient scenario* kedua dapat dilihat pada Gambar 10(b). Hasil simulasi menunjukkan kondisi *pressure* pada Stasiun 3 dan Stasiun 4 tidak melebihi batas yang telah ditentukan. Kondisi *pressure* pada Stasiun 4 hampir mendekati batas yang telah ditetapkan sebesar 850 psig atau siaga. Namun, hal ini masih dapat ditoleransi karena tidak melebihi batasan yang telah ditetapkan. Pada Stasiun 3 kondisi *pressure* dapat dikategorikan aman karena *pressure* tidak melebihi 900 psig dengan batas maksimal 950 psig.

Pada skenario ketiga, simulasi *transient* dilakukan selama 31 hari, dari 1 hingga 31 Juli 2024. Hasil dari simulasi *transient scenario* ketiga dapat dilihat pada Gambar 10(c). Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa kondisi *pressure* pada stasiun 3 dan Stasiun 4 tidak melebihi batas yang telah ditentukan. Kondisi *pressure* pada Stasiun 4 hampir mendekati batas yang telah ditetapkan sebesar 850 psig atau siaga. Namun, hal ini masih dapat ditoleransi karena tidak melebihi batasan yang telah ditetapkan. Pada stasiun 3 kondisi *pressure* dapat dikategorikan aman karena *pressure* tidak melebihi 900 psig dengan batas maksimal 950 psig.

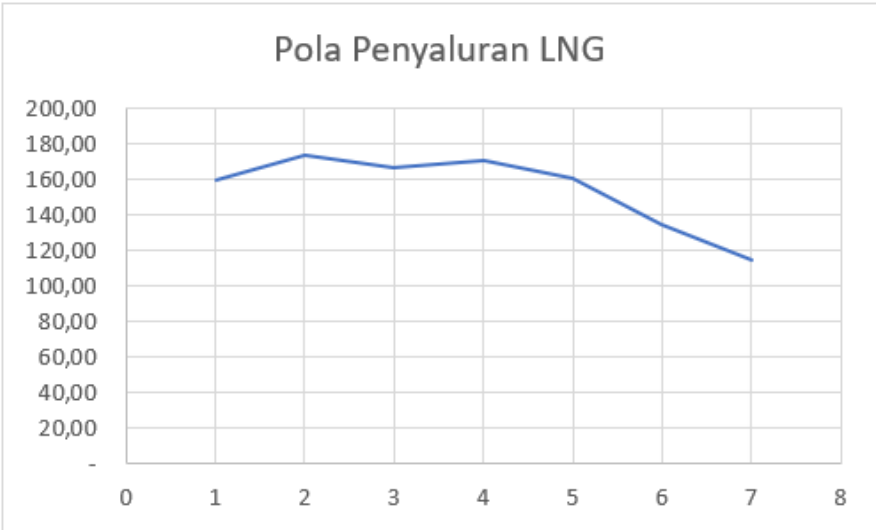


(a) **(b)** **(c)**

Gambar 10. Hasil Skenario Pertama

Berdasarkan hasil *forecasting* yang dilakukan untuk menghitung kebutuhan dari LNG dan hasil simulasi menggunakan *Software Pipeline Studio* yang menunjukkan bahwa tidak terjadinya *overpressure* pada dua *delivery point station*, pola penyaluran LNG didapat dengan hasil rata-rata harian penyaluran LNG. Pola penyaluran ini bertujuan untuk melihat *peak and trough* penyaluran untuk periode harian. Gambar 11 merupakan grafik pola penyaluran LNG di Jaringan SSJB pada periode Mei-Juli 2024.

Berdasarkan Gambar 11, penyaluran gas tertinggi terjadi pada hari Selasa sebesar 172,78 MMSCFD karena tingginya selisih *supply-demand*. Penyaluran terendah terjadi pada Minggu, yakni 113,85 MMSCFD. Pada periode *weekdays* lainnya tidak terlihat perbedaan yang signifikan dari hari ke hari. Pada hari senin, penyaluran LNG sebesar 158,99 MMSCFD, Rabu sebesar 165,87 MMSCFD, Kamis sebesar 170,03 MMSCFD, dan Jumat sebesar 159,95 MMSCFD. Selanjutnya pada periode *weekend,* yaitu hari sabtu sebesar 134,29 MMSCFD. Sama halnya dengan hari minggu, hari sabtu mengalami penurunan karena aktivitas *offtaker* yang rendah menurunkan permintaan gas di jaringan SSJB.



Gambar 11. Pola Penyaluran LNG

Sama halnya dengan pola penyaluran LNG, batasan penyaluran LNG di SSJB dilihat berdasarkan hasil *forecasting* yang sudah dilakukan untuk menghitung kebutuhan dari LNG dan hasil simulasi menggunakan *Software Pipeline Studio* yang menunjukkan bahwa tidak terjadinya *overpressure* pada dua *delivery point station*. Batasan penyaluran LNG didapat dari nilai tertinggi penyaluran LNG harian. Batasan penyaluran LNG ini bertujuan untuk menjadi batas *flowrate* agar tidak terjadi *overpressure* ataupun *highpressure*. Tabel 5 berikut ini merupakan tabel batas penyaluran LNG di Jaringan SSJB pada periode Mei-Juli 2024.

Tabel 5. Batasan Penyaluran LNG

Hari	Maksimal *Flow*
Senin	183,59
Selasa	197,14
Rabu	193,54
Kamis	195,31
Jumat	185,07
Sabtu	159,19
Minggu	138,56

Berdasarkan Tabel 5, *maximum flow* tertinggi pada hari Selasa sebesar 197,14 MMSCFD. Pada periode *weekdays* tidak terjadi perbedaan yang signifikan dari hari ke harinya. Pada hari Senin sebesar 183,59 MMSCFD, Rabu sebesar 193,54 MMSCFD, Kamis sebesar 195,31 MMSCFD, dan Jumat sebesar 185,07 MMSCFD. Penurunan *flow* terjadi pada periode *weekend*. Pada hari sabtu *maximum flow* sebesar 159,19 MMSCFD dan pada hari minggu sebesar 138,56 MMSCFD yang merupakan *maximum flow* akibat rendahnya *demand* pada periode tersebut.

4. SIMPULAN

Kebutuhan gas alam pada PT X di jaringan SSJB tidak bisa ditutup dari pasokan gas alam dari Perusahaan A, Perusahaan B, dan Perusahaan C. Peramalan dengan ARIMA memberikan hasil estimasi *Supply* gas alam pada bulan Mei, Juni, dan Juli 2024 berturut-turut sebesar 10.977,90 MMSCF, 10.025,88 MMSCF, dan 9.872,43 MMSCF. Sedangkan, peramalan *de-*

mand gas alam dengan SARIMA menunjukkan *demand* bulan Mei, Juni, dan Juli 2024 berturut-turut sebesar 15.165,73 MMSCF, 14.618,27 MMSCF dan 15.243,11 MMSCF. Selisih dari *demand* dan *supply* gas alam dipenuhi oleh pasokan LNG, sehingga jumlah LNG yang dibutuhkan untuk menutup kekurangan pasokan gas alam bulan Mei – Juli 2024 berturut-turut sebesar 4.187,83 MMSCF, 4.592,39 MMSCF dan 5.370,68 MMSCF. Dari kebutuhan LNG tersebut, penyaluran LNG tiap hari periode Mei-Juli 2024 yaitu Senin sebesar 158,99 MMSCFD, Selasa sebesar 172,78 MMSCFD, Rabu sebesar 165,87 MMSCFD, Kamis sebesar 170,03 MMSCFD, Jumat sebesar 159,95 MMSCFD, Sabtu sebesar 134,29 MMSCFD, dan Minggu sebesar 113,85 MMSCFD. Batasan maksimum *send out* LNG per hari dalam periode Mei-Juli 2024 yaitu Senin sebesar 183,59 MMSCFD, Selasa sebesar 197,14 MMSCFD, Rabu sebesar 193,54 MMSCFD, Kamis sebesar 195,31 MMSCFD, Jumat sebesar 185,07 MMSCFD, Sabtu sebesar 159,19 MMSCFD, dan Minggu sebesar 138,56 MMSCFD. Dengan pola penyaluran tersebut, tekanan dalam pipa masih berada dalam kategori aman karena tidak melebihi batas tekanan yang diijinkan.

Penelitian ini menggunakan metode ARIMA dan SARIMA tanpa melalui pengujian *error* terkecil jika dibandingkan dengan metode peramalan statistik klasik. Penelitian selanjutnya diharapkan bisa menggunakan metode peramalan dengan pengujian *error* antara metode klasik, metode ARIMA/SARIMA, maupun metode peramalan berbasis *machine learning*.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] M. I. N. Haslin, "Pentingnya Pendidikan Karakter Bagi Siswa Madrasah dalam Mewujudkan Indonesia Emas 2045," *RUKASI: Jurnal Ilmiah Perkembangan Pendidikan dan Pembelajaran*, vol. 1, no. 01, pp. 32–40, 2024.

[2] Y. Afriyanti, H. Sasana, and G. Jalunggono, "Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Energi Terbarukan di Indonesia," *Dinamic*, vol. 2, no. 3, pp. 865–884, 2020.

[3] Adiarso, E. Hilmawan, and A. Sugiyono, *Outlook Energi Indonesia 2020 Dampak Pandemi COVID-19 terhadap Sektor Energi di Indonesia*. 2020.

[4] A. Wirajaya, N. A. Sasongko, I. Supriyadi, and S. A. Purwantoro, "Analisis Peran Gas Bumi terhadap Transisi Energi di Indonesia," *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, vol. 11, no. 4, pp. 1646–1658, 2024.

[5] M. Y. F. Zaelani, "Implementasi Model SARIMA dan Algoritma Genetika pada Prediksi Produksi Minyak Bumi," *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, vol. 16, no. 2, pp. 1–10, 2020.

[6] M. A. Ismail and E. M. Abd El-Metaal, "Forecasting Residential Natural Gas Consumption in Egypt," *Journal of Humanities and Applied Social Sciences*, vol. 2, no. 4, pp. 297–308, 2020.

[7] T. Safitri, N. Dwidayati, and S. Sugiman, "Perbandingan Peramalan Menggunakan Metode Eksponensial Holt-Winters Smoothing dan Arima," *Unnes Journal of Mathematics*, vol. 6, no. 1, pp. 48–58, 2017.

[8] M. Taufiq, D. Sugiarto, and A. Rochman, "Peramalan Utilisasi Perangkat Jaringan dan Bandwidth dengan Metode Holt-Winters dan Multi Layer Perceptron," *Ultimatics: Jurnal Teknik Informatika*, vol. 12, no. 1, pp. 42–51, 2020.

[9] E. Hermawan, "Perbandingan Metode Box-Jenkins dan Holt-Winters dalam Prediksi Anomali OLR Pentad di Kawasan Barat Indonesia," *Jurnal Sains dan Dirgantara, 9 (1)*, pp. 25–35, 2011.

[10] P. DWI, "Pencegahan Terjadinya Surge Pressure pada Saat Akhir Pemuatan LNG di Kapal Tangguh Jaya," *Jurnal Ilmiah Nasional Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta*, vol. 12, no. 2, pp. 1–7, 2019.

[11] A. N. Kusumawati, M. Ghofur, M. A. Putri, and Z. A. Alfatah, "Peramalan Permintaan Menggunakan Time Series Forecasting Model untuk Merancang Resources yang Dibutuhkan IKM Percetakan," *JENIUS: Jurnal Terapan Teknik Industri*, vol. 2, no. 2, pp. 105–115, 2021.

[12] A. F. Muzakki, D. Aditama, and I. G. Anugrah, "Penerapan Metode Autoregressive Integrated Moving Average untuk Memprediksi Penggunaan Barang Medis pada Logistik Medis Rumah Sakit Muhammadiyah Gresik," *Indexia: Informatics and Computational Intelligent Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 1–16, 2022.

[13] H. A. Maulana, "Pemodelan Deret Waktu dan Peramalan Curah Hujan pada Dua Belas Stasiun di Bogor," *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, vol. 15, no. 1, pp. 50–63, 2018.

[14] R. A. Wulandari and R. Gernowo, "Metode Autoregressive Integrated Movingaverage (Arima) dan Metode Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (Anfis) dalam Analisis Curah Hujan," *Berkala Fisika*, vol. 22, no. 1, pp. 41–48, 2019.

[15] N. P. N. Hendayanti and M. Nurhidayati, "Perbandingan Metode Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) dengan Support Vector Regression (SVR) dalam Memprediksi Jumlah Kunjungan Wisatawan Mancanegara Ke Bali," *Jurnal Varian*, vol. 3, no. 2, pp. 149–162, 2020.

[16] R. Utari, "Analisa Debit Bangkitan Menggunakan Model Arima (Autoregresif Integrated Moving Average)," *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, vol. 7, no. 3, pp. 159–168, 2022.

[17] M. Azmi, "Penentuan Titik Suplai Gas Yang Optimal Dalam Tambahan Pasokan Gas Di Jaringan Pipa Gas Transmisi SSWJ," *Jurnal Eksakta Kebumian*, vol. 1, no. 1, 2020.