

Perbandingan Metode *Double Exponential Smoothing* dan *Least Square* untuk Sistem Prediksi Hasil Produksi Teh

Muhammad Bagus Nurkahfi¹, Victor Wahanggara², Bakhtiyar Hadi Prakoso³

^{1,2}Jurusan Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Jember

³Jurusan Kesehatan, Politeknik Negeri Jember

¹nurkahfi.bagus@gmail.com, ²victorwahanggara@unmuhjember.ac.id, ³bakhtiyar.hp@polije.ac.id

Keywords:

Tea,
Double Exponential Smoothing,
Least Square,
Prediction,

ABSTRACT

Tea is one of the mainstay commodities of Indonesian plantation. In order to meet market demand, it is necessary to plan the right production needs, so that the amount of production capacity and market demand is balanced. To meet the needs of the right production requires good planning. The way that can be done is by making predictions. In this study, the prediction of tea production was carried out using the *Double Exponential Smoothing* and *Least Square* methods. From the test results, it was found that the MAPE value of the *Double Exponential Smoothing* method, the most optimal α value is α 0.1 with a MAPE value of 18.084% and for the *Least Square* method the MAPE value is 17.008%.

Kata Kunci

Teh,
Double Exponential Smoothing,
Least Square,
Prediksi,

ABSTRAK

Teh merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan nusantara. Dalam rangka memenuhi kebutuhan pasar perlu direncanakan kebutuhan produksi yang tepat, sehingga antara jumlah kapasitas produksi dengan permintaan pasar seimbang. Untuk memenuhi kebutuhan produksi yang tepat perlu perencanaan yang baik. Cara yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan prediksi. Didalam penelitian ini dilakukan prediksi produksi teh dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dan *Least Square*. Dari hasil uji didapatkan nilai MAPE metode *Double Exponential Smoothing* nilai α yang paling optimal adalah α 0,1 dengan nilai MAPE 18,084 % dan untuk metode *Least Square* nilai MAPE-nya adalah 17,008 %.

Korespondensi Penulis:

Bakhtiyar Hadi Prakoso,
Politeknik Negeri Jember,
Jl. Mastrip 164 Jember,
Email: bakhtiyar.hp@polije.ac.id

1. PENDAHULUAN

Hampir semua perusahaan yang bergerak di bidang industri saat ini menghadapi tingkat persaingan yang semakin ketat. Hal tersebut mengharuskan perusahaan untuk dapat merencanakan kegiatan produksi dengan baik, sehingga diharapkan keuntungan perusahaan akan meningkat. Terkait hal tersebut suatu sistem yang dapat membantu mengatasi masalah produksi yang ada pada setiap perusahaan. Proses perencanaan produksi harus didukung keputusan yang tepat, agar perencanaan bisa optimal. Proses pendukung keputusan yang baik akan menghasilkan keputusan yang tepat jika data-data yang dipergunakan untuk mengambil keputusan tepat dan akurat. Salah satu data dukungannya adalah data prediksi. Sistem prediksi dapat digunakan untuk memprediksi jumlah produksi pada periode sebelumnya.

Salah satu metode yang dipakai dalam prediksi adalah metode *Double Exponential Smoothing*. Banyak penilitan-penelitian terkait dengan prediksi yang menggunakan *Double Exponential Smoothing* diantaranya penelitian yang dilakukan oleh, Rosyid dimana didalam penelitiannya memakai metode *double exponential smoothing* dalam menyelesaikan prediksi harga bahan-bahan pangan di pulau Jawa. Hasil prediksi menunjukkan nilai MAPE rata-rata dibawah 10% [1]. Chusyairi dkk, menggunakan metode *double exponential smoothing* untuk memprediksi laporan kepolisian yang hilang, dimana data yang digukan merupakan data-data terkait dengan laporan-laporan

kepolisian [2], Metode *double exponential smothing* juga dipergunakan untuk memprediksi tingkat reservasi kamar hotel di Pulau Kalimantan. Ramadia dkk mengambil data tahun 2014 sampai dengan 2018 untuk memprediksi hotel. Hasil peramalan menunjukkan nilai MSE terbaill sebesar 19,27 dengan nilai alpha 0.1[3].

Least square merupakan sebuah metode yang digunakan untuk membantu prediksi. Metode ini merupakan metode yang dibangun berdasarkan konsepe statistik. Dengan dkk mencoba memprediksi stok obat dengan menggunakan metode *Least Square*. Data yang dipergunakan merupakan data obat dengan periode bulan Januari sampai dengan Nopember. dari penelitian tersebut didapatkan hasil *Mean Absolute Deviation (MAD)* sebesar 51.20 %, *Mean Square Error (MSE)* sebesar 66.29 % dan *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* sebesar 10% . Hal ini cukup efektif karena tingkat error tidak melebihi 10%[4].

Teh meruapakan salah satu komoditas andalan perkebuanan nusantara dimana pengelolaannya dilakukan oleh PTP Nusantara. Untuk memenuhi kebutuhan pasar perlu direncanakan kebutuhan produksi yang tepat, sehingga antara kapasitas produksi dengan permintaan pasar terjadi keseimbangan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan membuat sebuah sistem pendukung kepusan untuk membantu dalam merencanakan produksi dengan menggunakan metode prediksi. Pada artikel ini akan dibuat aplikasi untuk dibandingkan dua metode prediksi yaitu *double exponential smothing* dan *least square* dengan data produksi the. Data diambil dari salah satu perusahaan yang mengelola produduksi teh di Kabupaten Blitar Jawa Timur.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Exponential Smoothing

Smoothing adalah mengambil rata – rata dari nilai pada beberapa periode untuk menaksir nilai pada suatu periode, *Exponential Smoothing* adalah suatu peramalan rata – rata bergerak yang melakukan pembobotan menurun secara exponential terhadap nilai – nilai observasi yang lebih dulu. Metode *Exponential Smoothing* merupakan pengembangan dari metode *Moving Average*. Dalam metode ini peramalan dilakukan dengan mengulang perhitungan secara terus menerus dengan menggunakan data baru. Peramalan *Expiential Smoothing* merupakan salah satu kategori metode *time series* yang menggunakan pembobotan data masa lalu secara eksponensial. Dalam kategori ini terdapat beberapa metode yang umum dipakai, antara lain metode *Single Exponential Smoothing*, *Double Exponential Smoothing*, dan *Triple Exponential Smoothing*

Metode *Double Exponential Smoothing* digunakan ketika data menunjukkan adanya trend. *Exponential smoothing* dengan adanya trend seperti pemulusan sederhana kecuali bahwa dua komponen harus diperbarui setiap periode – level dan trendnya. Level adalah estimasi yang dimuluskan dari nilai data pada akhir masing – masing periode. Trend adalah estimasi yang dihaluskan dari pertumbuhan rata – rata pada akhir masing – masing periode. Rumus untuk *Double Exponential Smoothing* adalah [5] :

$$S'_t = \alpha X_t + (1 - \alpha) S'_{t-1}$$

$$S''_t = \alpha S'_t + (1 - \alpha) S''_{t-1}$$

$$\alpha_t = S'_t + (S'_t - S''_t) = 2S'_t - S''_{t-1}$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S'_t - S''_t)$$

$$F_{t+m} = \alpha_t + b_t, \text{ dimana } m = 1$$

Dimana :

X_t = Data pada periode t

S'_t = Nilai pemulusan 1 periode t

S''_t = Nilai pemulusan 2 periode t

S'_{t-1} = Nilai pemulusan pertama sebelumnya (t-1)

S''_{t-1} = Nilai pemulusan kedua sebelumnya (t-2)

A = Konstanta pemulusan

α_t = Intersepsi pada periode t

b_t = Nilai trend pada periode t

F_{t+m} = Hasil peramalan untuk periode t+1

m = Jumlah periode waktu kedepan

Agar dapat menggunakan persamaan diatas, nilai S'_{t-1} dan S''_{t-1} harus tersedia. Tetapi pada saat $T = 1$, nilai tersebut tidak tersedia, jadi nilai – nilai ini harus tersedia di awal.

Disini metode pemulusan eksponensial tunggal tidak cukup baik diterapkan jika datanya bersifat tidak stasioner atau memiliki trend, oleh karena itu penulis menggunakan metode *double exponential smoothing* karena data yang di teliti memiliki trend yang ditandai dengan adanya kecenderungan arah data bergerak naik dan turun pada jangka panjang.

2.4 Metode Kuadrat Terkecil (*Least quare*)

Metode *Least Square* adalah metode peramalan yang digunakan untuk melihat trend dari data deret waktu (Sofyan Assauri, 1991). Metode *Least Square* adalah salah satu metode pendekatan yang digunakan untuk regresi

ataupun pembentukan persamaan dari titik – titik data diskretnya (dalam permodelan), dan analisis sesatan pengukuran (dalam validasi model). Dengan rumus sebagai berikut [6]:

$$Y = a + bx$$

Keterangan :

Y : Jumlah penjualan

a & b : Koefisien

x / t : Waktu tertentu dalam bentuk kode

Dalam menentukan nilai x / t seringkali digunakan teknik alternatif dengan memberikan skor atau kode.

Dalam hal ini dilakukan pembagian data menjadi dua kelompok, yaitu :

1. Data genap, maka skor nilai t nya : ..., -5, -3, -1, 1, 3, 5, ...
2. Data ganjil, maka skor nilai t nya : ..., -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, ...

Selanjutnya, untuk mengetahui koefisien a dan b di cari dengan menggunakan rumus :

$$A = \frac{\sum Y}{n} \qquad B = \frac{\sum XY}{\sum X^2}$$

2.5 MAPE (Mean Absolute Precentage Error)

MAPE merupakan perhitungan perbedaan antara data asli dan data hasil peramalan. Perbedaan dari perhitungan tersebut diabsolutkan sehingga bernilai positif, dan kemudian dihitung ke dalam bentuk presentase terhadap data asli. Hasil presentase tersebut kemudian didapatkan nilai *meannya*.). *MAPE* lebih banyak digunakan untuk mengukur akurasi *time series*, khususnya untuk mengukur trend. Rumus *MAPE* adalah sebagai berikut [7] :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|X_t - F_t|}{X_t} 100$$

Keterangan :

X_t = Data aktual pada periode ke t

F_t = Nilai ramalan pada periode ke t

n = Banyaknya periode waktu

3. HASIL DAN ANALISIS

Analisis dilakukan dengan mengambil data produksi teh periode tahun 2012 sampai dengan tahun 2016. Data masukan berupa data per bulan. Analisis dihitung dengan membuat sebuah program di Java. Berikut adalah form input data yang digunakan untuk menginputkan data hasil produksi. Pada form ini pengguna bisa memasukan data-data produksi teh

No	Tahun	Bulan	Produksi
1	2012	Januari	41391
2	2012	Februari	33712
3	2012	Maret	45506
4	2012	April	30945
5	2012	Mei	49481

Gambar 1. Form masukan data

Dalam penelitian ini penulis memasukkan 60 data produksi dari tahun 2012 sampai dengan 2016 yang dijadikan sebagai data training untuk memprediksikan hasil produksi teh pada bulan berikutnya menggunakan metode *Least Square* dan *Double Exponential smoothing*.

Analisa pertama dilakukan dengan menghitung produksi the dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing*. Gambar dibawah ini adalah merupakan hasil perhitungan yang telah dilakukan

Perhitungan Double Exponential Smoothing Keluar Waktu : 58628053 ms

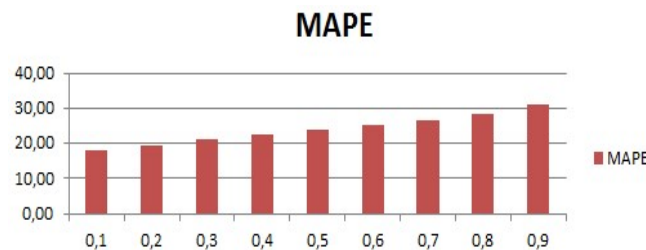
Proses Hitung Alfa : 0,1 Mean Absolute Percentage Error : 18.084 %

Ramalan Bulan Berikutnya :
Ramalan Bulan Ke-Februari Adalah 34364.293 Kg

No	Tahun	Bulan	Produksi	St	ST	A	B	Prediksi(Y)	Selisih	Absolut	Abs/Y
1	2012	Januari	41391	41391.000	41391.0	41391.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2012	Februari	33712	40923.100	41314.21	39931.99	-76.791	41391.0	-7679.0	7679.0	0.228
3	2012	Maret	45506	41111.399	41293.928	40928.852	-20.283	39855.2	5650.801	5650.801	0.125
4	2012	April	30845	40994.751	41174.011	39015.491	-119.918	40908.57	9993.57	9993.57	0.322
5	2012	Mei	49481	41033.376	41159.846	40909.804	-14.064	38995.59	10585.42	10585.42	0.214
6	2012	Juni	35681	40498.138	41093.767	39902.509	-66.182	40892.74	-5211.74	5211.74	0.147
7	2012	Juli	31201	39996.424	40941.233	38195.915	-152.335	39836.33	6935.331	6935.331	0.277
8	2012	Agustus	24260	39037.582	40603.898	35424.297	-290.366	38943.98	13783.081	13783.081	0.569
9	2012	September	34689	37702.724	40356.054	35049.395	-294.815	35133.04	444.841	444.841	0.013
10	2012	Oktober	36619	37594.352	40079.864	35109.832	-276.171	34754.58	1694.42	1694.42	0.051
11	2012	November	43720	38206.917	39882.588	36521.246	-167.297	34832.65	8887.35	8887.35	0.204
12	2012	Desember	29005	37286.725	39632.002	34841.448	-260.587	35333.95	-7328.95	7328.95	0.253
13	2013	Januari	55351	38993.152	39578.111	38698.188	-53.895	34680.87	26070.13	26070.13	0.374
14	2013	Februari	32784	38462.237	39456.53	37457.945	-111.589	38554.31	-5770.31	5770.31	0.177
15	2013	Maret	41229	38738.913	39393.769	38084.058	-72.762	37346.36	3882.64	3882.64	0.095
16	2013	April	41393	39004.322	39354.625	38653.82	-38.845	38011.3	3381.7	3381.7	0.082
17	2013	Mei	35400	38543.899	39283.732	38004.048	-71.094	38514.88	-3214.88	3214.88	0.091
18	2013	Juni	27293	37508.801	38106.239	35911.363	-177.494	37932.95	10639.95	10639.95	0.39
19	2013	Juli	37555	38513.421	38946.958	36179.865	-269.262	35733.87	4678.871	4678.871	0.297

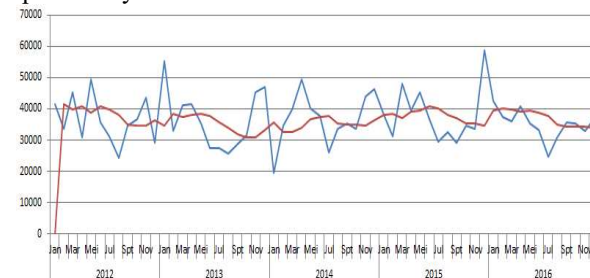
Gambar 2. Form Perhitungan Double Exponential Smoothing

Uji dilakukan dengan menghitung MAPE untuk masing-masing nilai alpha antara 0.1 sampai dengan 0.9. Dari perhitungan menggunakan aplikasi didapatkan nilai MAPE sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik nilai MAPE DES

Berdasarkan data pada gambar diatas nilai MAPE mulai dari alpha = 0,1 sampai dengan 0,9 cenderung meningkat nilai MAPE terkecil didapatkan dari nilai alpha 0,1. Oleh karena itu nilai alpha yang digunakan adalah dengan menggunakan nilai $\alpha = 0,1$. Selanjut akan dilakukan perhitungan nilai prediksi untuk masing-masing periode dengan menggunakan metode Double Exponential Smoothing dengan nilai alpha = 0,1. Gambar dibawah ini merupakan hasil perhitungan prediksinya.



Gambar 4 Grafik Perbandingan Nilai Aktual dan Prediksi DES

Grafik biru menunjukkan nilai actual sedangkan grafik merah menunjukkan nilai prediksi. Dari perhitungan aplikasi didapatkan hasil prediksi sebesar 36204,793 Kg untuk periode berikutnya.

Analisa berikutnya dilakukan dengan menghitung produksi teth dengan menggunakan metode Least Square. Gambar dibawah ini adalah merupakan hasil perhitungan yang telah dilakukan

Perhitungan Least Square Keluar Waktu : 9883347837 ms

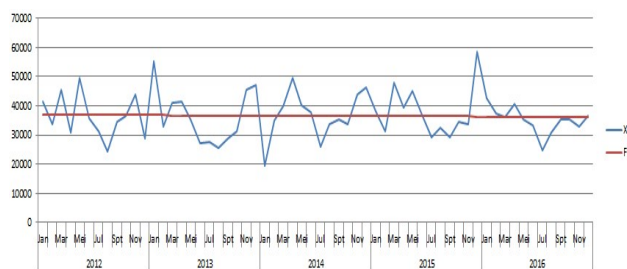
Proses Hitung Mean Absolute Percentage Error : 17.008 %

Ramalan Bulan Berikutnya :
Ramalan Bulan Ke-Januari Adalah 36204.793 Kg

No	Tahun	Bulan	Produksi	X	XY	X ²	Y	Selisih	Absolut	Abs/Y
1	2012	Januari	41391	-59	-2442089	3481	36940.348	-4450.652	4450.652	0.108
2	2012	Februari	33712	-57	-1921584	3249	36929.088	3216.088	3216.088	0.095
3	2012	Maret	45506	-45	-2047770	2025	36915.829	4590.171	4590.171	0.189
4	2012	April	30845	-53	-1644085	2809	36903.57	5958.57	5958.57	0.193
5	2012	Mei	49481	-51	-2523531	2601	36891.311	12589.689	12589.689	0.254
6	2012	Juni	35681	-49	-1748389	2401	36879.051	1196.051	1196.051	0.034
7	2012	Juli	31201	-47	-1466447	2209	36866.792	5665.792	5665.792	0.182
8	2012	Agustus	24260	-45	-1091700	2025	36854.533	12594.533	12594.533	0.519
9	2012	September	34689	-43	-1491627	1849	36842.274	2153.274	2153.274	0.062
10	2012	Oktober	36619	-41	-1501379	1681	36830.014	211.014	211.014	0.006
11	2012	November	43720	-39	-1705080	1521	36817.755	4992.245	4992.245	0.159
12	2012	Desember	29005	-37	-1073185	1369	36805.496	7800.496	7800.496	0.269
13	2013	Januari	55351	-35	-1937285	1225	36793.237	18557.763	18557.763	0.335
14	2013	Februari	32784	-33	-1091872	1089	36780.977	3996.977	3996.977	0.122
15	2013	Maret	41229	-31	-1278099	961	36768.718	4480.292	4480.292	0.109
16	2013	April	41393	-29	-1200397	841	36756.459	4636.541	4636.541	0.112
17	2013	Mei	35400	-27	-955800	729	36744.2	1344.2	1344.2	0.038

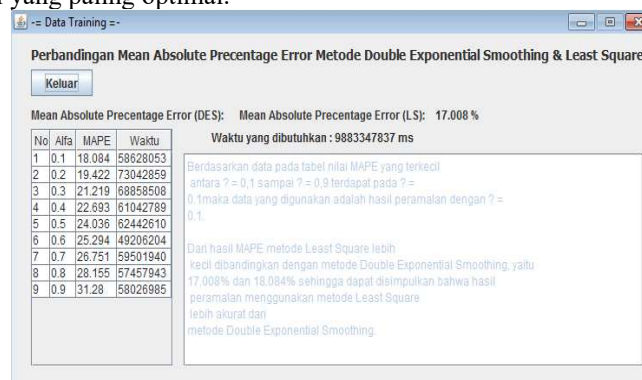
Gambar 5. Form Perhitungan Least Square

Dari perhitungan metode least square pada aplikasi, didapatkan perbandingan nilai prediksi dan nilai actual yang selanjutnya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 6 Grafik Perbandingan data Training dan Prediksi LS

Berdasarkan gambar dapat dilihat grafik perbandingan hasil prediksi metode *Least Square*. Grafik biru menunjukkan nilai actual sedangkan grafik merah menunjukkan nilai prediksi. Terlihat bahwa hasil prediksi dan data training perbedaannya cukup jauh pada setiap periode, hasil prediksi dari metode *Least Square* cenderung berada di tengah atau rata – rata dari keseluruhan data training. Berikut merupakan perbandingan *MAPE* serta kecepatan dari setiap proses prediksi. Serta akan ditampilkan kesimpulan metode mana yang nantinya akan menghasilkan nilai prediksi yang paling optimal.



Gambar 7 Hasil MAPE dan Kecepatan Proses

Berdasarkan uji coba pada gambar 7 didapat perbandingan antara metode *Double Exponential Smoothing* dan *Least Square*. Pada metode *Double Exponential Smoothing* nilai α antara 0,1 sampai dengan 0,9 yang memiliki tingkat eror terkecil adalah α 0,1 dengan nilai $MAPE = 18,084\%$ dengan Kecepatan 58628053 ms. Sedangkan pada metode *Least Square* nilai $MAPE = 17,008\%$ dengan kecepatan = 9883347837 ms

4. KESIMPULAN

Dari hasil Dari hasil nilai *MAPE* metode *Double Exponential Smoothing* nilai α yang paling optimal adalah α 0,1 dengan nilai *MAPE* 18,084 % dan nilai α terbesar adalah α 0,9 dengan nilai *MAPE* 31,280 dan untuk metode *Least Square* nilai *MAPE*-nya adalah 17,008 %. sehingga dapat disimpulkan bahwa metode *Least Square* lebih akurat dibandingkan metode *Double Exponential Smoothing* karena nilai *MAPE* dari metode *Least Square* lebih mendekati dibandingkan dengan metode *Double Exponential Smoothing*. Proses prediksi pada sistem antara perhitungan metode *Least Square* dan *Double Exponential Smoothing* pada setiap alfa nya lebih cepat metode *Double Exponential Smoothing* dengan kecepatan proses pada $\alpha = 0,1$ yaitu 58628053 ms. Sedangkan pada metode *Least Square* proses prediksinya adalah 9883347837 ms. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan mencoba metode-metode prediksi yang lainnya. Sehingga akan diperoleh metode paling efektif digunakan untuk melakukan prediksi teh

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dapat diperuntukkan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian ini yaitu Universitas Muhammadiyah Jember dimana tempat penulis menyelesaikan studi

REFERENSI

[1] H. A. Rosyid, T. Widiyaningtyas, and N. F. Hadinata, "Implementation of the Exponential Smoothing Method for Forecasting Food Prices at Provincial Levels on Java Island," *Proc. 2019 4th Int. Conf. Informatics Comput. ICIC 2019*, 2019, doi: 10.1109/ICIC47613.2019.8985872.

-
- [2] A. Chusyairi, N. S. P. Ramadar, and Bagio, "The use of exponential smoothing method to predict missing service e-report," *Proc. - 2017 2nd Int. Conf. Inf. Technol. Inf. Syst. Electr. Eng. ICITISEE 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 39–44, 2018, doi: 10.1109/ICITISEE.2017.8285535.
- [3] Ramadiani, N. Wardani, A. Harsa Kridalaksana, M. Labib Jundillah, and Azainil, "Forecasting the Hotel Room Reservation Rate in East Kalimantan Using Double Exponential Smoothing," *Proc. 2019 4th Int. Conf. Informatics Comput. ICIC 2019*, 2019, doi: 10.1109/ICIC47613.2019.8985916.
- [4] N. Dengen, Havaluddin, L. Andriyani, M. Wati, E. Budiman, and F. Alameka, "Medicine Stock Forecasting Using Least Square Method," *Proc. - 2nd East Indones. Conf. Comput. Inf. Technol. Internet Things Ind. EIConCIT 2018*, no. Ci, pp. 100–103, 2018, doi: 10.1109/EIConCIT.2018.8878563.
- [5] S. G. Makridakis, S. C. Wheelwright, and R. J. Hyndman, *Forecasting: Methods and Applications*, Third Edit. Willey, 2008.
- [6] P. K. Dunn and G. K. Smyth, *Generalized Linear Models With Examples in R*. New York, NY: Springer New York, 2018.
- [7] J. H. Rob and A. George, *Forecasting: Principles and Practice*, First Edit. Monash: Otext, 2013.