

## Analisis Kalman filter berbasis Google Trends untuk Prediksi Kedatangan Wisatawan Mancanegara di Indonesia Pasca Pandemi

Evita Purnaningrum<sup>(1)</sup>, Hanief Khooyir Nafah<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Manajemen, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

<sup>(2)</sup>Akuntansi, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya

Jl. Dukuh Menanggal XII No. 4 Surabaya 60234

e-mail: [purnaningrum@unipasby.ac.id](mailto:purnaningrum@unipasby.ac.id) dan [haniefknafah@gmail.com](mailto:haniefknafah@gmail.com)

### ABSTRAK

Pada tahun 2019 kunjungan wisatawan mancanegara (wisman) ke Indonesia mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Sehingga, pariwisata diprediksi menjadi salah satu penopang terbesar dari penerimaan negara. Namun, saat wabah Coronavirus terjadi di akhir tahun 2019, sektor ini menjadi sektor industri yang paling terdampak dengan penurunan yang sangat tajam dan perkiraan akan membaik sekitar tahun 2035 hingga 2045. Kejadian tersebut mendorong penelitian untuk merumuskan model proyeksi terbaik bagi wisatawan asing pasca pandemi dengan menggunakan metode Kalman filter. Kalman filter merupakan model *state space* yang dapat diulang untuk menghasilkan nilai akurasi estimasi yang tinggi. Model ini didukung oleh analisis *google trends* yang mampu menangkap minat negara lain terhadap pariwisata Indonesia, terutama di masa pandemi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun pandemi, beberapa negara masih memiliki minat terhadap objek wisata di Indonesia. Selain itu, Kalman filter memiliki akurasi yang tinggi dalam peramalan wisatawan asing.

**Kata kunci :** *peramalan, Kalman filter, Pariwisata, Pandemi, Google Analitik*

### ABSTRACT

*In 2019, foreign tourist visits to Indonesia experienced a significant increase. Thus, tourism is predicted to be one of the biggest pillars of state revenue. However, when the Coronavirus outbreak occurred at the end of 2019, this sector became the most affected industrial sector with a very sharp decline and is expected to improve around 2035 to 2045. This incident prompted research to formulate the best projection model for foreign tourists after the pandemic by using Kalman filter method. Kalman filter is a state space model that can be repeated to produce high estimation accuracy values. This model is supported by an analysis of Google Trends which is able to capture the interest of other countries in Indonesian tourism, especially during the pandemic. The results of the study show that despite the pandemic, several countries still have an interest in tourism objects in Indonesia. In addition, Kalman filter has high accuracy in forecasting foreign tourists.*

**Keywords :** *forecasting, Kalman filter, Tourism, Pandemic, Google Analytics.*

### 1. PENDAHULUAN

Pariwisata Indonesia salah satu sektor yang memiliki potensi untuk terus berkembang. Permintaan pariwisata pada 2019 mencapai 16,11 juta, naik 1,88% dari tahun sebelumnya (Badan Pusat Statistik, 2019). Meski demikian, pada 2020, pemerintah memutuskan untuk merevisi target kunjungan wisatawan yang sebelumnya mencapai 17,2 juta orang akibat pandemi Covid-19. Covid-19 adalah penyakit dari coronavirus jenis baru yang berasal dari paparan makanan laut di Wuhan, keberadaan virus ini pertama kali dilaporkan pada 31 Desember 2019 ke kantor negara WHO di China (World Health Organization (WHO), 2020).

Wabah Covid-19 telah mempengaruhi berbagai sektor baik formal maupun informal terutama sektor pariwisata. Hal tersebut menjadikan alasan pemerintah perlu mengambil keputusan dan langkah-langkah yang cukup besar untuk penanganan dan perbaikan dari kejadian yang ditimbulkan oleh pandemi. Salah satu dampak dari wabah tersebut adalah penutupan tempat-tempat wisata pada waktu yang tidak dapat diprediksi, termasuk penurunan permintaan pariwisata dan penghentian sementara industri pariwisata (Newsome, 2020), penurunan kinerja karyawan di sektor pariwisata, dan penurunan jumlah penumpang angkutan. Dengan kata lain, Covid-19

menyebabkan kedatangan wisman ke Indonesia turun tajam. Apalagi diperkirakan jumlah ini akan kembali normal sesuai target pada 2024 atau 2025. Namun, belum ada penelitian lebih lanjut mengenai perkiraan waktu aktivitas pariwisata bisa kembali normal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan kedatangan turis asing menggunakan analisis *Google Trends*. *Google Trends* merupakan salah satu big data yang dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah dengan cara yang sederhana (Höpken, Eberle, Fuchs, & Lexhagen, 2019; Kusumawardhani & Purnaningrum, 2021; Nafah & Purnaningrum, 2021; Evita Purnaningrum & Ariqoh, 2019; Evita Purnaningrum & Ariyanti, 2020; Sun, Wei, Tsui, & Wang, 2019).

Tingginya permintaan pariwisata terutama dari wisatawan asing dapat berdampak positif terhadap PDB. Berdasarkan literatur, nilai tukar (Cachia, Compañó, & Da Costa, 2007; De Vita, 2014), PDB per kapita dunia (Martins, Gan, & Ferreira-Lopes, 2017; Wakimin, Azlina, & Hazman, 2018) *Google Trends Index* (Yang, Pan, Evans, & Lv, 2015), dan Indeks Harga Konsumen (CPI) (Alamsyah & Friscintia, 2019) dapat mempengaruhi permintaan pariwisata. Oleh karena itu, faktor-faktor tersebut dapat membantu pemerintah dalam menetapkan kebijakan yang tepat untuk memikat minat wisatawan. Selain itu, Beberapa studi literatur sebelumnya telah membahas tentang pemesanan peramalan pariwisata khususnya di Indonesia seperti model Vector Error Correction Model (VECM) (Haqiq & Pharmasetiawan, 2019), Artificial Neural Network (ANN) (Alamsyah & Friscintia, 2019), ANN dan Holt winters (Supriatna, Hertini, Saputra, Subartini, & Robbani, 2019), variabel ekonomi (Mariyono, 2017), Model ARIMA (Kharista, Permanasari, & Hidayah, 2015). Namun, metode sebelumnya membutuhkan pengembangan untuk meningkatkan kinerja peramalan. Dalam kondisi yang tidak pasti seperti pandemi, diperlukan metode yang ampuh untuk menangkap kejadian tersebut. Penelitian ini menerapkan metode Kalman filter untuk memprediksi kondisi ketidakpastian yang telah digunakan peneliti sebelumnya dalam bidang ekonometrika (Bradford & Imstrand, 2018; Fauziyah & Purnaningrum, 2021; E Purnaningrum, 2018; E Purnaningrum, Cahyaningtias, & Kusumawardhani, 2021; Evita Purnaningrum, 2020; Wilcox & Hamano, 2017). Selain itu, Kalman Filter (KF) berbasis teknik model time series univariat jarang diterapkan dalam studi ekonomi empiris, khususnya pariwisata, dan belum pernah dilakukan studi untuk kasus Indonesia. Meskipun Rizal (2017)

telah menerapkan filter RNN-Extended Kalman untuk memprediksi kedatangan wisatawan di Lombok dengan akurasi 86%, namun dalam penelitian ini Kalman filter digunakan sebagai algoritma pelatihan untuk mendapatkan bobot pada RNN. Berbeda dengan hal tersebut, penelitian ini menerapkan metode Kalman filter sebagai model dan metode peramalan pariwisata di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini ingin menambah literatur terbaru untuk pemahaman lebih lanjut tentang topik Kalman filter.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Kalman filter untuk Kedatangan Wisatawan

Kalman filter diperkenalkan sebagai metode peramalan dengan model *state space* ekonometrik oleh Harvey pada tahun 1990 (Harvey, 1990). Selanjutnya model tersebut dimodifikasi dan diterapkan pada berbagai permasalahan ekonomi. Pada penelitian ini akan menggunakan model Kalman filter yang telah dibentuk oleh Durbin dan Koopman (2012) dengan penambahan variabel penjelas dari *google trends*. Persamaannya sebagai berikut:

$$\mathbf{y}_t = \mathbf{Z}_t \boldsymbol{\alpha}_t + \mathbf{X}_t \boldsymbol{\beta}_t + \boldsymbol{\varepsilon}_t, \quad \boldsymbol{\varepsilon}_t \sim N(\mathbf{0}, \mathbf{H}_t) \quad (1)$$

dimana  $\mathbf{y}$  adalah data kedatangan wisatawan, bulanan,  $\boldsymbol{\alpha}$  adalah vektor keadaan yang tidak teramati,  $\boldsymbol{\beta}$  adalah koefisien regresi.  $\mathbf{X}$  merupakan variabel penjelas atau merepresentasikan data *google trends*.  $\boldsymbol{\varepsilon}$  merupakan error dari model yang berdistribusi normal dengan  $\mu = 0$ .

Keuntungan dari model *state space* Kalman filter adalah operasi rekursif dari perhitungan untuk mendapatkan model berbasis waktu terbaik dan sebelumnya. Dalam hal peramalan secara real time menjadi sangat efektif dan efisien. Selanjutnya model filter Kalman tidak hanya memberikan prediksi yang akurat tetapi juga membentuk struktur model yang dapat dianalisis lebih lanjut untuk hubungan antar variabel.

### 2.2 Tahapan Kalman filter dalam software R

Model simulasi filter Kalman dilakukan di R open source dengan paket KFAS yang dimodifikasi untuk peramalan wisatawan (Helske, 2017). Langkah-langkah metodenya adalah sebagai berikut:

- Menemukan ketidakpastian terbaik  $Q$  (kesalahan kovarians dari keadaan tidak teramati) dengan syarat  $t < 10000, \text{abs}(RMSE_t - RMSE_{t-1}) > 10^{-7}, \text{dan } RMSE > 10^{-3}$ .

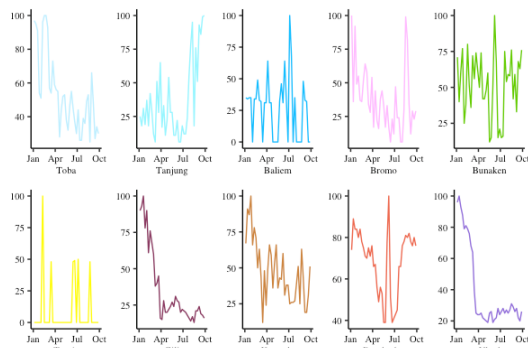
- Pembagian data dengan rasio 3:1 untuk data training dan testing.
- Model Terbaik untuk Kalman filter (Data training).
- Prediksi Masa Depan (Data testing).
- Pengukuran Akurasi (MAPE dan RMSE)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum, hasil dan pembahasan memiliki dua topik. Topik pertama adalah hasil dari banyaknya negara yang masih tertarik dengan objek wisata di Indonesia selama masa pandemi. Hal ini penting untuk mempromosikan Indonesia kembali ke dunia internasional. Topik kedua membahas hasil metode Kalman filter dan mencari model terbaik berdasarkan MAPE dan RMSE.

#### 3.1. Google Trends Analitik

Pengumpulan data tren google menggunakan paket di R (gTrends) (Massicotte & Eddelbuettel, 2019) berdasarkan tiga kategori istilah pencarian, yaitu kata umum tentang coronavirus, kata lain terkait untuk coronavirus, dan sepuluh besar tempat wisata di Indonesia (<https://www.touropia.com/tourist-attractions-in-indonesia/>). Data google sebagai variabel penjelas dalam peramalan menggunakan metode Kalman filter. Data ini ditambang sejak awal deteksi virus corona, akhir Desember 2019 hingga September 2020, setiap minggu.

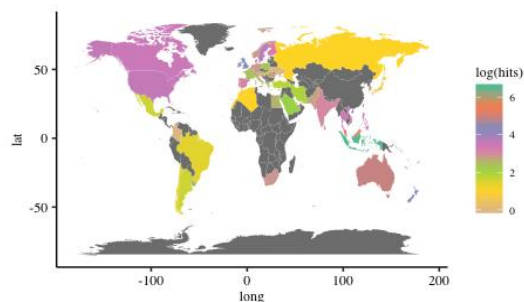


**Gambar 1.** Grafik Pencarian Obyek Wisata di Indonesia Saat Pandemi (*Google Trends*)

Berdasarkan google trend, kita bisa mengetahui negara mana saja yang tertarik dengan beberapa objek wisata di Indonesia. Kami telah membuat peta (ditunjukkan pada gambar 2) berdasarkan kata pencarian untuk objek wisata. Dengan demikian, hasil tersebut dapat bermanfaat bagi pemerintah atau pelaku usaha di bidang pariwisata untuk memetakan proyeksi target dan target promosi pariwisata ke depan. Lebih dari

separuh pencari informasi pariwisata Indonesia di kawasan ASEAN dan Australia masing-masing. Dengan kata lain, sekarang ini kita harus promosi yang luas tidak hanya menargetkan kawasan ASEAN tetapi ke negara-negara yang melihat pariwisata berdasarkan data google trend. Tak disangka, Inggris menjadi 5 negara teratas yang mencari objek wisata ini. Pada akhirnya, peta berdasarkan istilah pencarian berguna dalam pengambilan keputusan dalam hal perencanaan pariwisata.

Hasil dari model google trend analytic ini akan sangat membantu untuk mendukung para pekerja di sektor pariwisata dan pemerintah dalam menentukan kebijakan yang tepat dan perbaikan yang tepat sehingga dapat berdampak positif pada peningkatan jumlah permintaan pariwisata Indonesia. Selain itu, Penelitian ini dapat membantu industri pariwisata untuk mengetahui perkiraan negara wisatawan yang berlibur pada waktu tertentu sehingga dapat digunakan untuk memberikan diskon tiket pesawat dan mengadakan kegiatan budaya. Oleh karena itu, promosi tersebut membuat wisatawan asing datang kembali di masa depan. Selain untuk menambah pendapatan negara, kegiatan budaya yang dilakukan juga dapat dijadikan sebagai pengenalan budaya Indonesia kepada wisatawan.



**Gambar 2.** Peta pencarian objek pariwisata di Indonesia berdasarkan negara dengan *Google Trends*

#### 3.2. Hasil Kalman filter

Setelah menyelesaikan analisis tren google, kami telah mensimulasikan filter Kalman untuk mendapatkan kesalahan kovarians yang memiliki RMSE terkecil. Studi ini membagi simulasi menjadi tiga kelompok dan membandingkan RMSE dan MAPE (ditunjukkan pada Tabel 1). Hasil tersebut menunjukkan bahwa Kalman filter mampu memprediksi kedatangan wisman ke Indonesia secara signifikan. Karena MAPE dari ketiga model yang disimulasikan di bawah 10%, maka model filter Kalman cocok untuk memprediksi data

ketidakpastian dan memproyeksikan masa depan. Tingkat akurasi setiap percobaan memiliki rata-rata yang sama, artinya model filter Kalman dengan variabel penjelas dari google trend stabil dalam memprediksi wisatawan mancanegara.

Tabel 1. Nilai RMSE dan MAPE

Error	Grup berdasarkan Kata kunci			Total
	Group 1	Group 2	Group 3	
RMSE	0.5965737	0.5965737	0.5965737	0.5965737
MAPE	0.07250522	0.07250522	0.07250522	0.07250522



Gambar 3. Hasil simulasi peramalan dengan menggunakan Kalman filter berbasis Google Trends

Perbandingan pergerakan kunjungan wisman dengan prediksi dapat dilihat pada gambar 3. Split ratio untuk data sebesar 75%. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, dibandingkan dengan kurva kunjungan wisatawan yang sebenarnya, dapat dilihat bahwa model yang diusulkan dalam makalah ini memiliki kinerja yang baik dalam memprediksi tren kunjungan wisatawan. Namun permasalahan outlier (seperti bencana alam, pandemi, wabah) perlu dikaji lebih lanjut dengan menyempurnakan model ruang keadaan Kalman filter, tidak hanya Time Series tetapi dengan penambahan model lainnya. Namun, model Kalman filter dapat mengikuti pergerakan fungsi yang sebenarnya dengan lebih sedikit kesalahan. Terakhir, penelitian ini menunjukkan bahwa model Kalman filter dapat menjadi metode peramalan alternatif untuk kasus ekonometrika, khususnya peramalan wisatawan asing. Akhirnya, berdasarkan MAPE (7%) kurang dari 10% yang berarti metode ini memiliki

peramalan yang sangat akurat (Montaño Moreno, Palmer Pol, Sesé Abad, & Cajal Blasco, 2013).

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pandemi adalah keadaan ketidakpastian yang tidak dapat diprediksi kapan akan berakhir. Di Indonesia, telah terjadi perlambatan ekonomi dan kemungkinan akan mengalami resesi. pascapandemi dan memasuki era new normal, perlu direncanakan strategi untuk mendukung peningkatan ekonomi. salah satu harapan terbesar adalah pariwisata. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa kita dapat mengetahui potensi wisatawan berdasarkan sentiment masyarakat di google search dengan menggunakan google trends analitik. Di sisi lain, Kalman filter dapat memprediksi secara signifikan dan akurat kunjungan wisatawan asing ke Indonesia dengan perolehan nilai MAPE sebesar 7% dan RMSE 60%. Penambahan variabel baik yang merupakan faktor makroekonomi dan modifikasi dengan penggabungan model ekonometrik yang lain dapat digunakan untuk peningkatan performa prediksi kunjungan wisatawan mancanegara. Hasil ini dapat berguna dengan cara lebih lanjut untuk memprediksi kunjungan wisatawan asing.

#### DAFTAR PUSTAKA

Alamsyah, A., & Friscintia, P. B. A. (2019). Artificial neural network for Indonesian tourism demand forecasting. *2019 7th International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICoICT.2019.8835382>

Badan Pusat Statistik. (2019). Jumlah kunjungan wisman ke Indonesia Desember 2019 mencapai 1,38 juta kunjungan. Retrieved from Perkembangan Pariwisata dan Transportasi Nasional Desember 2019 website: <https://www.bps.go.id/pressrelease/2020/02/03/1711/jumlah-kunjungan-wisman-ke-indonesia-desember-2019-mencapai-1-38-juta-kunjungan-.html>

Bradford, E., & Imsland, L. (2018). Economic Stochastic Model Predictive Control Using the Unscented Kalman Filter. *IFAC-PapersOnLine*, 51(18), 417-422. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.09.336>

Cachia, R., Compañó, R., & Da Costa, O. (2007). Grasping the potential of online social networks for foresight. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2007.05.00>

6

- De Vita, G. (2014). The long-run impact of exchange rate regimes on international tourism flows. *Tourism Management*. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2014.05.001>
- Durbin, J., & Koopman, S. J. (2012). Time Series Analysis by State Space Methods: Second Edition. *Aging*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Fauziyah, & Purnaningrum, E. (2021). Optimization of Stock Portfolios Using Goal Programming Based on the Kalman-Filter Method. *Jurnal Matematika MANTIK*, 7(1), 20–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.15642/mantik.2021.7.1.20-30>
- Haqiq, A., & Pharmasetiawan, B. (2019). Data Analytics for Forecasting Arrival of Tourism Visit in Indonesia. *Proceeding - 2019 International Conference on ICT for Smart Society: Innovation and Transformation Toward Smart Region, ICISS 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICISS48059.2019.8969795>
- Harvey, A. C. (1990). Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter. In *Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman Filter*. <https://doi.org/10.1017/cbo9781107049994>
- Helske, J. (2017). KFAS: Exponential family state space models in R. *Journal of Statistical Software*. <https://doi.org/10.18637/jss.v078.i10>
- Höpken, W., Eberle, T., Fuchs, M., & Lexhagen, M. (2019). Google Trends data for analysing tourists' online search behaviour and improving demand forecasting: the case of Åre, Sweden. *Information Technology and Tourism*. <https://doi.org/10.1007/s40558-018-0129-4>
- Kharista, A., Permanasari, A. E., & Hidayah, I. (2015). The performance of GM (1,1) and ARIMA for forecasting of foreign tourists visit to Indonesia. *2015 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications, ISITIA 2015 - Proceeding*. <https://doi.org/10.1109/ISITIA.2015.7219949>
- Kusumawardhani, D. A., & Purnaningrum, E. (2021). Penyebaran Pengguna Digital Wallet Di Indonesia Berdasarkan Google Trends Analytics. *INOVASI*, 17(2), 377–385. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.29264/jinv.v17i2.8069>
- Mariyono, J. (2017). Determinants of Demand for Foreign Tourism in Indonesia. *Jurnal Ekonomi Pembangunan: Kajian Masalah Ekonomi Dan Pembangunan*. <https://doi.org/10.23917/jep.v18i1.2042>
- Martins, L. F., Gan, Y., & Ferreira-Lopes, A. (2017). An empirical analysis of the influence of macroeconomic determinants on World tourism demand. *Tourism Management*. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.01.008>
- Massicotte, P., & Eddelbuettel, D. (2019). gtrendsR: Perform and Display Google Trends Queries. *R Package Version*.
- Montaño Moreno, J. J., Palmer Pol, A., Sesé Abad, A., & Cajal Blasco, B. (2013). Using the R-MAPE index as a resistant measure of forecast accuracy. *Psicothema*. <https://doi.org/10.7334/psicothema2013.23>
- Nafah, H. K., & Purnaningrum, E. (2021). Penggunaan Big Data Melalui Analisis Google Trends Untuk Mengetahui Perspektif Pariwisata Indonesia Di Mata Dunia. *Snhrp*.
- Newsome, D. (2020). The collapse of tourism and its impact on wildlife tourism destinations. *Journal of Tourism Futures*. <https://doi.org/10.1108/JTF-04-2020-0053>
- Purnaningrum, E. (2018). Renewable Stock Price Model Sebagai Pendukung Investasi Saham: Studi Kasus Saham Jii. *Kolegial*.
- Purnaningrum, E., Cahyaningtias, S., & Kusumawardhani, D. A. (2021). Augmentation time series model with Kalman filter to predict foreign tourist arrivals in East Java. *Journal of Physics: Conference Series*, 1869(1), 012116. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1869/1/012116>
- Purnaningrum, Evita. (2020). Pendekatan Metode Kalman Filter untuk Peramalan Pergerakan Indeks Harga Saham Terdampak Pandemi Coronavirus. *Majalah Ekonomi*.
- Purnaningrum, Evita, & Ariqoh, I. (2019). Google Trends Analytics dalam Bidang Pariwisata. *Majalah Ekonomi*.
- Purnaningrum, Evita, & Ariyanti, V. (2020). Pemanfaatan Google Trends Untuk Mengetahui Intervensi Pandemi Covid-19 Terhadap Pasar Saham Di Indonesia. *Jurnal.Unipasby.Ac.Id*.
- Rizal, A. A., & Hartati, S. (2017). Recurrent neural network with Extended Kalman Filter for

- prediction of the number of tourist arrival in Lombok. *2016 International Conference on Informatics and Computing, ICIC 2016*. <https://doi.org/10.1109/IAC.2016.7905712>
- Sun, S., Wei, Y., Tsui, K. L., & Wang, S. (2019). Forecasting tourist arrivals with machine learning and internet search index. *Tourism Management*. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.07.010>
- Supriatna, A., Hertini, E., Saputra, J., Subartini, B., & Robbani, A. A. (2019). The forecasting of foreign tourists arrival in indonesia based on the supply chain management: An application of artificial neural network and holt winters approaches. *International Journal of Supply Chain Management*.
- Wakimin, N. F., Azlina, A. A., & Hazman, S. (2018). Tourism demand in Asean-5 countries: Evidence from panel data analysis. *Management Science Letters*. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2018.4.023>
- Wilcox, B. A., & Hamano, F. (2017). Kalman's Expanding Influence in the Econometrics Discipline. *IFAC-PapersOnLine*. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.106>
- World Health Organization (WHO). (2020). Novel Coronavirus – China.
- Yang, X., Pan, B., Evans, J. A., & Lv, B. (2015). Forecasting Chinese tourist volume with search engine data. *Tourism Management*. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2014.07.019>