

E-ISSN : 2830-2028

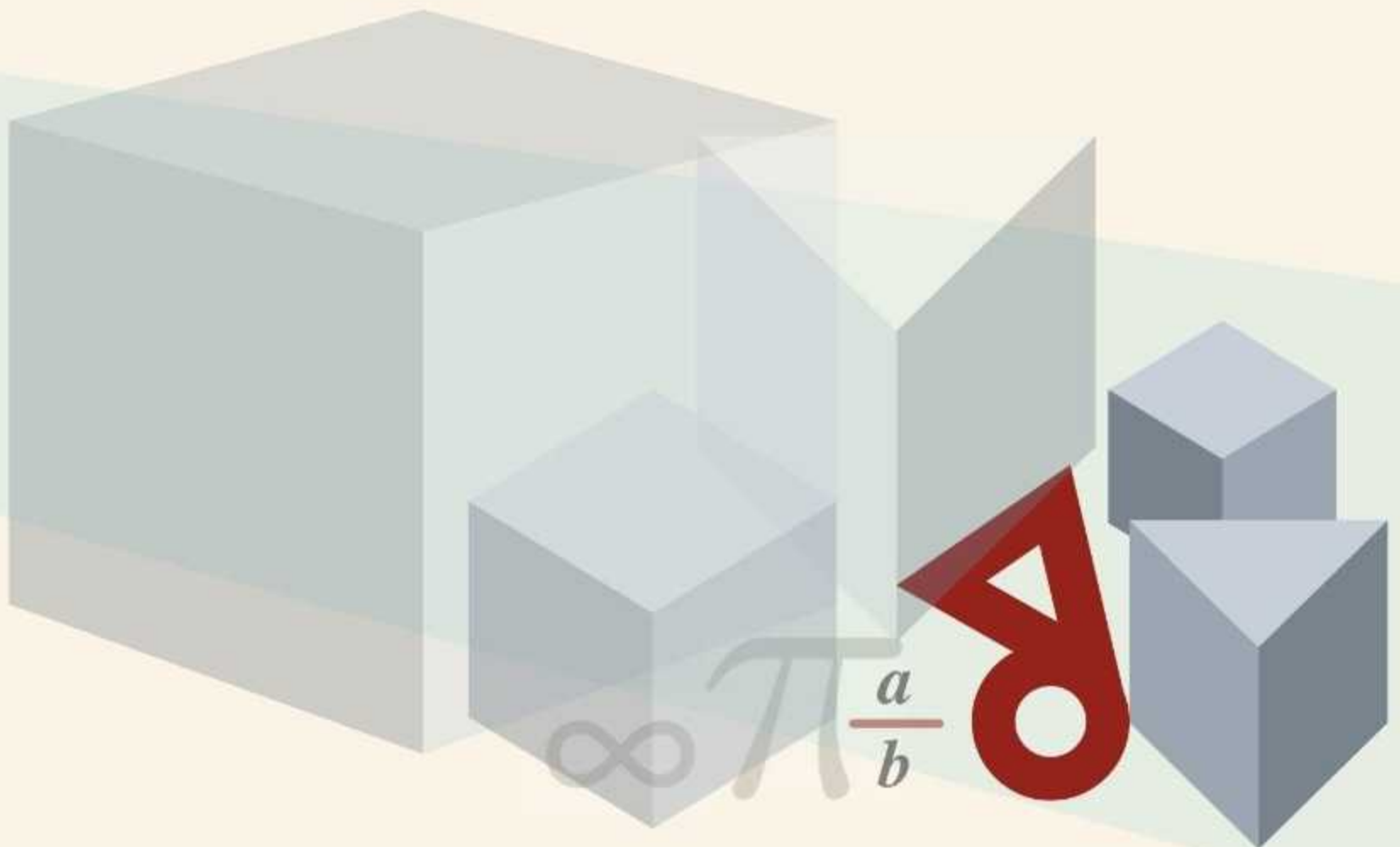
P-ISSN : 2962-1402

Volume 2 Nomor 2, Desember (2022)



JURNAL FRACTION

Jurnal Teori dan Terapan Matematika



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BANGKA BELITUNG**



<https://fraction.ubb.ac.id>

**ANALISIS BIBLIOMETRIK PENELITIAN PENGARUH EDIBLE COATING
NANOPARTIKEL KITOSAN TERHADAP MASA SIMPAN BUAH TOMAT
MENGUNAKAN VOSVIEWER**
***BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE EFFECT EDIBLE COATING CHITOSAN
NANOPARTICLES ON THE STORAGE OF TOMATO FRUIT USING VOSVIEWER***

Mentari Putri Aprilia^{1,a}, Asep Bayu Dani Nandiyanto²

¹Universitas Pendidikan Indonesia [Email: mentariputri28@upi.edu]

²Universitas Pendidikan Indonesia [Email: nandiyanto@upi.edu]

^amentariputri28@upi.edu

ABSTRAK

Di zaman modern seperti sekarang, penting untuk melakukan analisis bibliometrik guna mengetahui dan mengukur evolusi, tantangan, dan prospek penelitian di masa yang akan datang, terutama mengenai *edible coating*, salah satu teknologi pangan yang sedang digalakkan berkaitan dengan mudah rusaknya sifat-sifat buah tomat yang meningkatkan kerugian dalam proses produksi dan distribusinya. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pemetaan komputasional pada data bibliometrik jurnal penelitian guna mengetahui peluang penelitian ini di masa yang akan datang. Jurnal yang digunakan diambil dari *database* Google Scholar melalui aplikasi *reference manager* Publish or Perish dan kemudian pemetaan komputasional dilakukan menggunakan VOSviewer. Dari hasil penelusuran, diketahui sebanyak 922 jurnal relevan diterbitkan dalam rentang tahun 2012 – 2022. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penelitian mengenai pengaruh *edible coating* nanopartikel kitosan terhadap masa simpan buah tomat cenderung mengalami kenaikan jumlah publikasi setiap tahunnya. Penurunan jumlah publikasi hanya terjadi pada tahun 2014 – 2015. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa peluang penelitian pada bidang *chitosan edible coating* cukup tinggi terhadap kebaruan penelitian.

Kata kunci: Bibliometrik, Analisis pemetaan komputasi, Pelapisan, Nanopartikel kitosan, VOSviewer

ABSTRACT

In this modern era, important to conduct an analysis bibliometric to identify the evolution and prospects of future research, especially edible coatings, one of the food technologies that are being related to the perishability properties of tomatoes to increase losses in the production and distribution process. Therefore, this research was conducted to analyze computational mapping on bibliometric data of research journals to find out the opportunities for this research in the future. The journals used are taken from the Google Scholar database through the Publish or Perish reference manager application and then computational mapping is done using VOSviewer. From the search results, 922 relevant journals were published in the period 2012 – 2022. The results showed that research on the effect edible coating nanoparticles of chitosan on the shelf life tomatoes tends to increase the number of publications every year. The decrease of publications only occurred in 2014 – 2015. The results also show that research opportunities of chitosan edible coating are quite high for the novelty of the research.

Keywords: *Bibliometric, Computational mapping analysis, Edible coating, Chitosan nanoparticles, VOSviewer*

1. PENDAHULUAN

Di zaman modern seperti saat ini, perlu untuk melakukan analisis bibliometrik untuk menunjukkan dan mengukur evolusi penelitian, perspektif, tantangan, dan prospek penelitian di masa yang akan datang [1]. Analisis bibliometrik merupakan studi kuantitatif bahan bibliografi yang menyediakan gambaran umum suatu bidang penelitian yang dapat diklasifikasikan berdasarkan artikel, penulis, dan jurnal. Popularitasnya dapat dikaitkan dengan (1) kemajuan dan ketersediaan perangkat lunak bibliometrik seperti Gephi, Leximancer, VOSviewer, dan *database* ilmiah seperti Scopus, Web of Science (WoS), Google Scholar, dan (2) tersedianya lintas disiplin metodologi bibliometrik dari ilmu informasi hingga penelitian bisnis. Bidang yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah bidang teknologi pangan mengenai pengaruh *edible coating* nanopartikel kitosan terhadap masa simpan buah tomat. Bidang ini diambil karena tomat (*Solanum lycopersicum*) merupakan buah yang paling banyak dikonsumsi di seluruh dunia [2]. Meskipun memiliki potensi besar dalam produksi berbagai produk makanan dan

kesehatan, buah tomat termasuk buah klimaterik sehingga memiliki kadar air yang tinggi dan tekstur yang lembut yang menyebabkan buah tomat menjadi sangat mudah rusak [3]. Umur simpan buah tomat yang relatif pendek menyebabkan timbulnya berbagai masalah dalam proses transportasi, penyimpanan, dan pemasaran produk yang menimbulkan kerugian pascapanen sehingga produksi buah tomat di sebagian besar negara tidak menguntungkan. Ada beberapa cara untuk memperbaiki sistem manajemen buah tomat pasca panen, seperti pengemasan yang dimodifikasi dan iradiasi dengan panjang gelombang tertentu. Namun, cara-cara tersebut menimbulkan beberapa kerusakan pada status gizi buah tomat sehingga ditemukanlah teknik *edible coating* sebagai cara baru yang paling tepat untuk meningkatkan sistem penyimpanan dan penanganan pascapanen buah tomat karena menggunakan pelapis yang dapat dimakan sehingga aman untuk kesehatan manusia dan lingkungan [4].

Edible coating (EC) merupakan lapisan tipis yang terbentuk pada bagian permukaan makanan untuk penyimpanan dan dapat dimakan utuh bersama dengan makanan. EC berperan sebagai agen penghalang terhadap transmisi gas dan zat terlarut, serta memberikan perlindungan mekanis untuk makanan [5]. Studi terbaru mengenai *edible coating* berfokus pada senyawa-senyawa alami yang dapat digunakan sebagai bahan pelapis yang paling optimum dalam menjaga kualitas produk makanan. Nanopartikel kitosan, sebagai polimer bermolekul tinggi, tidak beracun, dan bersifat bioaktif dapat dijadikan sebagai bahan pelapis yang efektif dalam menjaga kualitas produk makanan [6]. *Edible coating* nanopartikel kitosan telah dibahas efektivitasnya dalam menghambat degradasi dan memperpanjang masa simpan bahan pangan yang mudah rusak seperti stroberi, melon, persik, mentimun, dan plum [5].

Dalam literatur, terdapat beberapa jurnal yang menyediakan tinjauan bibliometrik di banyak bidang penelitian, termasuk ekonomi [7], penelitian fuzzy [8], dan inovasi [9]. Pentingnya analisis bibliometrik di berbagai bidang penelitian menyebabkan dibentuknya tulisan ini yang bertujuan untuk memberikan gambaran tentang topik penelitian utama dan mengungkapkan kemungkinan jalan untuk penelitian di masa depan yang dapat diterapkan oleh industri makanan dalam pengembangan produk baru.

2. METODE PENELITIAN

Data dari artikel yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang dipublikasikan dalam jurnal penelitian yang diterbitkan di jurnal Google Scholar. Penulis memilih Google Scholar dalam penelitian ini karena basis data Google Scholar adalah basis data yang bersifat *open source*. Untuk mendapatkan data penelitian digunakan aplikasi *reference manager* yaitu Publish or Perish. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu (1) pengumpulan data publikasi melalui perangkat lunak Publish or Perish, (2) pengolahan data bibliometrik untuk jurnal yang diarsipkan menggunakan aplikasi Microsoft Excel, (3) analisis bibliometrik terkomputerisasi dengan aplikasi VOSviewer, dan (4) analisis komputasi dari analisis pemetaan.

Pencarian data jurnal di perangkat lunak Publish or Perish dilakukan untuk memilah jurnal publikasi menggunakan kata kunci “Edible coating, Chitosan nanoparticles, Tomatoes, Food, Chemistry”. Jurnal yang digunakan adalah jurnal yang diterbitkan pada rentang tahun 2012 – 2022. Semua data penelitian diperoleh pada September 2022. Pada penelitian ini VOSviewer juga digunakan untuk merepresentasikan dan menganalisis tren menggunakan peta bibliometrik. Data dari *database* sumber kemudian dipetakan. VOSviewer diaplikasikan dalam hal membuat 3 variasi publikasi pemetaan, yaitu *network visualization*, *overlay visualization*, dan *density visualization* berdasarkan jaringan antar *item* yang ada. Saat membuat peta bibliometrik, frekuensi kata kunci diatur untuk ditemukan sebanyak 3 kali. Oleh karena itu, diperoleh 269 istilah dan kata kunci yang kurang relevan dengan penelitian kemudian dihilangkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pencarian Data Publikasi

Berdasarkan penelusuran data menggunakan *software reference manager* Publish or Perish dari publikasi yang diterbitkan di jurnal Google Scholar, diperoleh 922 jurnal yang relevan dengan kriteria penelitian. Data yang diperoleh berupa meta data jurnal yang terdiri dari nama penulis, judul jurnal, tahun terbit jurnal, dan jumlah kutipan. Tabel 1 menunjukkan beberapa contoh data jurnal publikasi yang digunakan dalam analisis menggunakan VOSviewer dari penelitian ini. Sampel data yang diambil adalah 5 artikel terbaik yang memiliki jumlah sitasi terbanyak. Jumlah sitasi

dari seluruh artikel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 28.341, jumlah sitasi per tahun adalah 2834,10, jumlah sitasi per jurnal adalah 30,74, dan rata-rata penulis dalam jurnal yang digunakan adalah 3,79. Seluruh artikel memiliki rata-rata h-index sebesar 82 dan g-index sebesar 146.

Tabel 1. Data publikasi pengaruh *edible coating* nanopartikel kitosan terhadap masa simpan buah tomat

No.	Penulis	Judul	Tahun	Jumlah Kutipan	Referensi
1.	Shit, S. C., & Shah, P. M.	Edible polymers: challenges and opportunities	2014	2077	[10]
2.	Gogos, A., Knauer, K., & Bucheli, T. D.	Nanomaterials in plant protection and fertilization: current state, foreseen applications, and research priorities	2012	664	[11]
3.	Hassan, B., et al.	Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review	2018	573	[12]
4.	Biji, K. B., et al.	Smart packaging systems for food applications: a review	2015	506	[13]
5.	Kashyap, P. L., Xiang, X., & Heiden, P.	Chitosan nanoparticle based delivery systems for sustainable agriculture	2015	495	[14]

3.2. Pengembangan Penelitian mengenai Pengaruh Edible Coating Nanopartikel Kitosan Terhadap Masa Simpan Buah Tomat

Tabel 2 menunjukkan perkembangan penelitian mengenai pengaruh *edible coating* berbasis nanopartikel kitosan terhadap masa simpan buah tomat yang telah dipublikasikan di jurnal terindeks Google Scholar. Berdasarkan data yang ditunjukkan pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa jumlah penelitian sebanyak 905 jurnal dari tahun 2012 – 2022. Pada tahun 2012 terdapat 7 jurnal, tahun 2013 terdapat 15 jurnal, tahun 2014 terdapat 19 jurnal, tahun 2015 terdapat 18 jurnal, tahun 2016 terdapat 36 jurnal, tahun 2017 terdapat 49 jurnal, tahun 2018 terdapat 67 jurnal, tahun 2019 terdapat 97 jurnal, tahun 2020 terdapat 142 jurnal, tahun 2021 terdapat 227 jurnal, dan tahun 2022 terdapat 228 jurnal. Dari jumlah publikasi tersebut dapat diketahui bahwa penelitian mengenai pengaruh *edible coating* berbasis nanopartikel kitosan terhadap masa simpan buah tomat mengalami kenaikan jumlah publikasi setiap tahunnya.

Tabel 2. Perkembangan penelitian mengenai pengaruh *edible coating* nanopartikel kitosan terhadap masa simpan buah tomat

Tahun Publikasi	Jumlah Publikasi
2012	7
2013	15
2014	19
2015	18
2016	36
2017	49
2018	67
2019	97
2020	142
2021	227
2022	228
Total	905
Rata-rata	82,3

Gambar 1 menunjukkan perkembangan penelitian mengenai pengaruh *edible coating* nanopartikel kitosan terhadap masa simpan buah tomat pada rentang tahun 2012 – 2022. Berdasarkan Gambar 1, diketahui bahwa perkembangan penelitian cenderung mengalami kenaikan jumlah publikasi setiap tahunnya. Penurunan jumlah publikasi hanya terjadi pada tahun 2014 – 2015. Penurunan ini terlihat dari jumlah publikasi pada tahun 2014 sebanyak 19 dan pada tahun 2015 hanya sebanyak 18 publikasi. Data menunjukkan bahwa popularitas penelitian mengenai pengaruh *edible coating* berbasis nanopartikel kitosan terhadap masa simpan buah tomat cenderung stabil dan akhir-akhir ini minat penelitian mengalami peningkatan yang signifikan.



Gambar 1. Tingkat perkembangan penelitian mengenai pengaruh *edible coating* nanopartikel kitosan terhadap masa simpan buah tomat

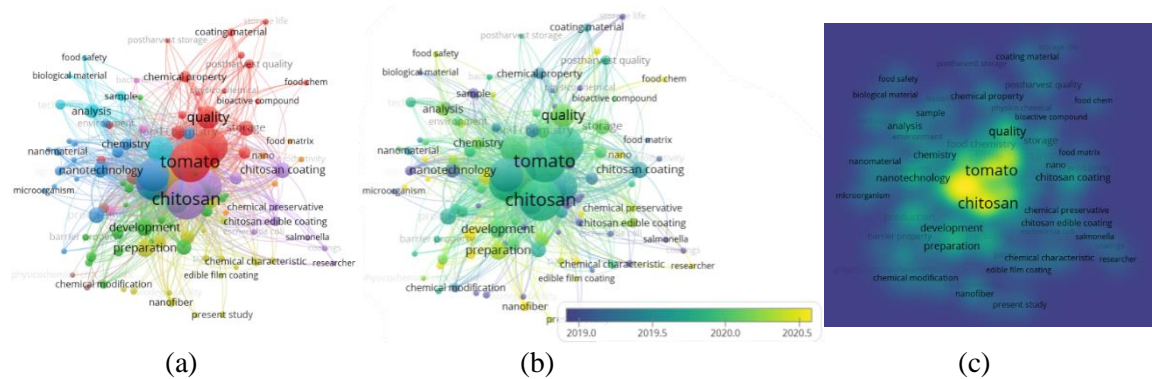
3.3. Visualisasi Penelitian mengenai Pengaruh *Edible Coating* Nanopartikel Kitosan Terhadap Masa Simpan Buah Tomat menggunakan VOSviewer

Pemetaan komputasi dilakukan pada data jurnal. VOSviewer digunakan dalam pemetaan komputasi. Dari hasil pemetaan komputasi ditemukan 119 *item*. Setiap *item* yang ditemukan mengenai pengaruh *edible coating* nanopartikel kitosan terhadap masa simpan buah tomat dalam pemetaan data dibagi menjadi 9 cluster, yaitu:

- (i) Cluster 1 memiliki 23 *item* dan ditandai dengan warna merah. 23 *item* tersebut adalah *bio-active compound, chemical fungicide, chemical property, coating material, edible coating, food chem, food chemistry, food preservation, fresh tomato, journal, microbial growth,*

- physico chemical, physicochemical property, postharvest quality, postharvest storage, potential, quality, research, shelf life, storage, storage life, tomato, dan tomato fruit.*
- (ii) Cluster 2 memiliki 23 item dan ditandai dengan warna hijau. 23 item tersebut adalah *addition, antibacterial activity, antimicrobial agent, antimicrobial edible coating, barrier property, biodegradable film, biological activity, chemical composition, chemical modification, chitosan film, composite film, development, edible film, food industry, food packaging, food packaging application, future, mechanical property, nanocomposite film, physical property, property, shelf life extension, dan water vapor permeability.*
 - (iii) Cluster 3 memiliki 20 item dan ditandai dengan warna biru. 20 item tersebut adalah *agriculture, application, biological property, chemical method, chemistry, chitosan nanoparticle, comprehensive review, concentration, environment, food system, green synthesis, microorganism, nanomaterial, nanoparticle, nanotechnology, potential application, product, production, recent development, dan tomato plant.*
 - (iv) Cluster 4 memiliki 19 item dan ditandai dengan warna kuning. 19 item tersebut adalah *active packaging, antibacterial property, antifungal activity, biodegradability, carboxymethyl chitosan, chemical characteristic, chemical interaction, chemical stability, chemical structure, critical review, edible film coating, food processing, food product, nanofiber, packaging, paper, preparation, present study, dan recent advance.*
 - (v) Cluster 5 memiliki 10 item dan ditandai dengan warna ungu. 10 item tersebut adalah *chemical preservative, chitosan, chitosan coating, chitosan edible coating, coating, coatings, Escherichia coli, researcher, salmonella, dan technology.*
 - (vi) Cluster 6 memiliki 8 item dan ditandai dengan warna biru muda. 8 item tersebut adalah *advance, analysis, biological material, food, food safety, review, sample, dan technique.*
 - (vii) Cluster 7 memiliki 8 item dan ditandai dengan warna jingga. 8 item tersebut adalah *chemical, compound, food matrix, nano, productivity, structure, sustainable agriculture, dan weight loss.*
 - (viii) Cluster 8 memiliki 4 item dan ditandai dengan warna coklat. 4 item tersebut adalah *analytical grade, physicochemical characteristic, polymer, dan treatment.*
 - (ix) Cluster 9 memiliki 4 item dan ditandai dengan warna merah muda. 4 item tersebut adalah *antimicrobial activity, antimicrobial property, bacterium, dan biopolymer.*

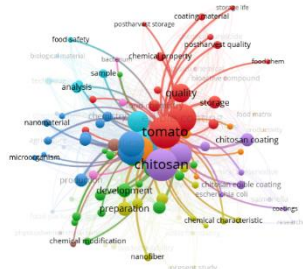
Hubungan antara satu istilah dengan istilah lainnya ditunjukkan pada setiap *cluster* yang muncul. Tanda diberikan untuk setiap istilah dengan bentuk lingkaran berwarna. Besar kecilnya lingkaran untuk setiap suku berbeda-beda tergantung dari frekuensi munculnya suku tersebut [15]. Ukuran lingkaran tanda menunjukkan hubungan yang positif dengan munculnya istilah dalam judul dan abstrak [16]. Semakin sering munculnya istilah maka semakin besar ukuran tandanya. Representasi pemetaan yang dianalisis dalam penelitian ini terdiri dari tiga bagian, yaitu *network visualization, overlay visualization, dan density visualization* (lihat Gambar 2).



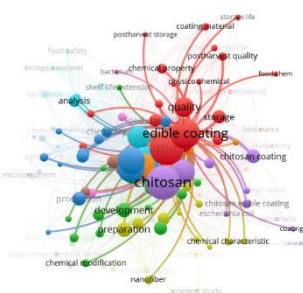
Gambar 2. (a) *Network visualization*, (b) *overlay visualization*, dan (c) *density visualization* dari kata kunci *edible coating, chitosan nanoparticles, tomatoes, food, chemistry*

Gambar 2(a) menunjukkan *network visualization*. Representasi ini menunjukkan hubungan antar

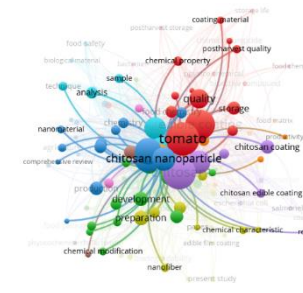
istilah yang digambarkan dalam suatu jaringan yang saling terhubung. Gambar 2(a) menunjukkan *cluster* masing-masing istilah yang sering dianalisis dan berhubungan dengan topik penelitian mengenai pengaruh *edible coating* nanopartikel kitosan terhadap masa simpan buah tomat. Dari *cluster-cluster* yang terdapat pada *network visualization* dapat diketahui bahwa penelitian ini dapat dipisahkan menjadi 4 bidang yaitu istilah pertama adalah *tomato* yang termasuk dalam *cluster 1* dengan total 112 *link*, total *link strength* 1282, dan 301 *occurrences* (lihat Gambar 3). Istilah kedua adalah *edible coating* yang termasuk dalam *cluster 1* dengan total 106 *link*, total *link strength* 1109, dan 234 *occurrences* (lihat Gambar 4). Istilah ketiga adalah *chitosan nanoparticle* yang termasuk dalam *cluster 3* dengan total 95 *link*, total *link strength* 615, dan 142 *occurrences* (lihat Gambar 5), dan istilah keempat adalah *chitosan edible coating* yang termasuk dalam *cluster 5* dengan total 32 *link*, total *link strength* 90, dan 19 *occurrences* (lihat Gambar 6).



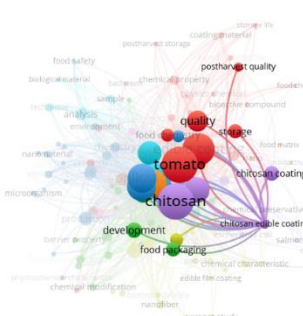
Gambar 3. *Network visualization* dari istilah *tomato*



Gambar 4. *Network visualization* dari istilah *edible coating*



Gambar 5. *Network visualization* dari istilah *chitosan nanoparticle*



Gambar 6. *Network visualization* dari istilah *chitosan edible coating*

Gambar 2(b) menunjukkan *overlay visualization*. Representasi ini menunjukkan kebaruan penelitian

dari istilah-istilah yang saling terhubung. Penelitian mengenai pengaruh *edible coating* nanopartikel kitosan terhadap masa simpan buah tomat banyak dilakukan pada tahun 2020 – 2022. Dengan demikian, kita dapat dengan mudah membuat penelitian baru mengenai pengaruh *edible coating* nanopartikel kitosan terhadap masa simpan buah tomat. Gambar 2(c) menunjukkan *density visualization*. Representasi ini menunjukkan semakin cerah warna kuning dan semakin besar diameter lingkaran label istilah, maka semakin sering istilah tersebut muncul [15]. Ini artinya bahwa terdapat banyak penelitian mengenai istilah tersebut yang telah dilakukan. Sebaliknya, jika warna istilah memudar mendekati warna latar belakang, maka artinya jumlah penelitian mengenai istilah tersebut berjumlah sedikit. Dari Gambar 2(b) dapat diketahui bahwa penelitian yang berkaitan dengan istilah *chitosan*, *tomato*, *quality*, *nanotechnology*, dan *chitosan coating* memiliki jumlah kajian yang tinggi. Gambar 3 menunjukkan *network visualization* hubungan antara istilah *tomato* dengan istilah lain, yaitu *edible coating*, *storage life*, *coating material*, *postharvest storage*, *postharvest quality*, *chemical property*, *foodchem*, *chitosan*, *chitosan coating*, *chitosan edible coating*, *nanofiber*, *nanomaterial*, *chemistry*, dan *food chemistry*. Gambar 4 menunjukkan *network visualization* hubungan antara istilah *edible coating* dengan istilah lain, yaitu *chitosan*, *chitosan coating*, *chitosan edible coating*, *coatings*, *chemical characteristic*, *nanofiber*, *agriculture*, *chemistry*, *shelf life extension*, *quality*, *storage*, *food chemistry*, *physico chemical*, *foodchem*, *chemical property*, *storage life*, *coating material*, *postharvest storage*, dan *postharvest quality*. Gambar 5 menunjukkan *network visualization* hubungan antara istilah *chitosan nanoparticle* dengan istilah lain, yaitu *coating material*, *postharvest quality*, *chemical property*, *edible coating*, *food chemistry*, *tomato*, *chitosan coating*, *chitosan edible coating*, *chemical characteristic*, *nanofiber*, *agriculture*, *nanomaterial*, dan *chemistry*, serta Gambar 6 yang menunjukkan *network visualization* hubungan antara istilah *chitosan edible coating* dengan istilah lain, yaitu *chitosan*, *chitosan coating*, *food packaging*, *development*, *tomato*, *edible coating*, *food chemistry*, *storage*, *quality*, dan *postharvest quality*.

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa bidang *chitosan edible coating* masih sangat sedikit dikaitkan dengan istilah lain. Dari hasil pemetaan, istilah *chitosan edible coating* hanya memiliki 32 link dan hanya terhubung dengan 10 istilah. Berbeda dengan bidang *tomato*, *edible coating*, dan *chitosan nanoparticle* yang cenderung memiliki tingkat relevansi yang tinggi dan sering dikaitkan dengan berbagai istilah. Dapat disimpulkan bahwa bidang *chitosan edible coating* masih sangat memungkinkan untuk diteliti dan dikaitkan dengan istilah lain. Hal ini tentunya akan berdampak lebih tinggi terhadap kebaruan penelitian.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelusuran, diketahui sebanyak 922 jurnal relevan diterbitkan dalam rentang tahun 2012 – 2022. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penelitian mengenai pengaruh *edible coating* nanopartikel kitosan terhadap masa simpan buah tomat cenderung mengalami kenaikan jumlah publikasi setiap tahunnya. Penurunan jumlah publikasi hanya terjadi pada tahun 2014 – 2015. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa peluang penelitian pada bidang *chitosan edible coating* masih memiliki peluang yang cukup tinggi terhadap kebaruan penelitian dan untuk dihubungkan dengan istilah lain. Apabila akan dilakukan penelitian lanjutan maka dapat melakukan penyempitan rentang waktu jumlah publikasi sehingga penelitian yang diperoleh dapat lebih baru dan lebih relevan dengan keadaan masa kini.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Ogungbemi *et al.*, “Increasing the shelf-life and quality of matured scotch bonnet (Ata rodo) and tomato using chitosan coating,” *J. Agric. Sci. Pract.*, vol. 5, no. February, pp. 30–35, 2020, [Online]. Available: <https://integrityresjournals.org/journal/JASP>
- [2] K. V. Sucharitha, A. M. Beulah, and K. Ravikiran, “Effect of chitosan coating on storage stability of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill),” *Int. Food Res. J.*, vol. 25, no. 1, pp. 93–

- 99, 2018.
- [3] S. Negi and L. C. Wood, "Transportation lead time in perishable food value chains: An Indian perspective," *Int. J. Value Chain Manag.*, vol. 10, no. 4, pp. 290–315, 2019, doi: 10.1504/IJVC.2019.103269.
- [4] C. H. Pagno *et al.*, "The nutraceutical quality of tomato fruit during domestic storage is affected by chitosan coating," *J. Food Process. Preserv.*, vol. 42, no. 1, pp. 1–9, 2018, doi: 10.1111/jfpp.13326.
- [5] M. de la P. Salgado-Cruz *et al.*, "Chitosan as a coating for biocontrol in postharvest products: A bibliometric review," *Membranes (Basel)*, vol. 11, no. 6, 2021, doi: 10.3390/membranes11060421.
- [6] J. M. Merigó and J. B. Yang, "A bibliometric analysis of operations research and management science," *Omega (United Kingdom)*, vol. 73, pp. 37–48, 2017, doi: 10.1016/j.omega.2016.12.004.
- [7] N. Donthu, S. Kumar, D. Mukherjee, N. Pandey, and W. M. Lim, "How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines," *J. Bus. Res.*, vol. 133, no. May, pp. 285–296, 2021, doi: 10.1016/j.jbusres.2021.04.070.
- [8] C. A. Bonilla, J. M. Merigó, and C. Torres-Abad, "Economics in Latin America: a bibliometric analysis," *Scientometrics*, vol. 105, no. 2, pp. 1239–1252, 2015, doi: 10.1007/s11192-015-1747-7.
- [9] J. M. Merigó, A. M. Gil-Lafuente, and R. R. Yager, "An overview of fuzzy research with bibliometric indicators," *Appl. Soft Comput. J.*, vol. 27, pp. 420–433, 2015, doi: 10.1016/j.asoc.2014.10.035.
- [10] S. C. Shit and P. M. Shah, "Edible Polymers: Challenges and Opportunities," *J. Polym.*, vol. 2014, pp. 1–13, 2014, doi: 10.1155/2014/427259.
- [11] A. Gogos, K. Knauer, and T. D. Bucheli, "Nanomaterials in plant protection and fertilization: Current state, foreseen applications, and research priorities," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 60, no. 39, pp. 9781–9792, 2012, doi: 10.1021/jf302154y.
- [12] B. Hassan, S. A. S. Chatha, A. I. Hussain, K. M. Zia, and N. Akhtar, "Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 109, pp. 1095–1107, 2018, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097.
- [13] K. B. Biji, C. N. Ravishankar, C. O. Mohan, and T. K. Srinivasa Gopal, "Smart packaging systems for food applications: a review," *J. Food Sci. Technol.*, vol. 52, no. 10, pp. 6125–6135, 2015, doi: 10.1007/s13197-015-1766-7.
- [14] P. L. Kashyap, X. Xiang, and P. Heiden, "Chitosan nanoparticle based delivery systems for sustainable agriculture," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 77, pp. 36–51, 2015, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2015.02.039.
- [15] A. B. D. Nandiyanto, D. N. Al Husaeni, and D. F. Al Husaeni, "A bibliometric analysis of chemical engineering research using vosviewer and its correlation with Covid-19 pandemic condition," *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 16, no. 6, pp. 4414–4422, 2021.
- [16] A. B. D. Nandiyanto and D. F. Al Husaeni, "A bibliometric analysis of materials research in Indonesian journal using VOSviewer," *J. Eng. Res.*, vol. 9, pp. 1–16, 2021, doi: 10.36909/jer.ASSEEE.16037.

RANCANGAN HEAT EXCHANGER JENIS SHELL AND TUBE UNTUK PRODUKSI NANOPARTIKEL Fe_3O_4 SKALA INDUSTRI MENGGUNAKAN PEMODELAN MATEMATIS

DESIGN OF SHELL AND TUBE TYPE HEAT EXCHANGER FOR INDUSTRIAL SCALE Fe_3O_4 NANOPARTICLE PRODUCTION USING MATHEMATIC MODELING

Mentari Putri Aprilia^{1,a}, Asep Bayu Dani Nandiyanto², Teguh Kurniawan³, Meli Fiandini⁴, Risti Ragadhita⁵

¹Universitas Pendidikan Indonesia [Email: mentariputri28@upi.edu]

²Universitas Pendidikan Indonesia [Email: nandiyanto@upi.edu]

³Universitas Sultan Ageng Tirtayasa [Email: teguh_kr@yahoo.com]

⁴Universitas Pendidikan Indonesia [Email: melifiandini19@upi.edu]

⁵Universitas Pendidikan Indonesia [Email: ristiragadhita@student.upi.edu]

^amentariputri28@upi.edu

ABSTRAK

Nanopartikel Fe_3O_4 merupakan jenis nanopartikel yang berperan penting dalam kehidupan industri. Namun, masih jarang ditemukan proses sintesis Fe_3O_4 menggunakan sistem *heat exchanger* pada skala industri sehingga penelitian ini dilakukan untuk merancang *heat exchanger* jenis *shell and tube* dalam proses produksi nanopartikel Fe_3O_4 pada skala industri. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu perhitungan matematis menggunakan lebih dari 20 persamaan yang diturunkan berdasarkan pengaruh dimensi dan spesifikasi fluida dan kemudian data yang diperoleh diolah dengan menggunakan aplikasi *Microsoft Excel*. Rancangan alat HE memiliki spesifikasi panjang *tube* 4,572 m, diameter *tube* 0,0254 m, dan ketebalannya 0,0018 m. Lalu data diolah menggunakan *software* pengolah data *Microsoft Excel*. Hasilnya menunjukkan bahwa rancangan *heat exchanger* jenis *shell and tube* ini memiliki nilai efektivitas 93% dengan faktor kemurnian 0,01 jam.ft².°F/Btu. Dari penelitian ini diketahui jenis HE *shell and tube* yang dirancang belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh industri.

Kata kunci: Penukar panas, Kerangka dan tabung, Nanopartikel Fe_3O_4 , Efektivitas, Faktor kemurnian

ABSTRACT

Fe₃O₄ nanoparticles are a type of nanoparticles that important role in industrial life. However, it still rare to find the Fe₃O₄ synthesis process using a heat exchanger system on an industrial scale. This research to design a shell and tube type heat exchanger in the production process of Fe₃O₄ nanoparticles on an industrial scale. The method used in this study is a mathematical calculation using more than 20 equations based on the influence of dimensions and fluid specifications and then the data obtained is processed using Microsoft Excel application. The design of the HE tool has tube length specification 4.572 m, tube diameter 0.0254 m, and thickness 0.0018 m. Then the data is processed using Microsoft Excel data processing software. The results show that this shell and tube type heat exchanger design has an effectiveness value of 93% with a purity factor of 0.01 hours.ft².°F/Btu. From this research, it is known that the type of HE shell and tube designed is not accordance with the standards set by the industry.

Keywords: Heat exchanger, Shell and tube, Fe_3O_4 nanoparticles, Effectiveness, Fouling factor

1. PENDAHULUAN

Terdapat banyak jenis nanopartikel yang penting untuk digunakan dalam kehidupan industri, salah satu jenis nanopartikelnya adalah Fe_3O_4 . Nanopartikel Fe_3O_4 umumnya digunakan untuk memproduksi nanofluida biomedis untuk beberapa aplikasi seperti pemberian obat dan terapi kanker [1]. Penelitian mengenai sintesis Fe_3O_4 menggunakan sistem *heat exchanger* pada skala industri masih jarang ditemukan [2]. *Heat Exchanger* adalah alat penukar kalor (panas) yang berfungsi untuk mengubah suhu fasa sejenis cairan. Proses ini terjadi dengan memanfaatkan proses perpindahan panas dari suhu fluida yang lebih tinggi ke fluida bersuhu lebih rendah [3]. *Heat exchanger* memainkan peran penting dalam proses pemurnian minyak dan gas serta pemulihan limbah panas sehingga penting untuk menentukan

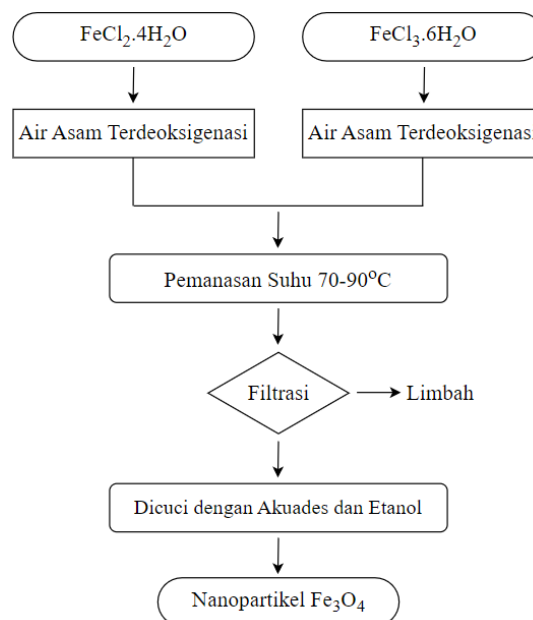
jenis HE yang akan digunakan. *Heat exchanger* jenis *shell and tube* (STHEs) adalah jenis *heat exchanger* yang paling banyak digunakan dalam skala industri karena manufakturnya yang relatif sederhana dan kemampuan beradaptasi pada operasi dalam kondisi yang berbeda. Rancangan *heat exchanger* jenis *shell and tube* (STHEs) dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pada komputer, seperti *Microsoft Excel* [4].

Penelitian ini didasarkan dari penelitian sebelumnya [5] yang dilakukan pada skala laboratorium dengan mencampurkan 8 g besi klorida tetrahidrat ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dalam 150 mL air asam terdeoksigenasi dan 16 g besi klorida heksahidrat ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dalam 200 mL air asam terdeoksigenasi yang dilarutkan secara terpisah dan kemudian dipanaskan pada suhu 70 – 80°C. Setelah nanopartikel Fe_3O_4 terbentuk kemudian endapan disaring dengan kertas saring dan dicuci beberapa kali dengan akuades dan etanol hingga pH netral. Dari prosedur tersebut diketahui bahwa pada proses produksi Fe_3O_4 membutuhkan sistem pemanasan. Namun, pada penelitian tersebut masih dilakukan dalam skala laboratorium. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penggunaan sistem *heat exchanger* jenis *shell and tube* untuk produksi nanopartikel Fe_3O_4 dalam skala industri.

2. METODE PENELITIAN

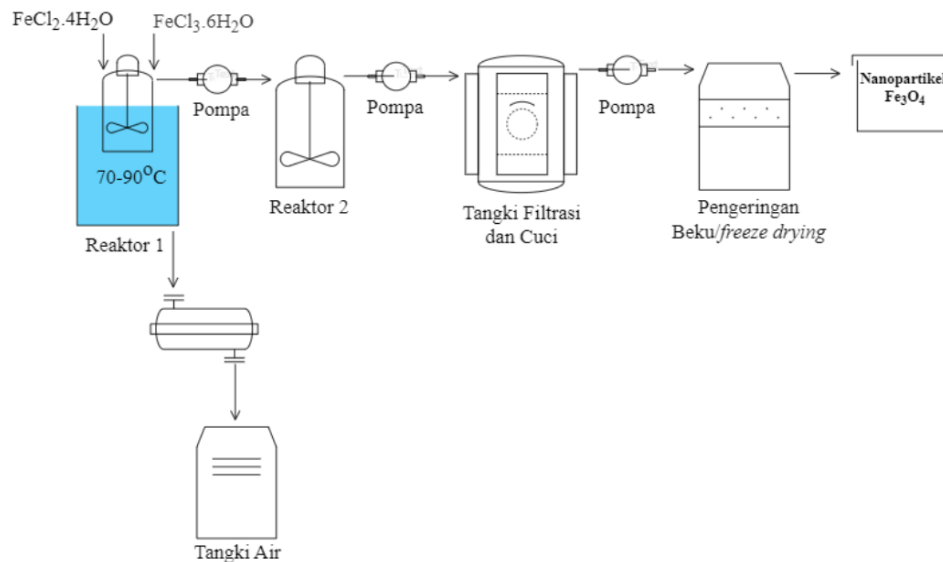
2.1. Pembuatan Nanopartikel Fe_3O_4

Pada proses pembuatan nanopartikel Fe_3O_4 dalam pelaksanaannya merujuk pada penelitian yang sebelumnya telah dilakukan oleh Ebaid [5] dimana tahap yang dilakukan yaitu mencampurkan 8 g besi klorida tetrahidrat ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dalam 150 mL air asam terdeoksigenasi dan 16 g besi klorida heksahidrat ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dalam 200 mL air asam terdeoksigenasi yang dilarutkan secara terpisah dan kemudian dipanaskan pada suhu 70 – 80°C. Setelah nanopartikel Fe_3O_4 terbentuk kemudian endapan disaring dengan kertas saring dan dicuci beberapa kali dengan akuades dan etanol hingga pH netral. Diagram alir proses sintesis nanopartikel Fe_3O_4 ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses sintesis nanopartikel Fe_3O_4

Bagan alir (*flow chart*) dari proses sintesis nanopartikel Fe_3O_4 kemudian direpresentasikan dalam bentuk diagram alir proses (*proses flow diagram*) untuk kemudian dihubungkan dengan sistem HE dalam skala industri. Bentuk diagram alir proses (*proses flow diagram*) untuk ilustrasi rancangan sintesis nanopartikel Fe_3O_4 dalam sistem HE skala industri ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir proses dari sintesis nanopartikel Fe₃O₄

2.2. Model Matematis untuk Rancang *Heat Exchanger*

Asumsi karakteristik fluida yang digunakan dalam perancangan HE jenis *shell and tube* ini ditampilkan pada Tabel 1. Fluida dingin yang digunakan adalah air dengan suhu masuk 25°C, suhu keluar 70°C, dan laju alir 0,01 kg/s, sedangkan fluida panas yang digunakan adalah difenil eter dengan suhu masuk 75°C, suhu keluar 80°C, dan laju alir 0,05 kg/s.

Tabel 1. Asumsi karakteristik fluida dalam perancangan *heat exchanger*

Parameter	Fluida Dingin	Fluida Panas
Suhu masuk, T_{in} (°C)	25	75
Suhu keluar, T_{out} (°C)	70	80
Laju alir fluida (kg/s)	0,01	0,05
Tekanan operasi (atm)	29,62	13,83
Kapasitas panas (J/kg.K)	4180	1600
Densitas (kg/m ³)	999,82	1090,20

Adapun persamaan yang menjadi dasar untuk perhitungan pengolahan data pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perhitungan parameter *heat exchanger*

Bagian	Parameter	Persamaan
Parameter dasar	Energi ditransfer	$Q_{in} = Q_{out}$ $m_c \cdot C_{pc} \cdot \Delta T_c = m_h \cdot C_{ph} \cdot \Delta T_h$
		dimana:
		Q = energi ditransfer (Wt)
		m = laju alir fluida (Kg/s)
		Cp = kapasitas panas (J/kg.K)
		ΔT = perubahan suhu

Tabel 2. (lanjutan). Perhitungan parameter *heat exchanger*

	Logarithmic mean temperature differenced (LMTD)	$LMTD = \frac{(T_{hi}-T_{ci})-(T_{ho}-T_{co})}{\ln\left(\frac{T_{hi}-T_{ci}}{T_{ho}-T_{co}}\right)}$
		<p>dimana,</p> <p>T_{hi} = suhu masuk fluida panas (°C)</p> <p>T_{ho} = suhu keluar fluida panas (°C)</p> <p>T_{ci} = suhu masuk fluida dingin (°C)</p> <p>T_{co} = suhu keluar fluida dingin (°C)</p>
	Faktor koreksi (P,R)	$R = \frac{(T_{hi}-T_{ho})}{(T_{co}-T_{ci})}$ $P = \frac{(T_{co}-T_{ci})}{(T_{hi}-T_{ci})}$ $F = \frac{\sqrt{R^2+1} \ln\left[\frac{1-P}{1-PR}\right]}{(R-1) \ln\left(\frac{2-P(R+1-\sqrt{R^2+1})}{2-P(R+1+\sqrt{R^2+1})}\right)}$
	Luas area <i>heat transfer</i> (A)	$A = \frac{Q}{U \times LMTD}$ <p>dimana,</p> <p>U = koefisien <i>heat transfer</i></p>
	Jumlah <i>tube</i> (N)	$N = \frac{A}{\pi \times D_0 \times l}$ <p>dimana,</p> <p>$\pi = 3,14$</p> <p>D_0 = diameter <i>tube</i> (m)</p> <p>l = panjang <i>tube</i> (m)</p>
	Diameter <i>shell</i> (D_s)	$D_s = 0,63 \left(\frac{\sqrt{\frac{CL}{CTF} \times (A \times (PR))^2 \times D_0}}{1} \right)^{\frac{1}{2}}$
Tube	Luas permukaan dari total <i>heat exchanger tube</i> (a_t)	$a_t = N_t \frac{a'_t}{n}$ <p>dimana,</p> <p>a'_t = area alir dalam <i>tube</i> (m²)</p>
	Laju aliran massa air dalam <i>tube</i> (Gt)	$Gt = \frac{m_h}{a_t}$
	Bilangan Reynold (Re,t)	$Re_t = \frac{di_t \times Gt}{\mu}$ <p>dimana,</p> <p>di_t = diameter dalam <i>tube</i> (m)</p> <p>μ = viskositas dinamis (Kg/ms)</p>
	Bilangan Prandtl (Pr,t)	$Pr = \left(\frac{c_p \times \mu}{K} \right)^{\frac{1}{2}}$ <p>dimana,</p> <p>K = konduktivitas termal (W/m °C)</p>
	Bilangan Nusselt (Nu,t)	$Nu = 0,023 \times Re_t^{0,6} \times Pr^{0,33}$
	Koefisien dalam (h_i)	$h_i = \frac{Nu \times K}{di_t}$

Tabel 2. (lanjutan). Perhitungan parameter *heat exchanger*

<i>Shell</i>	Area alir <i>shell</i> (A_s)	$A_s = \frac{d_s \times C \times B}{P_t}$
		$D_b = d_0 \left(\frac{N_t}{k_1} \right)^{\frac{1}{n_1}}$
		dimana, $C = clearance (P_t - d_0)$ $B = Bundel shell$ $P_t = tube pitch (1,25 \times d_0) (m)$
	Laju aliran massa air dalam <i>shell</i> (G_s)	$G_s = \frac{m_c}{a_s}$
	Diameter ekuivalen (d_e)	$d_e = \frac{4 \left(\frac{P_t}{2} \times 0,87 P_t - \frac{1}{2} \pi \frac{d_{0,t}}{4} \right)}{\frac{1}{2} \pi d_{0,t}}$
	Bilangan Reynold (Re_s)	$Re_s = \frac{d_{i,t} \times G_t}{\mu}$
	Bilangan Prandtl (Pr_s)	$Pr = \left(\frac{C_p \times \mu}{K} \right)^{\frac{1}{2}}$
	Bilangan Nusselt (Nu_s)	$Nu = 0,023 \times Re_s^{0,6} \times Pr^{0,33}$
	Koefisien <i>heat exchanger</i> konveksi (h_o)	$h_o = \frac{Nu \times K}{d_e}$
<i>Shell and tube</i>	Koefisien <i>heat exchanger</i> keseluruhan aktual	$U_{act} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{\Delta r}{k} + \frac{1}{h_o}}$
		dimana, $\Delta r = ketebalan permukaan (m)$
Laju panas	Laju fluida panas (C_h) Laju fluida dingin (C_c)	$C_h = m_h \cdot C_{ph}$ $C_c = m_c \cdot C_{pc}$
		$Q_{max} = C_{min} (T_{h,i} - T_{c,i})$
Efektivitas	Efektivitas <i>heat exchanger</i>	$\varepsilon = \frac{Q_{act}}{Q_{max}} \times 100\%$ (1)
	Bilangan transfer unit (NTU)	$NTU = \frac{U \times A}{C_{min}}$
	Faktor kemurnian (Rf)	$Rf = \frac{U_a - U_{act}}{U_a \times U_{act}}$ (2)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perkembangan Penelitian di Bidang Perancangan

Konsep utama dalam perancangan HE adalah untuk menghitung perbedaan suhu antara suhu masuk fluida dingin dan panas dengan efek yang nampak pada suhu yang dikeluarkan [6]. Pada hasil perhitungan didapatkan nilai efektivitas dari rancangan HE ini adalah 93% yang artinya nilai tersebut adalah nilai laju perpindahan panas aktual dibagi dengan laju perpindahan maksimum yang mungkin [7]. Nilai efektivitas bergantung pada beberapa parameter, seperti konduktivitas termal, viskositas, densitas, dan kapasitas panas dari fluida yang digunakan [8]. Selain itu, LMTD, jumlah *tube*, diameter bundel, dan koefisien perpindahan panas juga menentukan nilai efektivitas dari suatu rancangan HE [9]. Nilai efektivitas rancangan HE berkaitan dengan perbedaan temperatur pada saat masuk dan keluar *heat exchanger*. Efektivitas dan perbedaan suhu ini memiliki hubungan yang linier, semakin besar perbedaan suhu maka semakin besar nilai efektivitas pada sistem *heat exchanger* [10]. Nilai efektivitas dihitung menggunakan persamaan (1) sehingga nilai efektivitas yang didapatkan pada penelitian ini 93% artinya lebih besar dari nilai yang diperbolehkan yaitu 70%. Namun, untuk faktor kemurnian (*fouling factor*) yang dihitung menggunakan persamaan (2) pada rancangan ini didapatkan sebesar 0,01 jam.ft².°F/Btu yang artinya tidak sesuai dengan standar

yang diizinkan yaitu sebesar $0,0002 \text{ jam.ft}^2.\text{°F/Btu}$. Jumlah pengotor memiliki efek yang lebih merugikan dibandingkan dengan efektivitas karena berdampak pada keseluruhan sistem HE sehingga rancangan *heat exchanger* pada penelitian ini belum dapat diterima dan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh industri. Adapun spesifikasi rancangan HE pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi rancangan *heat exchanger*

Tipe	<i>Shell and tube heat exchanger</i>
Bahan konstruksi	<i>Stainless steel 304</i>
Jumlah	1 buah
Data Rancangan	
Suhu fluida panas <i>input</i>	75°C
Suhu fluida panas <i>output</i>	80°C
Suhu fluida dingin <i>input</i>	25°C
Suhu fluida dingin <i>output</i>	70°C
Aliran fluida	<i>Counter-current</i>
Bagian Tube	Fluida dingin (air)
Jumlah <i>tube</i>	4.773,35
Panjang	15 ft = 4,572 m
OD	1 in = 0,0254 m
ID	0,856 in = 0,0217 m
<i>Layout</i>	<i>Triangular pitch</i>
<i>Tube pitch</i>	1 in = 0,0318 m
<i>Passes</i>	2
<i>Heat transfer coef.</i>	6720,9 $\text{btu/h.ft}^2.\text{°F/Btu}$
<i>Fouling factor</i>	0,01 $\text{jam.ft}^2.\text{°F/Btu}$
ΔP_t	0,0000 psi = 0,0000 atm
Bagian Shell	Fluida panas (difenil eter)
ID shell	3 in = 0,0783 m
<i>Baffle space</i>	9,25 in = 0,2350 m
<i>Passes</i>	1
ΔP_s	4,9146461 psi = 0,3344 atm

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini rancangan alat HE yang digunakan memiliki spesifikasi panjang *tube* 4,572 m, diameter *tube* 0,0254 m, dan ketebalannya 0,0018 m. Secara perhitungan matematika, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rancangan *heat exchanger* jenis *shell and tube* memiliki nilai efektivitas 93% dengan faktor kemurnian $0,01 \text{ jam.ft}^2.\text{°F/Btu}$ sehingga jenis HE *shell and tube* yang dirancang belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh industri. Oleh karena itu, apabila akan dilakukan penelitian serupa perlu melakukan kembali kajian yang lebih mendalam terhadap parameter-parameter yang berpengaruh terhadap nilai efektivitas dan faktor kemurnian dari rancangan *heat exchanger* jenis *shell and tube*, seperti jenis fluida, LMTD, jumlah *tube*, diameter bundel, dan koefisien perpindahan panas yang akan digunakan.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Universitas Pendidikan Indonesia beserta dengan Dosen pembimbing terkait yang telah memfasilitasi dan membimbing dalam kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Zhang, S. Wang, S. Qing, Z. Luo, and X. Zhang, "RESEARCH ON CONVECTIVE HEAT TRANSFER CHARACTERISTICS OF Fe₃O₄ MAGNETIC NANOFUIDS UNDER VERTICAL MAGNETIC FIELD," *Therm. Sci.*, vol. 26, no. 1, pp. 667–679, 2022, doi: 10.2298/TSCI201215151Z.
- [2] R. Aghayari, M. Kerdegari, S. Khosravi, A. Kia, H. Maddah, and A. H. Khalaj, "Synthesis and Thermo-physical Properties of Fe₃O₄ Nanofluid," *J. Mater. Sci. Surf. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 109–113, 2015, [Online]. Available: <http://www.jmsse.org/>
- [3] B. Septian, A. Aziz, and P. D. Rey, "Design of Heat Exchanger Shell and Tube," *J. Baut dan Manufaktur*, vol. 03, no. 1, pp. 53–60, 2021.
- [4] A. Nugraha and A. B. D. Nandiyanto, "Indonesian Journal of Multidisciplinary Research," *Indones. J. ...*, vol. 1, no. 2, pp. 171–206, 2021, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Verra-Wulandary/publication/355219569_Basic_Arithmetic_Learning_through_Math_Online_Games_for_Elementary_School_Students_during_the_Pandemic/links/6169374f039ba268443eec4a/Basic-Arithmetic-Learning-through-Math-Online-
- [5] M. S. Y. Ebaid, A. M. Ghrair, and M. Al-busoul, "Investigation of heat transfer enhancement using ferro-nanofluids (Fe₃O₄/water) in a heated pipe under the application of magnetic field," *Adv. Mech. Eng.*, vol. 14, no. 6, pp. 1–17, 2022, doi: 10.1177/16878132221102647.
- [6] A. B. D. Nandiyanto, S. R. Putri, R. Ragadhita, and T. Kurniawan, "Design of Heat Exchanger for the Production of Carbon Particles," *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 17, no. 4, pp. 2788–2798, 2022.
- [7] I. M. Shahrul, I. M. Mahbubul, R. Saidur, S. S. Khaleduzzaman, M. F. M. Sabri, and M. M. Rahman, "Effectiveness study of a shell and tube heat exchanger operated with nanofluids at different mass flow rates," *Numer. Heat Transf. Part A Appl.*, vol. 65, no. 7, pp. 699–713, 2014, doi: 10.1080/10407782.2013.846196.
- [8] H. Arya, M. M. Sarafraz, and M. Arjomandi, "Heat transfer and fluid flow of MgO/ethylene glycol in a corrugated heat exchanger," *J. Mech. Sci. Technol.*, vol. 32, no. 8, pp. 3975–3982, 2018, doi: 10.1007/s12206-018-0748-x.
- [9] S. K. Singh and J. Sarkar, "Improving hydrothermal performance of hybrid nanofluid in double tube heat exchanger using tapered wire coil turbulator," *Adv. Powder Technol.*, vol. 31, no. 5, pp. 2092–2100, 2020, doi: 10.1016/j.apt.2020.03.002.
- [10] S. R. Putri, S. N. Hofifah, G. C. S. Girsang, and A. B. D. Nandiyanto, "How to Identify Misconception Using Certainty of Response Index (CRI): A Study Case of Mathematical Chemistry Subject by Experimental Demonstration of Adsorption," *Indones. J. Multidisciplinary Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 143–158, 2021, doi: 10.17509/ijomr.v2i1.38738.

STUDI KOMPARATIF HARGA DAN VOLUME TRANSAKSI SAHAM ISAT PADA SAAT SEBELUM DAN SETELAH PERESMIAN MERGER (A Comparative Study of ISAT Stock Price and Transaction Volume Based on Merger Announcement)

Nurwahidah^{1,a}, Asriani Hasan²

¹Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar [nurwahidah.abidin@uin-alauddin.ac.id]

²Universitas Muhammadiyah Makassar [asriani.hasan@unismuh.ac.id]

^anurwahidah.abidin@uin-alauddin.ac.id

ABSTRAK

Sejak 4 Januari 2022, PT. Indosat Tbk (Indosat Ooredoo) dan PT. Hutchison 3 Indonesia (Tri Indonesia) resmi melakukan *merger*. *Merger* merupakan sebuah strategi dalam bisnis yang menggabungkan dua atau lebih perusahaan dalam rangka peningkatan laba perusahaan. Penelitian ini membahas pengaruh *merger* PT. Indosat Tbk (Indosat Ooredoo) dan PT. Hutchison 3 Indonesia (Tri Indonesia) terhadap harga dan volume transaksi saham ISAT. Penelitian ini mengidentifikasi keberadaan perubahan harga dan volume transaksi saham ISAT setelah peresmian *merger* menggunakan metode *event study*. Data yang digunakan berupa data harga penutupan dan volume transaksi harian saham ISAT. Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap yakni uji statistika deskriptif, uji normalitas *one sample Kolmogorov-Smirnov*, dan uji hipotesis *Wilcoxon Signed Rank Test*. Kesimpulan yang adalah terdapat perbedaan yang sangat signifikan pada data harga saham ISAT sebelum dan setelah merger, akan tetapi harga saham dominan mengalami penurunan. Jika ditinjau dari volume transaksi saham, terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara sebelum dan setelah peresmian merger. Volume transaksi saham ISAT lebih banyak mengalami peningkatan setelah peresmian *merger*.

Kata kunci: Merger, volume transaksi saham, harga saham

ABSTRACT

PT. Indosat Tbk (Indosat Ooredoo) and PT. Hutchison 3 (Tri Indonesia) have officially merged since January, 4, 2022. Merger is a business strategy that combines two or more companies to increase company profits. This study discussed about effect of the company's merger on the ISAT stock price and transaction volume. This study identifies the existence of ISAT price and transaction volume changes based on merger announcement using event study method. This study uses ISAT closing price and daily transaction volume data. Data analysis in this study are descriptive statistical test, one sample Kolmogorov-Smirnov normality test, and Wilcoxon Signed Rank test as hypothesis testing. This study concludes that there is a highly significant difference in ISAT stock price data before and after the merger, but mostly the stock price has decreased. From the side of ISAT volume transaction, there is a significant difference between the event. ISAT transaction volume increased more after the merger announcement.

Keywords: Merger, stock transaction volume, stock price.

1. PENDAHULUAN

Saat ini, sistem teknologi dan informasi dunia telah mengalami revolusi. Informasi tersebar begitu cepat karena kehadiran teknologi yang sangat memudahkan komunikasi manusia. Keadaan dimana informasi beredar dengan cepat memberikan bukti bahwa batas-batas geografis sudah tidak menjadi penghalang bagi interaksi warga dunia. Hal ini mengimplikasikan bahwa kemampuan manusia untuk menjangkau dunia global menjadi lebih efektif dan efisien.

Pesatnya informasi yang beredar dalam dunia global tidak lepas dari peranan perusahaan penyedia jasa dan jaringan telekomunikasi. Kebutuhan manusia untuk mengakses informasi dalam dunia global berimplikasi pada tingginya permintaan akan kualitas jaringan yang baik. Oleh karena itu, hal ini mengakibatkan perusahaan penyedia jasa dan jaringan telekomunikasi berlomba-lomba dalam meningkatkan kualitas layanannya.

PT. Indosat Tbk (Indosat Ooredoo) dan PT. Hutchison 3 Indonesia (Tri Indonesia) merupakan perusahaan yang melayani kebutuhan masyarakat Indonesia akan jaringan telekomunikasi. Kedua perusahaan ini memberikan penawaran untuk saluran komunikasi bagi masyarakat yang menggunakan telepon genggam. Selain itu, kedua perusahaan ini juga menawarkan layanan multimedia, internet dan komunikasi data. Sejak 4 Januari 2022, PT. Indosat Tbk (Indosat Ooredoo) dan PT. Hutchison 3 Indonesia (Tri Indonesia) resmi melakukan *merger*. Kedua perusahaan tersebut bergabung menjadi Indosat Ooredoo Hutchinson dan masih tercatat di BEI (Bursa Efek Indonesia) dengan kode saham ISAT. Penggabungan perusahaan ini dimaksudkan untuk memberikan konsumen pelayanan yang lebih baik dengan harga terjangkau [1].

Merger merupakan penyatuan dua atau lebih perusahaan menjadi sebuah perusahaan yang baru. Dengan kata lain, *merger* merupakan sebuah strategi bisnis dengan menggabungkan dua atau lebih perusahaan untuk meningkatkan laba perusahaan [2]. Sehingga ketika terjadi *merger*, perusahaan akan menyatu dan salah satunya akan dinonaktifkan atau dibubarkan [3]. Dalam bursa efek, harga dan volume transaksi saham sangat dipengaruhi oleh beragam peristiwa yang terjadi. Data saham harian ISAT menunjukkan bahwa sejak akhir November 2021, saham ISAT mengalami peningkatan harga hingga 32%, lalu mengalami penurunan hingga 10% pada akhir bulan Desember 2021. Setelah itu, perlahan meningkat menjelang peresmian *merger*. Hal ini sangat menarik untuk dilakukan analisis perbandingan harga dan volume transaksi saham ISAT sebelum dan setelah peresmian *merger*. Analisis perbandingan harga dan volume transaksi saham sangat bermanfaat bagi investor dalam melakukan aktivitas di pasar modal. Hal ini dapat menjadi masukan bagi investor dalam mengambil keputusan ketika bertransaksi di pasar modal.

Harga saham merupakan ukuran yang digunakan investor untuk melakukan pengambilan keputusan di masa yang akan datang [4]. Harga saham dapat mendeskripsikan nilai perusahaan, sehingga harga saham yang optimal dapat membuat investor lebih sejahtera [5]. Harga saham terbentuk karena adanya permintaan dan penawaran atas saham yang diperjual belikan. Semakin banyak pembeli saham, maka harga saham cenderung naik. Semakin banyak investor yang menjual saham, maka harga saham akan cenderung menurun [6].

Volume transaksi saham merupakan banyaknya penawaran saham yang dipertukarkan selama selang waktu tertentu [7]. Besarnya volume transaksi mengindikasikan seberapa besar minat investor untuk melakukan penjualan maupun pembelian saham dari suatu perusahaan. Dengan demikian, volume transaksi saham merupakan hal yang sangat diperlukan investor mengingat kemampuannya yang dapat menggambarkan keadaan efek yang diperdagangkan pada pasar modal [8].

Penelitian terkait perbandingan harga dan volume transaksi saham terkait suatu kejadian tertentu sudah banyak dilakukan. Misalnya, penelitian tentang perbandingan harga dan volume akibat pengumuman kasus Covid-19. Penelitian ini menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan pada harga saham dan volume transaksi akibat pengumuman kasus Covid-10 [9]. Sementara itu, penelitian tentang perbandingan harga dan volume saham terkait dengan *merger* Bank Syariah Milik Negara dilakukan untuk mengetahui reaksi pasar terhadap peresmian *merger*. Penelitian ini menggunakan metode *event study* untuk menganalisis reaksi pasar terhadap suatu kejadian [10]. Selain itu, metode *event study* juga digunakan untuk menganalisis dampak pengumuman *merger* terhadap harga saham di Nepal. Peristiwa seperti *merger* dan akuisisi memberi pengaruh pada nilai perusahaan yang bergabung dan menghasilkan efek positif atau negatif terhadap kekayaan perusahaan yang terlibat. [11].

Penelitian ini akan membahas pengaruh *merger* dari PT. Indosat Tbk (Indosat Ooredoo) dan PT. Hutchison 3 Indonesia (Tri Indonesia) terhadap harga dan volume transaksi saham ISAT. Dalam penelitian ini akan diidentifikasi keberadaan perubahan dari harga dan volume transaksi saham ISAT setelah peresmian *merger*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk jenis penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan harga dan volume transaksi saham ISAT pada masa sebelum dan setelah *merger*. Penelitian ini menggunakan metode event study yang merupakan metode penelitian untuk mengukur pengaruh suatu peristiwa ekonomi terhadap *value of firms* berdasar data keuangan di pasar. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diakses dari website www.yahoofinance.com. Data yang digunakan berupa data harga penutupan dan volume transaksi harian dari saham ISAT mulai dari 13 Juli 2022 sampai 8 Juli 2022. Dengan kata lain, data yang digunakan adalah data harga penutupan dan volume transaksi harian saham ISAT 120 hari sebelum merger dan 120 hari setelah *merger*. Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap, yakni:

1. Pengujian Statistika Deskriptif

Analisis statistika deskriptif dapat diartikan sebagai analisis statistika yang menggambarkan karakteristik masing-masing variabel secara umum. Hasil yang diharapkan dari analisis statistika deskriptif adalah peneliti memperoleh informasi berupa nilai rata-rata (*mean*), nilai maksimum, nilai minimum dan standar deviasi dari volume transaksi dan harga saham.

2. Pengujian Normalitas

Uji normalitas merupakan metode pengujian statistika untuk menentukan data yang terkumpul diperoleh dari populasi normal atau berdistribusi normal. Uji normalitas pada penelitian ini dapat dilakukan menggunakan uji *One Sample Kolmogorov-Smirnov* dengan tingkat kesalahan sebesar 5%.

3. Pengujian Hipotesis

Uji hipotesis merupakan bagian dari statistika inferensial yang digunakan untuk mengambil keputusan berdasarkan hasil analisis data. Uji beda yang diterapkan pada penelitian ini didasarkan pada normalitas data. Apabila data tidak berdistribusi normal berdasarkan hasil uji normalitas, maka pengujian hipotesis memakai uji beda *Wilcoxon Signed Rank*. Sedangkan, apabila data berdistribusi normal, maka pengujian hipotesis menggunakan uji *Paired Sample T-Test*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan metode analisis data, maka hasil dari pengujian statistika deskriptif, pengujian normalitas dan pengujian hipotesis adalah sebagai berikut:

3.1. Pengujian Statistika Deskriptif

Pengujian statistika deskriptif dilakukan dengan mencari nilai rata-rata, minimum, maksimum, dan standar deviasi dari 120 pasang data harga saham dan 120 pasang data volume transaksi saham ISAT.

Tabel 1 Hasil Uji Statistika Deskriptif Data Harga Saham ISAT

Algoritma	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
Harga Sebelum <i>Merger</i>	5525	8150	6557,71	533,635
Harga Setelah <i>Merger</i>	5075	7175	5845	566,785

Tabel 1 memberikan gambaran bahwa rata-rata harga saham 120 hari sebelum peresmian *merger* adalah sebesar 655,71, sedangkan 120 hari setelah peresmian *merger* bernilai 5845. Nilai standar deviasi harga saham sebelum peresmian *merger* adalah 533,635, sedangkan standar deviasi harga saham setelah peresmian *merger* bernilai 566,785. Analisis statistika deskriptif yang dilakukan menunjukkan bahwa nilai rata-rata harga saham dalam 120 hari sebelum pengumuman *merger* lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata harga saham dalam 120 hari setelah pengumuman *merger*.

Tabel 2 Hasil Uji Statistika Deskriptif Data Volume Transaksi Saham ISAT

Algoritma	Minimum	Maksimum	Mean	Standar Deviasi
Volume Transaksi Sebelum <i>Merger</i>	271500	29560200	4356301,67	4461333,541
Volume Transaksi Setelah <i>Merger</i>	808400	53997100	6270132,50	7094443,195

Tabel 2 menggambarkan bahwa rata-rata volume transaksi saham 120 hari sebelum peresmian *merger* adalah sebesar 4356301,67, sedangkan 120 hari setelah peresmian *merger* bernilai 6270132,50. Nilai standar deviasi volume transaksi saham sebelum peresmian *merger* adalah 4461333,541, sedangkan standar deviasi volume transaksi setelah peresmian *merger* bernilai 7094443,195. Analisis statistika deskriptif yang dilakukan pada data volume transaksi saham ISAT menunjukkan bahwa nilai rata-rata volume transaksi saham dalam 120 hari sebelum pengumuman *merger* lebih rendah dibandingkan nilai rata-rata volume transaksi saham dalam 120 hari setelah pengumuman *merger*.

3.2. Pengujian Normalitas

Hasil pengujian normalitas pada data harga dan volume transaksi saham ISAT menggunakan uji *One Sample Kolmogorov-Smirnov* tercantum pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 Hasil Uji Normalitas Data Harga Saham ISAT

		Harga Sebelum <i>Merger</i>	Harga Setelah <i>Merger</i>
N		120	120
Normal Parameters	Mean	6557,71	5845,00
	Std. Deviation	533,635	566,785
Most Extreme Differences	Absolute	0,107	0,125
	Positive	0,107	0,125
	Negative	-0,059	-0,102
Test Statistic		0,107	0,125
Asymp. Sig. (2-tailed)		0,002	0,000

Kriteria pengujian normalitas untuk uji *One Sample Kolmogorov-Smirnov* adalah jika nilai signifikansi (*2-tailed*) > tingkat kesalahan 0,025, maka data berdistribusi normal. Sedangkan jika nilai signifikansi (*2-tailed*) < tingkat kesalahan 0,025 maka data berdistribusi tidak normal. Hasil uji normalitas data harga saham pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai signifikansi (*2-tailed*) untuk harga saham sebelum *merger* dan setelah *merger* semuanya bernilai lebih kecil dari tingkat kesalahan 0,025. Dengan demikian, data harga saham sebelum dan setelah *merger* tidak berdistribusi secara normal.

Tabel 4 Hasil Uji Normalitas Data Volume Transaksi Saham ISAT

		Volume Transaksi Sebelum <i>Merger</i>	Volume Transaksi Setelah <i>Merger</i>
N		120	120
Normal Parameters	Mean	4356301,67	6270132,50
	Std. Deviation	4461333,541	7094443,195
Most Extreme Differences	Absolute	0,180	0,258
	Positive	0,171	0,258
	Negative	-0,180	-0,221
Test Statistic		0,180	0,258
Asymp. Sig. (2-tailed)		0,000	0,000

Hasil uji normalitas data volume transaksi saham pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai signifikansi (*2-tailed*) untuk volume transaksi saham sebelum *merger* dan setelah *merger* semuanya bernilai lebih kecil dari tingkat kesalahan 0,025. Dengan demikian, data volume transaksi saham sebelum dan setelah *merger* tidak berdistribusi secara normal.

3.3. Pengujian Hipotesis

Hasil pengujian normalitas data menunjukkan bahwa data harga dan volume transaksi saham tidak berdistribusi secara normal. Dengan demikian, pengujian hipotesis dalam penelitian ini menggunakan uji *Wilcoxon Signed Rank*. Uji *Wilcoxon Signed Rank* bertujuan untuk mengetahui eksistensi perbedaan

rata-rata dua sampel yang berpasangan. Uji *Wilcoxon Signed Rank* merupakan salah satu bagian dari statistika non parametrik yang tidak memerlukan data yang berdistribusi normal. Oleh karena itu, uji *Wilcoxon Signed Rank* dapat dimanfaatkan sebagai alternatif dari uji *Paired Sample T-Test* jika data yang digunakan dalam penelitian tidak berdistribusi secara normal.

Hasil pengujian hipotesis pada data harga dan volume transaksi saham ISAT tercantum pada Tabel 5,6,7, dan Tabel 8.

Tabel 5 Hasil *Output Ranks* Data Harga Saham ISAT

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Harga Setelah <i>Merger</i> - Harga Sebelum <i>Merger</i>	Negative Ranks	92	69,03	6351,00
	Positive Ranks	27	29,22	789,00
	Ties	1		
	Total	120		

Tabel 5 menunjukkan bahwa terdapat 92 data harga saham yang mempunyai selisih negatif. Nilai *mean rank* menunjukkan bahwa rata-rata penurunan harga saham sebesar 69,03 dari saat sebelum *merger* hingga saat setelah *merger*. Nilai *sum of ranks* menyatakan jumlah ranking positif sebesar 6351. Jika ditinjau dari *positive rank* atau selisih positif antara harga saham sebelum dan setelah peresmian *merger*, terdapat 27 data positif. Hal ini berarti 27 data harga saham mengalami peningkatan dari saat sebelum *merger* hingga setelah *merger*. Nilai *ties* menunjukkan kesamaan antara nilai harga saham sebelum dan setelah peresmian *merger*. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa terdapat 1 nilai harga saham yang sama antara sebelum dan setelah *merger*.

Tabel 6 Hasil Pengujian Hipotesis Data Harga Saham ISAT

	Harga Setelah <i>Merger</i> - Harga Sebelum <i>Merger</i>
Z	-7,375
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,000

Kriteria pengujian hipotesis untuk uji *Wilcoxon Signed Rank* adalah jika nilai signifikansi (2-tailed) > tingkat kesalahan 0,025, maka hipotesis ditolak yang berarti bahwa tidak ada perbedaan harga saham antara sebelum dan setelah *merger*. Sedangkan jika nilai signifikansi (2-tailed) < tingkat kesalahan 0,025 maka hipotesis diterima yang berarti terdapat perbedaan antara harga saham sebelum dan setelah *merger*. Hasil uji hipotesis data harga saham pada Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai signifikansi (2-tailed) adalah 0,000. Nilai signifikansi (2-tailed) yang lebih kecil dari tingkat kesalahan 0,025 berarti bahwa terdapat perbedaan antara harga saham sebelum *merger* dan setelah *merger*. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa ada pengaruh peresmian *merger* terhadap harga saham ISAT.

Tabel 7 Hasil *Output Ranks* Data Volume Transaksi Saham ISAT

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Volume Setelah <i>Merger</i> - Volume Sebelum <i>Merger</i>	Negative Ranks	50	53,56	2678,00
	Positive Ranks	70	65,46	4582,00
	Ties	0		
	Total	120		

Tabel 7 menunjukkan bahwa terdapat 50 data volume transaksi saham yang mempunyai selisih negatif. Nilai *mean rank* menunjukkan bahwa rata-rata penurunan volume transaksi saham sebesar 53,56 dari saat sebelum *merger* hingga saat setelah *merger*. Nilai *sum of ranks* menyatakan jumlah ranking positif sebesar 2678. Jika ditinjau dari *positive rank* atau selisih positif antara volume transaksi saham sebelum dan setelah peresmian *merger*, terdapat 70 data positif. Hal ini berarti 70 data volume transaksi saham

mengalami peningkatan dari saat sebelum *merger* hingga setelah *merger*. Nilai *ties* menunjukkan kesamaan antara nilai volume transaksi saham sebelum dan setelah peresmian *merger*. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa terdapat tidak ada nilai volume transaksi saham harian yang sama antara sebelum dan setelah *merger*.

Tabel 8 Hasil Output Ranks Data Volume Transaksi Saham ISAT

	Volume Setelah <i>Merger</i> - Volume Sebelum <i>Merger</i>
Z	-2,493
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	0,013

Hasil uji hipotesis data volume transaksi saham pada Tabel 8 menunjukkan bahwa nilai signifikansi (*2-tailed*) adalah 0,013. Nilai signifikansi (*2-tailed*) yang lebih kecil dari tingkat kesalahan 0,025 berarti bahwa terdapat perbedaan antara volume transaksi saham sebelum *merger* dan setelah *merger*. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa ada pengaruh peresmian *merger* terhadap volume transaksi saham ISAT.

Berdasarkan hasil pengujian hipotesis terhadap harga saham 120 hari sebelum dan 120 hari setelah *merger* (Tabel 6) diketahui bahwa ada perbedaan harga saham yang signifikan antara sebelum dan setelah peresmian *merger*. Pengujian terhadap harga saham memperlihatkan bahwa sebanyak 92 data saham harian memiliki selisih negatif. Hal ini berarti bahwa harga saham sebelum peresmian *merger* lebih besar dibandingkan harga saham setelah peresmian *merger*. Penurunan harga saham terjadi dengan rata-rata sebesar 69,03. Dibalik penurunan harga saham sebanyak 92 kali, terdapat juga kenaikan sebanyak 27 kali. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *positif ranks*. Nilai rata-rata peningkatan harga saham adalah sebesar 29,22. Nilai signifikansi pada tabel hasil uji hipotesis menunjukkan $0,000 < 0,025$ artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara harga saham sebelum dan setelah peresmian *merger*. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa harga saham ISAT mengalami penurunan lebih dominan dibandingkan peningkatan setelah peresmian *merger*.

Mengacu pada hasil pengujian hipotesis terhadap volume transaksi saham ISAT 120 hari sebelum dan 120 hari setelah *merger* (Tabel 8) diketahui bahwa ada perbedaan harga saham yang signifikan antara sebelum dan setelah peresmian *merger*. Pengujian terhadap volume transaksi saham menunjukkan bahwa sebanyak 50 data volume transaksi harian memiliki selisih negatif. Penurunan volume transaksi saham terjadi dengan rata-rata sebesar 53,56. Dibalik penurunan volume transaksi saham sebanyak 50 kali, terdapat juga kenaikan sebanyak 70 kali. Hal ini ditunjukkan oleh nilai *positif ranks*. Nilai rata-rata peningkatan volume transaksi saham adalah sebesar 65,46. Hal ini berarti bahwa volume transaksi saham sebelum peresmian *merger* lebih kecil dibandingkan setelah peresmian *merger*. Nilai signifikansi pada tabel hasil uji hipotesis menunjukkan $0,013 < 0,025$ artinya terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara volume transaksi saham sebelum dan setelah peresmian *merger*. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa volume transaksi saham ISAT mengalami peningkatan lebih dominan dibandingkan penurunan setelah peresmian *merger*. Volume transaksi saham ISAT yang lebih besar setelah peresmian *merger* menunjukkan bahwa minat pasar terhadap saham ISAT meningkat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari analisis data yang dilakukan adalah terdapat perbedaan yang sangat signifikan pada data harga saham ISAT sebelum dan setelah *merger*, akan tetapi harga saham dominan mengalami penurunan. Hal ini didukung dengan tingkat signifikansi sebesar $0,000 < 0,025$. Jika ditinjau dari volume transaksi saham, maka terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara sebelum dan setelah peresmian *merger* yang dibuktikan dengan tingkat signifikansi sebesar $0,013 < 0,025$. Dalam hal ini, volume transaksi lebih banyak mengalami peningkatan setelah peresmian *merger* dibandingkan dengan penurunan.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami limpahkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan ridhonya sehingga kami dapat menyusun artikel ilmiah ini. Selain itu, kami juga tidak lupa untuk mengucapkan terima kasih banyak kepada seluruh pihak yang telah membantu melancarkan proses penulisan dan penerbitan artikel ilmiah ini,

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. D. Jatmiko, “Ini Fokus Utama usai Indosat dan Tri Merger 4 Januari 2022 | Teknologi,” *Bisnis.com*, Dec. 28, 2021. <https://teknologi.bisnis.com/read/20211228/101/1482735/ini-fokus-utama-usai-indosat-dan-tri-merger-4-januari-2022> (Diakses 13 Agustus 2022)
- [2] D. F. Suryani, F. A. Siregar, R. S. Nur, Z. Napitupulu, and S. Suhairi, “Analisis Diversifikasi Dampak Setelah Merger dan Akuisisi Pada Kinerja Keuangan Perusahaan yang Terdaftar di BEI,” *El-Mujtama: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 2, no. 2, pp. 178–185, Jan. 2022, doi: 10.47467/elmutjama.v2i2.939.
- [3] A. Jaya, M. E. Syarief, and B. Laksana, “Perbandingan Kinerja Keuangan pada Bank Woori Saudara Sebelum dan Setelah Merger,” *Indonesian Journal of Economics and Management*, vol. 1, no. 3, pp. 523–531, Jul. 2021.
- [4] N. Nadhifah, E. Ediwarman, and D. C. Pangestu, “Analisis Harga Saham Sektor Aneka Industri yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia,” *Jurnal Riset Akuntansi dan Keuangan*, vol. 17, no. 2, p. 135, Feb. 2022, doi: 10.21460/jrak.2021.172.404.
- [5] Y. E. Tricia, A. Surachim, and E. Tarmedi, “Gambaran Likuiditas Profitabilitas dan Harga Saham pada Perusahaan Otomotif yang Terdaftar di BEI,” *Journal of Business Management Education (JBME)*, vol. 3, no. 2, pp. 11–20, Dec. 2018, doi: 10.17509/jbme.v3i2.14210.
- [6] P. W. Rahmadewi and N. Abundanti, “Pengaruh EPS, PER, CR dan ROE Terhadap Harga Saham di Bursa Efek Indonesia,” *E-Jurnal Manajemen Universitas Udayana*, vol. 7, no. 4, p. 2106, Mar. 2018, doi: 10.24843/ejmunud.2018.v07.i04.p14.
- [7] A. Kusumawardani, “Fluktuasi Harga Saham dan Volume Transaksi Saham Sebelum dan Sesudah Pengumuman Covid-19 pada Perusahaan Farmasi yang Terdaftar di BEI,” *Jurnal Apresiasi Ekonomi*, vol. 10, no. 1, pp. 1–8, Jan. 2022, doi: 10.31846/jae.v10i1.441.
- [8] V. christina Nugroho, E. Hulu, and G. S. Ugut, “Faktor yang Mempengaruhi Volume Transaksi pada Harga Saham PT. Bank Central Asia Tbk,” *Jurnal Manajemen Terapan dan Keuangan*, vol. 10, no. 01, pp. 99–109, Apr. 2021, doi: 10.22437/jmk.v10i01.12462.
- [9] M. Rizal Yulianto, Zulfani Anggraini, and Nurasik, “Perbedaan Harga Saham Dan Volume Transaksi Sebelum Dan Sesudah Pengumuman Kasus Covid-19 (Studi Pada Indeks Saham LQ-45),” *AKUA: Jurnal Akuntansi dan Keuangan*, vol. 1, no. 1, pp. 01–08, Jan. 2022, doi: 10.54259/akua.v1i1.133.
- [10] M. Ainurrachma and I. Mawardi, “Reaksi Pasar Saham Terhadap Merger Bank Syariah Milik Negara,” *Jurnal Ekonomi Syariah Teori dan Terapan*, vol. 9, no. 1, p. 92, Jan. 2022, doi: 10.20473/vol9iss20221pp92-105.
- [11] S. D. Chhetri and R. P. Baral, “Event Study of Effect of Merger Announcement on Stock Price in Nepal,” *Journal of Business and Management*, vol. 5, no. 1, pp. 64–73, Dec. 2018, doi: 10.3126/jbm.v5i0.27390.

PEMODELAN SEMIVARIOGRAM EKSPERIMENTAL PADA JUMLAH PENYEBARAN PRODUKSI KELAPA SAWIT DI INDONESIA

Experimental Semivariogram Modeling On The Number Of Oil Palm Production Distribution in Indonesia

Ilam Maryam^{1,a}, Tantri Julia Arsita², Hendy Stevanus³, Ehairun Nisa⁴

¹Universitas Bangka Belitung [Email: ilammaryam29@gmail.com]

²Universitas Bangka Belitung [Email: tantrijuliaarsita@gmail.com]

³Universitas Bangka Belitung [Email: hendystevanus29@gmail.com]

⁴Universitas Bangka Belitung [Email: ehairunnisa0123@gmail.com]

^ailammaryam29@gmail.com

ABSTRAK

Kelapa sawit merupakan suatu komoditas perkebunan unggulan yang ada di Indonesia dengan daerah penyebaran industrinya meliputi Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk model semivariogram dari penyebaran produksi kelapa sawit yang ada di Indonesia. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh melalui *website* resmi Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, berupa data produksi kelapa sawit di 34 provinsi di Indonesia dari tahun 2012 sampai tahun 2021. Adapun metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode *semivariogram eksperimental*, kemudian akan dilakukan *fitting model* dari lima model yaitu model *Exponential*, model *Spherical*, model *Gaussian*, model *Logarithmic* dan model *Wave (holt effect)* dengan melihat nilai *Nugget effect (Co)*. Berdasarkan pembahasan diperoleh model yang cocok untuk melihat jumlah produksi kelapa sawit terbanyak di Indonesia adalah model *Wave (holt effect)* dengan nilai

Nugget effect sebesar 0 dan bentuk persamaannya yakni $\gamma(h) = 1 - \frac{\sin(h)}{h}$.

Kata Kunci: Kelapa Sawit, Nugget Effect, Semivariogram Eksperimental,

ABSTRACT

Oil palm is a leading plantation commodity in Indonesia with the industrial distribution area covering Sumatera, Kalimantan, Sulawesi and surrounding areas. This study aims to model the semivariogram of the distribution of oil palm production in Indonesia. The data used in this study is secondary data obtained through the official website of the Indonesian Central Statistics Agency (BPS), in the form of data on oil palm production in 34 provinces in Indonesia from 2012 to 2021. The method used in this study is an experimental semivariogram method, then fitting the model from five models, namely Exponential model, Spherical model, Gaussian model, Logarithmic model and Wave model (holt effect) by looking at the value of the Nugget effect (Co). Based on the discussion of the number of models that are suitable to see the highest palm oil production in Indonesia, the Wave (hol effect) model with a

Nugget effect value of 0 and the foem of the equation is $\gamma(h) = 1 - \frac{\sin(h)}{h}$.

Keywords: Palm Oil, Nugget Effect, Experimental Semivariogram,

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dan bahari yang memiliki pertanian dan perkebunan terbesar di ASEAN [1]. Perkebunan di Negara Indonesia sangat berperan penting baik dibidang ekonomi maupun sosial karena dapat menghasilkan devisa yang cukup besar untuk membangun bangsa dan negara ini. Indonesia yang agraris, menjadi salah satu penghasil produksi perkebunan dengan komoditas terbesar kelapa sawit. Kelapa sawit merupakan tanaman yang banyak dikebunkan oleh perusahaan-perusahaan besar baik pemerintah maupun swasta [2]. Selain itu, bukan hanya perusahaan besar saja yang bertanam kelapa sawit, tetapi dominan masyarakat juga bertanam kelapa sawit walaupun secara kecil kecilan. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman kelapa sawit cocok tumbuh di negara Indonesia.

Dalam pidato utama Menteri Perindustrian Republik Indonesia, Saleh Husin, pada *the Business and Investmen Forum for Donstream Palem Oil Industry* yang berlangsung di Rotterdam, Belanda pada

tanggal 4 september 2015, mengatakan bahwa kelapa sawit adalah komoditas yang menjadi bahan baku produk di banyak negara. kelapa sawit telah menjadi sumber utama dari berbagai macam produk makanan dan telah menjadi bahan baku yang potensial untuk bahan bakar terbarukan. Di pasar minyak nabati impor minyak sawit dunia telah menunjukkan kecenderungan meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini menunjukkan pentingnya minyak sawit sebagai sumber makanan dunia dan *bioenergy*. Faktanya Indonesia adalah produsen minyak sawit terbesar di dunia. Pada tahun 2014, Indonesia memproduksi minyak sawit mentah sekitar 35 (tiga puluh lima) juta ton dan diperkirakan bahwa lebih dari 45 (empat puluh lima) juta ton akan diproduksi pada tahun 2020 [3].

Dalam pengukuran kenaikan kelapa sawit terkadang tidak bisa ditentukan secara pasti. Hal ini disebabkan karena tidak semua tempat terdapat alat pengukurannya. Oleh karena itu dilakukan pemodelan untuk mengetahui penyebaran produksi kelapa sawit di Indonesia dengan menggunakan pemodelan semivariogram. Semivariogram sering digunakan untuk menggambarkan, memodelkan, dan menjelaskan korelasi spasial antara observasi [4]. Model semivariogram yang digunakan memiliki parameter diantaranya adalah *Sil (C)*, *Nugget Effect (C₀)*, dan *Length (A)* [5]. Dalam kelima model ini memiliki pengaruh yang berbeda untuk fungsi rentang dan pergeseran nilai semivariogram [6].

Berdasarkan penjelasan pada paragraf-paragraf sebelumnya, dilakukanlah penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui model semivariogram dari penyebaran produksi kelapa sawit yang ada di Indonesia dan menjadi bahan pertimbangan bagi para *stakeholder* yang membutuhkan data ini dalam mengatasi permasalahan terkait olahan kelapa sawit. Adapun metode yang dapat digunakan adalah metode semivariogram eksperimental. Pemodelan menggunakan metode tersebut dilakukan dengan melihat nilai *sill (C)*, *nugget effect (C₀)*, dan *length (A)*.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder, yaitu data rata-rata produksi kelapa sawit dari 34 provinsi di Indonesia yang diambil pada tahun 2012-2021 dari *website* resmi Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia [7]. Data tersebut berjumlah 34 lokasi yang ada di Indonesia yang terdiri dari variabel yang digunakan untuk melihat penyebaran produksi kelapa sawit yaitu rekapitulasi jumlah produksi kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2012-2021. Titik koordinat (x,y). Variabel penelitian yang digunakan adalah:

X : Titik koordinat *easting*

Y : Titik koordinat *northing*

Z : Data rata-rata produksi kelapa sawit tahunan

Adapun metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode semivariogram eksperimental dengan menggunakan beberapa model.

Semivariogram adalah setengah dari variogram dengan symbol $\gamma(h)$ merupakan fungsi yang menyatakan korelasi spasial pada data spasial. Dalam geostatistika, semivariogram digunakan untuk mencari parameter yang menentukan bobot pada kriging [8]. Terdapat tiga parameter yang digunakan pada semivariogram eksperimental. Parameter tersebut adalah *Sil (C)*, *Nugget Effect (C₀)*, dan *Length (A)*. Taksiran semivariogram pada jarak *h* dapat dituliskan sebagai berikut [9]:

$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (z(s_i + h) - z(s_i))^2 \dots\dots\dots(1)$$

Dengan:

$\hat{\gamma}(h)$: Nilai semivariogram pada jarak *h*

s_i : Lokasi-lokasi sampel

$z(s_i)$: Nilai pengamatan di lokasi *s*

$N(h)$: Banyaknya pasangan

Pada semivariogram teoritis akan digunakan lima model yang ada. Adapun kelima model tersebut adalah model *Exponential*, model *Spherical*, model *Gaussian*, model *logaritmik*, model *Wave (Holt effect)*. Dari kelima model tersebut akan dianalisis model mana yang terbaik. Adapun bentuk persamaan dari lima model tersebut sebagai berikut [10]:

Model *Exponential*

$$\gamma(h) = C_0 + C[1 - \exp(-\frac{h}{a})], h \leq a \dots\dots\dots(2)$$

$$c, h > a$$

Model *Spherical*

$$\gamma(h) = C_0 + C[\frac{3}{2}(\frac{h}{a}) - \frac{1}{2}(\frac{h}{a})^2], 0 \leq h \leq a \dots\dots\dots(3)$$

Model *Gaussian*

$$\gamma(h) = C_0 + C[1 - \exp(-\frac{h^2}{a^2})], h \leq a \dots\dots\dots(4)$$

$$c, h > a$$

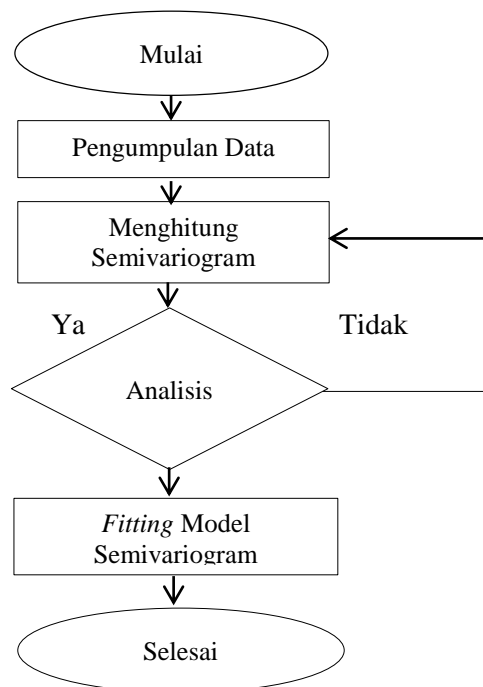
Model *Logaritmik*

$$\gamma(h) = 1 \log(h) \dots\dots\dots(5)$$

Model *Wave (Holt Effect)*

$$\gamma(h) = 1 - \frac{\sin(h)}{h} \dots\dots\dots(6)$$

Adapun tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Daigram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Statistika Deskriptif

Berdasarkan data jumlah penyebaran produksi kelapa sawit di Indonesia, disajikan nilai dan statistika deskriptif yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan Algoritma A dan B

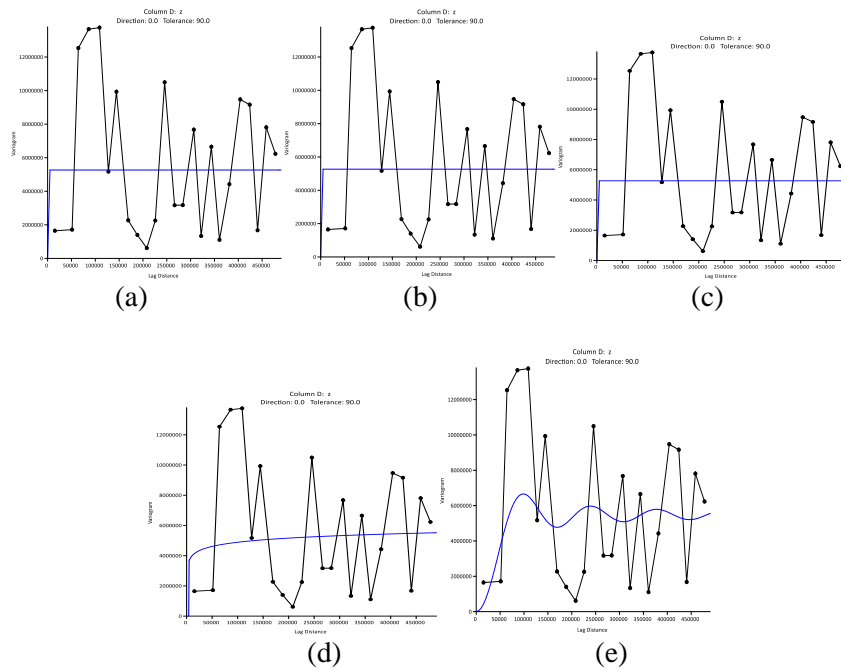
Ukuran	X	Y	Z
Minimum	225265	9197834	26.18
Median	453720	9962411	572.07
Mean	510706	9862084	1461.39
Maksimum	77818181	105830	7647.12

Variansi	307019	119145	4508551
----------	--------	--------	---------

Berdasarkan Tabel 1. Terlihat bahwa nilai rata-rata dari jumlah produksi kelapa sawit *year on year* (yoy) pada 34 provinsi yang ada di Indonesia adalah 1461,39. Jumlah produksi kelapa sawit tertinggi yaitu senilai 7647,12. Sedangkan jumlah produksi kelapa sawit terendah yaitu senilai 26,18

3.2 Semivariogram

Pada semivariogram eksperimental dalam penelitian ini terdapat lima model yang digunakan, yaitu model *exponential*, model *Spherical*, model *Gaussian*, model *logaritmik*, dan model *Wave (Holt effect)*. Setelah dilakukannya analisis data menggunakan bantuan *software* matematika maka diperoleh hasil *plotting* dari masing-masing model yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik Semivariogram (a) Model *Exponential*, (b) model *Spherical*, (c) model *Gaussian*, (d) model *logaritmik*, dan (e) model *Wave (Holt effect)*

Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bentuk grafik dari kelima model tersebut yang digunakan, kemudian dari kelima model tersebut akan ditentukan satu model terbaik. Penentuan model terbaik dilakukan dengan perbandingan nilai *nugget effect* (C_0). Model terbaik adalah model yang memiliki nilai *nugget effect* (C_0) terkecil. Pada tabel 2, akan disajikan perbandingan nilai dari *Sill* (C), *nugget effect* (C_0), dan *Length* (A).

Tabel 2 Perbandingan nilai *Sill* (C), *nugget effect* (C_0), dan *Length* (A) kelima model.

Model	<i>Sill</i> (C)	<i>Nugget Effect</i> (C_0)	<i>Length</i> (A)
<i>Spherical</i>	5268000	0,000018	1
<i>Exponential</i>	5268000	0,000018	1
<i>Gaussian</i>	5268000	0,000018	1
<i>Wave</i>	5474000	0	26740
<i>Logaritmik</i>	397000	147400	1

Selain itu, adapun persamaan untuk masing-masing model dapat dilihat sebagai berikut:

- Persamaan Model *Spherical*

$$\gamma(h) = 0.000018 + 5268000 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{1} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{1} \right)^2 \right], 0 \leq h \leq 1 \dots\dots\dots (7)$$

- Persamaan Model *Exponential*

$$\gamma(h) = 0.000018 + 526800Q[1 - \exp(-\frac{h}{1})], h \leq 1 \dots\dots\dots (8)$$
$$526800Q, h > 1$$

- Persamaan Model *Gaussian*

$$\gamma(h) = 0.000018 + 526800Q[1 - \exp(-\frac{h^2}{1^2})], h \leq 1 \dots\dots\dots (9)$$
$$526800Q, h > 1$$

- Persamaan Model *Wave*

$$\gamma(h) = 1 - \frac{\sin(h)}{h} \dots\dots\dots (10)$$

- Persamaan Model *Logaritmik*

$$\gamma(h) = 1 \log(h) \dots\dots\dots (11)$$

Berdasarkan Tabel 2, dapat disimpulkan bahwa yang menjadi model terbaik adalah model *Wave (Holt effect)*. Hal ini dikarenakan, model *Wave (Holt effect)* mempunyai nilai *nugget effect (C0)* terkecil, yakni senilai 0 dan bentuk model persamaannya yaitu $\gamma(h) = 1 - \frac{\sin(h)}{h}$.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan dalam penelitian ini yaitu dalam geostatistika, semivariogram digunakan untuk mencari parameter yang menentukan bobot pada kriging yang terdiri dari beberapa model semivariogram yakni model *Exponential*, model *Spherical*, model *Gaussian*, model *logaritmik*, model *Wave (Holt effect)*. Penentuan semivariogram yang terbaik dapat dilihat dari nilai *Sil (C)*, *Nugget Effect (Co)*, dan *Length (A)* pada setiap model semivariogram. Kemudian, nilai dari tiga parameter tersebut disubstitusikan ke setiap persamaan semivariogram. sehingga diperoleh bahwa yang menjadi model terbaik adalah model *Wave (Holt Effect)* dengan nilai *nugget effect (C0)* terkecil, yakni senilai 0 dan bentuk model persamaannya yaitu

$$\gamma(h) = 1 - \frac{\sin(h)}{h} .$$

Adapun saran untuk penelitian kedepan yakni bisa dilakukan penelitian lanjutan mengenai kriging untuk variabel kelapa sawit di Indonesia. Adapun metode yang bisa digunakan salah satunya *ordinary kriging*.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pengulas yang telah menyumbangkan keahlian dan waktu untuk proses penulisan terutama kepada Jurusan Matematika Universitas Bangka Belitung. Terimakasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing karena telah berupaya dalam mengevaluasi dan menilai artikel yang diajukan untuk dipertimbangkan dalam proses publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] K. N. Hasibuan, "Peramalan Jumlah Produksi Kelapa Sawit di Kabupaten Padang Lawas dengan Metode Smoothing Eksponensial Ganda Pada Tahun 2019-2020," *J. Universitas Sumatera Utara*, 2021.

[2] M. Harahap, S. Y. Nababan, "Tsukamoto Pada Analisis Prediksi Hasil Kelapa Sawit," *J. Teknologi dan Ilmu Komputer Prima*, vol. 3 (1), pp: 414-423, 2020.

[3] S. P. Elvani, A. R. Utary, R. Yudaruddin, "Peramalan Jumlah Produksi Tanaman Kelapa Sawit dengan Menggunakan Metode ARIMA (Autoregressive Integred Moving Average)," *J. Manajemen*, vol. 8 (1), pp: 95-112, 2017.

- [4] S. J. Pririzki, N. Sari, B. Agustin, Y. R. E. Simbolon, “Penerapan Model Semivariogram Eksperimental Pada Curah Hujan Bulanan di Indonesia”, *Fraction*, vol. 1 (2), pp: 1-6, 2022.
- [5] K. T. Ubb, “Penaksiran Data Composite Jumlah Hambatan Lekat Menggunakan Metode Ordinary Kriging”.
- [6] R. Amelia, G. Guskarnali, R. A. Ahmad, and Z. K. Ismartika, “Pendekatan Semivariogram Anisotropik dalam Metode Ordinary Kriging (OK) Terhadap Pola Penyebaran Mineral Ikutan Timah,” *Promine*, vol. 8 (1), pp: 34-39, 2020, doi: 1033019/promine.v8il.1828.
- [7] Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat, “Statistik Indonesia Tahun 2010,” Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik.
- [8] T. B. WKM, D. Chaerani, B. R. Nurani, “Eksplorasi *Software R* untuk *Fitting* Semivariogram *Sphertical* Menggunakan Pemrograman Linear dan Uji Analisis Sensitivitas,” *J. Matematika Integratif*, vol. 12 (2), pp: 75-82, 2016.]
- [9] F. Arsyad, D. Yulhendra, H. Prabowo, “Kajian Teknis dan Ekonomis Perancang Design Kembangan Penambang Quarry Batukapur pada Bulan April-Agustus 2017 di Front III B-IV B Bukit Karang Putih PT. Semen Padang,” *J. Bina Tambang*, vol. 3(3), 2018.
- [10] R. Amelia, G. Guskarnali, “Penaksiran Data *Composite* Jumlah Hambatan Lekat Menggunakan Metode *Ordinary Kriging*,” in *proc. Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, UBB*. 2017. doi: <https://doi.org/10.33019/snppm.v1i0.562>, 2017.

**PERAMALAN NILAI TUKAR PETANI DI BANGKA BELITUNG DENGAN
METODE HOLT-WINTERS
(FORECASTING FARMER EXCHANGE RATE IN BANGKA BELITUNG USING HOLT-
WINTER METHOD)**

Ridho Ilahi^{1,a}, Bella Agustin²

¹BPS Kabupaten Bangka [Email: ridhoi@bps.go.id]

²Universitas Bangka Belitung [Email: bellaagstn0801@gmail.com]

ABSTRAK

Sektor pertanian sangat berpengaruh dalam pembangunan ekonomi salah satunya yang ada di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. NTP Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dalam bulan September 2016 mengalami penurunan. Sedangkan, bulan Januari 2021 mengalami kenaikan tertinggi. Penelitian ini bertujuan memperoleh pola data dengan menerapkan metode *Holt-Winters* untuk peramalan NTP di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung tiga periode ke depan diantaranya pada bulan Oktober 2022 sampai Desember 2022. Pada penelitian ini data yang digunakan bersifat data sekunder. Pengambilan data sekunder ini bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS). Total data sebanyak 117 data NTP di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Dengan bantuan *software R studio*, didapatkan kombinasi parameter dengan nilai MAPE terbaik sebesar 2,017 % serta nilai parameter $\alpha = 0,7$; $\beta = 0,1$; $\gamma = 1$. Berdasarkan nilai F_{118} , F_{119} , dan F_{120} menunjukkan bahwa jumlah NTP di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung untuk tiga periode ke depan yang merupakan periode Oktober 2022 sampai Desember 2022 sebesar 117,36; 115,84; dan 114,26.

Kata Kunci: Nilai Tukar Petani, *Time Series*, Exponensial Smoothing, MAPE

ABSTRACT

The agricultural sector is very influential in economic development, one of which is in the Province of the Bangka Belitung Islands. The NTP of the Province of the Bangka Belitung Islands in September 2016 decreased. Meanwhile, January 2021 experienced the highest increase. This research aims to obtain data patterns by applying the Holt-Winters method for forecasting NTP in the Province of the Bangka Belitung Islands for the next three periods, including October 2022 to December 2022. In this research, the data used are secondary data. This secondary data collection is sourced from the Central Bureau of Statistics (BPS). The total data is 117 NTP data in the Province of the Bangka Belitung Islands. With the help of R studio software, the combination of parameters with the best MAPE value of 2.017 % and parameter value $\alpha = 0.7$; $\beta = 0.1$; $\gamma = 1$. Based on the values of F_{118} , F_{119} , and F_{120} , it shows that the number of NTP in the Province of the Bangka Belitung Islands for the next three periods, which is the period from October 2022 to December 2022 is 117,36; 115,84; and 114,26.

Keywords: Farmer Exchange Rate, *Time Series*, Exponential Smoothing, MAPE

1. PENDAHULUAN

Bangka Belitung merupakan salah satu provinsi yang ada di Indonesia dan mempunyai potensi kekayaan alam yang melimpah berasal dari hasil pertanian, perkebunan, pertambangan serta perikanan. Bangka Belitung awalnya fokus dalam pembangunan ekonomi yang ditujukan pada upaya menginjak pertumbuhan ekonomi melalui peningkatan sektor pertambangan [1]. Dalam beberapa tahun terakhir, telah terjadi perkembangan dengan memberikan dampak perubahan pembangunan ekonomi bertransformasi ke berbagai luar sektor pertambangan diantaranya sektor pertanian. Dalam hal ini, sektor pertanian di Bangka Belitung mulai menunjukkan perkembangan dengan terus meningkatkan produksi tanaman hortikultura dan tanaman pangan.

Sektor pertanian sangat berpengaruh dalam pembangunan ekonomi, terlihat bahwa sektor ini menjadi andalan penciptaan lapangan pekerjaan dengan jumlah yang cukup besar dibandingkan sektor-sektor lainnya dalam perekonomian di Indonesia. Namun halnya pada sektor pertanian berpengaruh positif, sedangkan keempatan kerja berpengaruh negatif terhadap produktivitas tenaga kerja. Jumlah tenaga kerja berdasarkan lapangan usaha pada tahun 2017 bulan Februari sebanyak 233.625 jiwa dan pada bulan Agustus sebanyak 219.002 jiwa, sedangkan pada tahun 2020 sektor pertanian mengalami penurunan sebesar 3,91 persen [2]. Penurunan tersebut dapat disebabkan salah satunya pendapatan yang kecil. Sehingga perlu kebijakan bagi pemerintah terhadap banyaknya pekerja dari sektor yang

semestinya dilindungi dan disejahterakan karena telah berjasa dalam hal pemenuhan kebutuhan hidup masyarakat.

Petani memiliki peran utama sebagai pemeliharaan tanaman dan hewan untuk memperoleh hasil yang dibutuhkan bagi kelangsungan hidup. Alat ukur tingkat kesejahteraan atau kemampuan daya beli petani yaitu Nilai Tukar Petani (NTP) [3]. Selain NTP, upah buruh tani juga digunakan untuk mengukur kesejahteraan petani yang menunjukkan kemampuan daya beli petani. NTP yang meningkat akan menurunkan kemiskinan. NTP Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dalam bulan September 2016 mengalami penurunan sebanyak 0,10 poin serta NTP umum sebesar 100,58 sedangkan pada bulan sebelumnya NTP berada diangka 100,69. Penurunan tersebut dikarenakan Indeks Harga yang diterima Petani (It) mengalami kenaikan 0,44 persen. Sedemikian, NTP bulan Januari 2021 di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung berada di angka 103,26 yang mengalami kenaikan tertinggi sebesar 2,24 persen dibandingkan kenaikan NTP provinsi lainnya [4]. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa petani mengalami surplus. Kenaikan angka NTP disebabkan nilai Indeks Harga yang diterima Petani (It) naik sebesar 0,45 persen, lebih tinggi dari kenaikan Indeks Harga yang Dibayar Petani (Ib) sebesar 0,44 persen [5].

Masalah-masalah ekonomi dan masalah lainnya dapat dimodelkan secara matematis melalui sebuah metode peramalan, namun dilihat juga metode yang tepat dalam meramalkan suatu data yang berpola. Pola suatu data dalam peramalan terdapat 4 jenis, diantaranya pola horizontal, pola musiman, pola siklis dan pola *trend*. Beberapa metode peramalan antara lain metode pemulusan eksponensial, metode regresi dan metode Box-Jenkins (ARIMA) [6].

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode *Holt-Winter* dikarenakan tingkat *error* yang lebih kecil dan tepat digunakan terhadap data *time series* dengan variabel tunggal. Tujuan penelitian ini untuk memperoleh pola data dengan menerapkan metode *Holt-Winters* dan mengetahui metode yang tepat untuk peramalan NTP di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dalam tiga periode ke depan diantaranya pada bulan Oktober 2022 sampai Desember 2022. Adapun kesimpulan dari hasil peramalan NTP ini dapat dilihat dari *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) terkecil berdasarkan parameter dalam persamaan *Holt-Winter* tersebut.

2. METODE PENELITIAN

2.1 *Autocorrelation Function* (ACF) dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF)

Autokorelasi adalah hubungan yang terjadi di antara anggota dari serangkaian pengamatan yang tersusun pada rangkaian waktu dan menguji apabila model regresi terdapat korelasi antara kesalahan periode dengan kesalahan periode $t-1$ [7]. ACF dapat digunakan untuk mengidentifikasi model *time series* dan melihat kestasioneran data dalam *mean* dan kovariansi. PACF adalah autokorelasi antara y_t dan y_{t-k} setelah menghapus setiap ketergantungan linear pada $y_1, y_2, \dots, y_{t+k-1}$. Kestasioneran data pada autokorelasi dapat dilihat dari lag- k [8]. Jika pada plot ACF dan PACF lag- k menurun secara eksponensial, maka data tersebut stasioner. Sedangkan jika pada plot ACF dan PACF lag- k menurun secara lamban, maka data tersebut tidak stasioner.

2.2 *Exponential Smoothing*

Metode *exponential smoothing* merupakan sebuah metode *time series* yang secara terus menerus melakukan perbaikan peramalan dengan mengambil nilai rata-rata *smoothing* dan menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial, maka disebut prosedur pemulusan eksponensial. Terdapat tiga metode pada *exponential smoothing* yaitu *single exponential smoothing*, *double exponential smoothing*, dan *triple exponential smoothing*. *Triple exponential smoothing* disebut juga dengan metode *Holt-Winters*. Metode *Holt-Winters* merupakan metode peramalan rata-rata bergerak yang melakukan pembobotan terhadap data masa lalu dengan cara eksponensial sehingga data paling akhir mempunyai bobot lebih besar dalam rata-rata bergerak yang menggunakan 3 level pemulusan. Tiga parameter pemulusan, yaitu α (level proses), β (unsur *trend*), dan γ (unsur musiman) dengan nilai antara 0 dan 1 untuk setiap parameter. Terdapat dua metode *Holt-Winters*, yaitu metode *Holt-Winters* aditif dan metode *Holt-Winters* multiplikatif [9].

2.3 Metode *Holt-Winters* Multiplikatif

Metode *Holt-Winters* multiplikatif merupakan metode yang digunakan untuk memprediksi data, jika pola data asli menunjukkan fluktuasi data musiman yang bervariasi naik atau turun. Sedangkan

metode *Holt-Winters* aditif digunakan jika plot data asli menunjukkan fluktuasi data musiman yang relatif stabil [10]. Persamaan dasar untuk metode *Holt-Winters* multiplikatif sebagai berikut [6]:

Level :

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (1)$$

Trend :

$$b_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \quad (2)$$

Musiman :

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} \quad (3)$$

Ramalan :

$$F_{t+m} = (L_t + b_t m)S_{t-s+m} \quad (4)$$

Adapun penentuan nilai awal atau biasa disebut proses inisialisasi untuk metode *Holt-Winters* multiplikatif sebagai berikut:

Nilai awal untuk pemulusan level yaitu :

$$L_s = \frac{1}{s}(Y_1 + Y_2 + \dots + Y_s) \quad (5)$$

Nilai awal untuk pemulusan *trend* yaitu :

$$b_s = \frac{1}{s} \left[\frac{Y_{s+1}-Y_1}{s} + \frac{Y_{s+2}-Y_2}{s} + \dots + \frac{Y_{s+s}-Y_s}{s} \right] \quad (6)$$

Nilai awal untuk pemulusan musiman yaitu :

$$S_1 = \frac{Y_1}{L_s}, S_2 = \frac{Y_2}{L_s}, \dots, S_n = \frac{Y_n}{L_s} \quad (7)$$

dengan

- s = panjang atau periode musiman
- L_t = komponen keseluruhan atau *trend* linear
- S_t = komponen musiman
- Y_t = data ke- t
- F_{t+m} = ramalan untuk m periode ke depan
- m = periode ke depan
- t = 1,2, ..., t
- α , = konstanta pemulusan atau parameter level
- β = parameter *trend*
- γ = parameter musiman

2.4 Pengukuran Ketepatan Metode Peramalan

Peramalan terhadap suatu data *time series* tentu mengandung unsur ketidakpastian salah satunya dengan menghitung galat. *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) merupakan indikator statistik tentang akurasi perkiraan dalam metode peramalan. Indeks ini menunjukkan rata-rata kesalahan persentase *absolute* antara peramalan dengan nilai sebenarnya dari data *time series*. Jika semakin rendah MAPE, maka semakin tinggi tingkat akurasi peramalan data. Persamaan MAPE [11] adalah

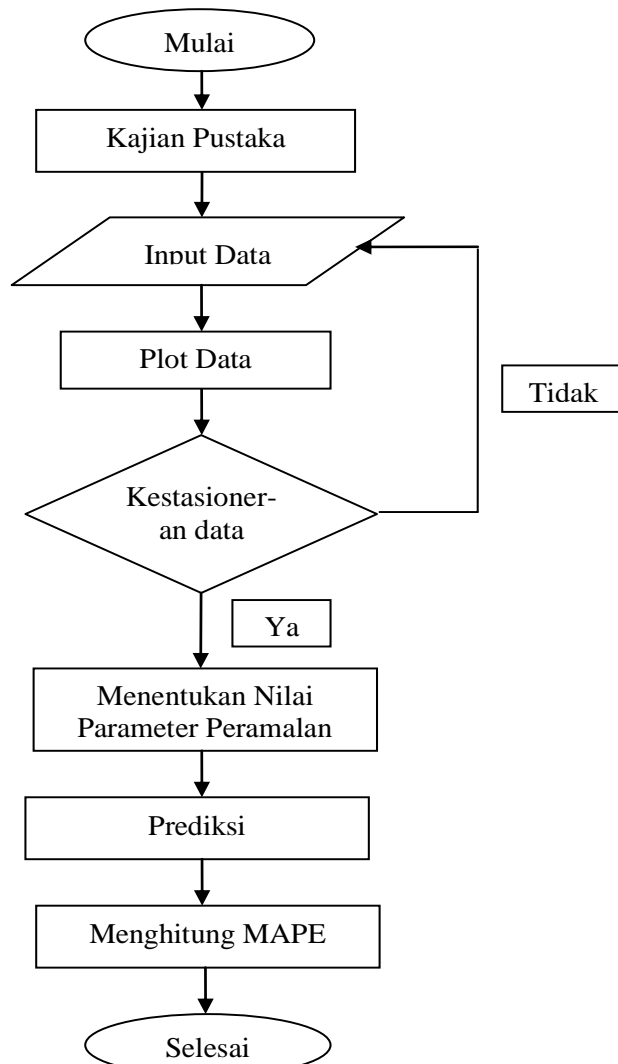
$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^m \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right| \times 100 \quad (8)$$

2.5 Data dan Sumber Data

Pada penelitian ini data yang digunakan *time series* bersifat data sekunder. Pengambilan data sekunder ini bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Data yang digunakan yaitu Nilai Tukar Petani (NTP) di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung periode Januari 2013 hingga September 2022. Total data sebanyak 117 data NTP.

2.6 Tahapan Penelitian

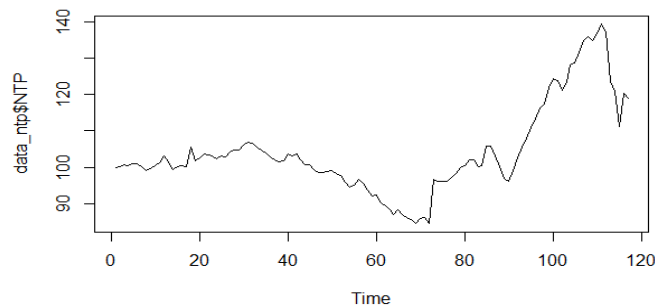
Adapun tahapan penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

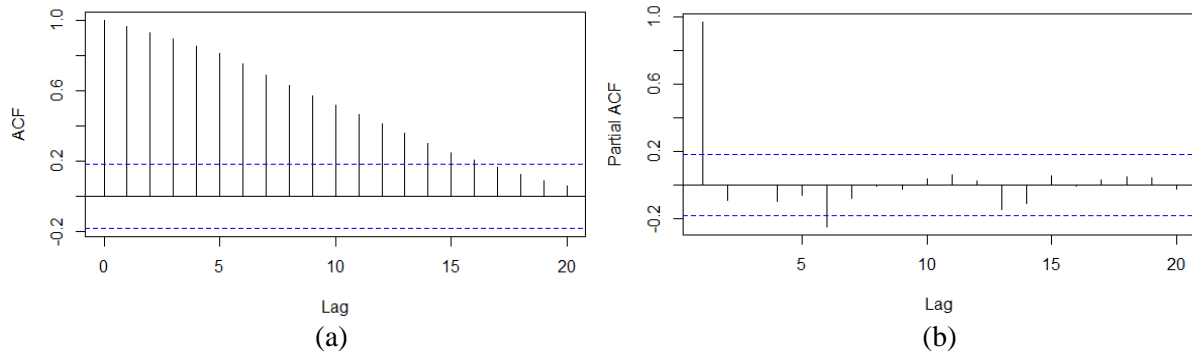
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapatkan data NTP tersebut, maka peneliti dapat melakukan pengolahan data dengan plotting data menggunakan *software R studio*.



Gambar 3 Plot Data NTP di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung

Berdasarkan plot data NTP pada Gambar 3 menunjukkan bahwa data mengalami kenaikan yang cukup dratis pada bulan agustus 2020, dapat dinyatakan data tersebut tidak stasioner dalam *mean/rata-rata* dan *variansi*. Dalam penerapan Metode *Holt-Winters* ini juga harus mengandung pola musiman. Untuk menentukan bahwa data tersebut musiman atau tidak maka perlu dilakukan korelogram dengan menentukan plot grafik ACF dan PACF.



Gambar 4 Plot Fungsi (a) ACF (b) PACF

Berdasarkan Gambar 4 (a) menunjukkan bahwa data NTP tersebut tidak stationer dikarenakan terjadi penurunan yang stabil pada lag-k. maka dilakukan plot selanjutnya adalah plot PACF seperti pada Gambar 4 (b) terlihat bahwa nilai autokorelasi berada disekitar nol di antara negatif dan positif artinya data NTP tersebut stasioner, sehingga data NTP yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilakukan penerapan metode *Holt-Winters*.

3.1 Penentuan Nilai Awal

Pada penerapan metode *Holt-Winters* multiplikatif, terlebih dahulu menentukan nilai awal pemulusan secara manual yang mensubstitusikan nilai data NTP ke persamaan (6), (8), dan (10).

Nilai awal untuk pemulusan level dengan $s = 12$ disubstitusikan ke persamaan (5) diperoleh:

$$S_0 = L_s = \frac{1}{12} (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{12})$$

$$L_s = \frac{1}{12} (99,95 + 100,03 + \dots + 103)$$

$$= 100,49$$

Nilai awal untuk pemulusan *trend* dengan $s = 12$ disubstitusikan ke persamaan (6) diperoleh:

$$b_0 = b_s = \frac{1}{12} \left[\frac{Y_{13} - Y_1}{12} + \frac{Y_{14} - Y_2}{12} + \dots + \frac{Y_{24} - Y_{12}}{12} \right]$$

$$= \frac{1}{12} \left[\frac{1,45}{12} + \frac{(-0,63)}{12} + \dots + \frac{(-0,74)}{12} \right]$$

$$= 0,1226$$

Nilai awal untuk pemulusan musiman dengan $s = 12$ disubstitusikan ke persamaan (7) diperoleh:

$$S_0 = 100,49$$

$$S_1 = \frac{Y_1}{L_s} = \frac{99,95}{100,49} = 0,9946$$

$$S_2 = \frac{Y_2}{L_s} = \frac{100,03}{100,49} = 0,9954$$

$$S_3 = \frac{Y_3}{L_s} = \frac{100,57}{100,49} = 1,0008$$

$$S_4 = \frac{Y_4}{L_s} = \frac{100,36}{100,49} = 0,9987$$

$$S_5 = \frac{Y_5}{L_s} = \frac{100,84}{100,49} = 1,0035$$

$$S_6 = \frac{Y_6}{L_s} = \frac{100,93}{100,49} = 1,0044$$

$$S_7 = \frac{Y_7}{L_s} = \frac{100,02}{100,49} = 0,9953$$

$$S_8 = \frac{Y_8}{L_s} = \frac{99,05}{100,49} = 0,9857$$

$$S_9 = \frac{Y_9}{L_s} = \frac{99,55}{100,49} = 0,9906$$

$$S_{10} = \frac{Y_{10}}{L_s} = \frac{100,31}{100,49} = 0,9982$$

$$S_{11} = \frac{Y_{11}}{L_s} = \frac{101,32}{100,49} = 1,0083$$

$$S_{12} = \frac{Y_{12}}{L_s} = \frac{103}{100,49} = 1,025$$

3.2 Peramalan Data Metode Holt-Winters Multiplikatif

Dengan mensubstitusi nilai parameter α , β , dan γ dapat menghitung nilai L_t , b_t , dan S_t pada model Holt-Winters multiplikatif. Besarnya nilai α , β , dan γ diantara 0 sampai 1, dimana $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$, dan $0 < \gamma < 1$. Dengan bantuan *software R studio*, didapatkan kombinasi parameter dengan nilai MAPE terbaik yakni parameter $\alpha = 0,7$; $\beta = 0,1$; $\gamma = 1$. Nilai parameter pemulusan α , β , dan γ tersebut, akan disubstitusi ke persamaan (1), (2), dan (3).

Nilai pemulusan level pada saat $t = 1$ disubstitusi ke persamaan (1) diperoleh:

$$\begin{aligned} L_1 &= (0,7) \frac{Y_1}{S_{11}} + (1 - 0,7)(L_0 + b_0) \\ &= (0,7) \frac{99,95}{1,0083} + (1 - 0,7)(100,49 + 0,1226) \\ &= 99,573 \end{aligned}$$

Nilai pemulusan *trend* dengan $t = 1$ disubstitusikan ke persamaan (2) diperoleh:

$$\begin{aligned} b_1 &= 0,1(L_1 - L_0) + (1 - 0,1)b_0 \\ &= 0,1(99,573 - 100,49) + (1 - 0,1)0,1226 \\ &= 0,019 \end{aligned}$$

Nilai pemulusan musiman dengan $t = 1$ disubstitusikan ke persamaan (3) diperoleh:

$$\begin{aligned} S_1 &= 1 \frac{Y_1}{L_1} + (1 - 1)S_{11} \\ &= 1 \frac{99,95}{99,276} + (1 - 1)1,0083 \\ &= 1,002 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai pemulusan level, *trend* dan musiman, diperoleh nilai ramalan berdasarkan persamaan (4) pada saat $t = 1$ adalah

$$\begin{aligned} F_1 &= (L_1 + b_1)S_{11} \\ &= (99,573 + 0,019)1,0083 \\ &= 100,419 \end{aligned}$$

Tahap selanjutnya dilakukan peramalan NTP untuk tiga periode ke depan dengan $m = 1, 2, 3$ serta pada saat $t = 117$ maka nilai L_{117} , b_{117} , dan S_{117} masing-masing adalah sebesar 117,554; -0,708; dan 1,0126. Berdasarkan persamaan (4) nilai peramalan data dapat diperoleh sebagai berikut:

Untuk $m = 1$

$$\begin{aligned} F_{118} &= (L_{117} + b_{117}1)S_{106} \\ &= (117,554 + (-0,708))1,0044 \\ &= 117,36 \end{aligned}$$

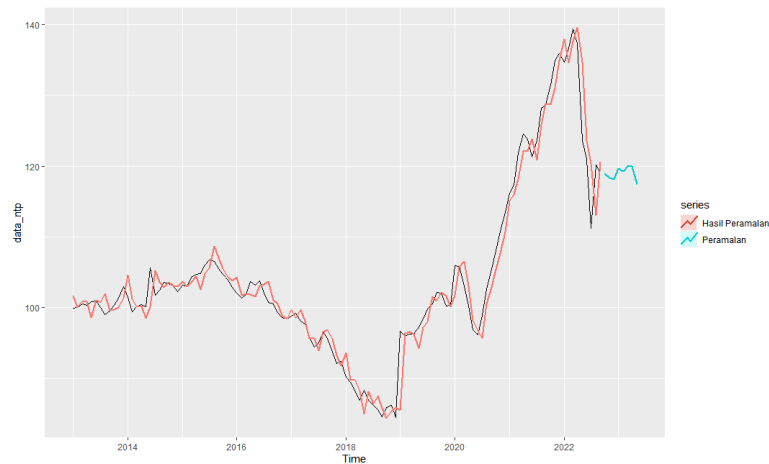
Untuk $m = 2$

$$\begin{aligned} F_{119} &= (L_{117} + b_{117}2)S_{107} \\ &= (117,554 + (-1,416))0,9974 \\ &= 115,84 \end{aligned}$$

Untuk $m = 3$

$$\begin{aligned} F_{120} &= (L_{117} + b_{117}3)S_{108} \\ &= (117,554 + (-2,124))0,9899 \\ &= 114,26 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai F_{118} , F_{119} , dan F_{120} menunjukkan bahwa jumlah NTP di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung untuk tiga periode ke depan yang merupakan periode Oktober 2022 sampai Desember 2022 sebesar 117,36; 115,84; dan 114,26. Hasil peramalan dengan metode pemulusan eksponensial Holt-Winters tersebut dilakukan plotting *time series* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Plot Metode Pemulusan Eksponensial *Holt-Winters* Multiplikatif

3.3 Pengukuran Tingkat Akurasi Peramalan

Jika nilai MAPE sebesar 10% dinyatakan bahwa selisih nilai rata-rata peramalan dengan nilai sebenarnya 10%. Hasil peramalan dinyatakan akurat, apabila interval nilai MAPE lebih kecil dari 10%. Nilai MAPE terhadap 117 data NTP dapat dihitung pada persamaan (9) diperoleh:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^m \left| \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right| \times 100 = 2,017$$

Berdasarkan nilai MAPE sebesar 2,017 %, menunjukkan bahwa nilai parameter $\alpha = 0,7$; $\beta = 0,1$; $\gamma = 1$ tepat dalam peramalan metode *Holt-Winters* multiplikatif terhadap data NTP di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

4 KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan peramalan yang diperoleh plot fluktuasi data tidak stabil, sehingga penelitian ini menggunakan metode penelitian *Holt-Winters* multiplikatif. Berdasarkan plot *time series* pada bulan agustus 2022 mengalami kenaikan yang cukup drastis menyebabkan data yang digunakan tidak stationer. Nilai peramalan yang diperoleh tiga periode ke depan yang merupakan periode Oktober 2022 sampai Desember 2022 sebesar 117,36; 115,84; dan 114,26. Dengan tingkat akurasi MAPE sebesar 2,017 %, dengan nilai parameter $\alpha = 0,7$; $\beta = 0,1$; $\gamma = 1$. Adapun harapan kepada peneliti selanjutnya untuk menambahkan metode *Holt-Winters* additif sehingga dapat mengetahui perbedaan hasil peramalan dengan metode *Holt-Winters* multiplikatif. Serta peramalan pada ketiga Nilai Tukar Petani hanya bersifat jangka pendek, sehingga perlu dikembangkan lebih lanjut dalam peramalan jangka menengah ataupun jangka panjang.

5 UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Jurusan Matematika Universitas Bangka Belitung atas pembiayaan publikasi artikel ilmiah, kepada Badan Pusat Statistik Kabupaten Bangka telah menyediakan fasilitas selama penulisan artikel, serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apriyono, *Analisis Tren Nilai Tukar Petani Tanaman Pangan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung*. Journal Viabel Pertanian. Vol. 15, No. 1, pp. 45-51, 2021. [Online]. Available <https://doi.org/10.35457/viabel.v15i1.1455>
- [2] BPS. 2022. Februari 2022: Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) sebesar 5,83 persen dan Rata-rata upah buruh sebesar 2,89 juta rupiah per bulan. <https://www.bps.go.id/pressrelease/2022/05/09/1915/februari-2022--tingkat-pengangguran-terbuka--tpt--sebesar-5-83-persen.html>. (Diakses 3 Oktober, 2022).
- [3] Keumala. C. M., and Zainuddin. Z. Indikator Kesejahteraan petani melalui nilai tukar petani NTP dan pembiayaan syariah sebagai solusi. *Economica jurnal ekonomu islam*, vol. 9, no. 1, pp. 129-149, 2018 [Online]. Available <http://dx.doi.org/10.21580/economica.2018.9.1.2108>
- [4] Bumi Serumpun Sebalai. Nilai Tukar Petani Turun 0,10 Poin. <https://serumpun.babelprov.go.id/nilai-tukar-petani-turun-010-poin>. (Diakses 4 Oktober, 2022).

-
- [5] IKP/C. 2021. Bumi Serumpun Sebalai Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.
- [6] P. J. Kristianti, “Penerapan Metode *Holt-Winters* Untuk Peramalan Tingkat Inflasi di Indonesia,” M.S. thesis, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, 2020.
- [7] I. P. Sastrawan and M. Y. Latrini, “Pengaruh Profitabilitas Solvabilitas, Dan Ukuran Perusahaan Terhadap *Audit Report Lag* Pada Perusahaan Manufaktur“. E-Jurnal Akuntansi Universitas Udayana. Vol.17. No. 1, pp. 311-337, 2016. [Online]. Available <https://ojs.unud.ac.id/index.php/akuntansi/article/view/19792>
- [8] N. L. Murniati, dkk, “Implementasi Model Autogressive (AR) Dan Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH) Untuk Memprediksi Harga Emas“. Vol.3, No.2, 29-44. [Online]. Available <http://10.21108/INDOJC.2018.3.2.225>
- [9] D. Sartika, and H. Nasution, “Penggunaan Metode Smoothing Eksponensial Dalam Meramal Pergerakan Inflasi Di Kota Medan,“ *Karismatika*. Vol.3, No.1, 2017. [Online]. Available <https://doi.org/10.24114/jmk.v3i1.8825>
- [10] A. Aryati, I. Purnamasari, and Y. Nasution, “Peramalan dengan Menggunakan Metode Holt-Winters Exponential Smoothing (Studi Kasus: Jumlah Wisatawan Mancanegara yang Berkunjung Ke Indonesia) Forecasting using the method of Holt-Winters Exponential Smoothing (Case Study: Number of Foreign Tourists Visiting Indonesia) ,“ *Jurnal EKSPONENSIAL*, (2020), 11(1) [Online]. Available <http://jurnal.fmipa.unmul.ac.id/index.php/exponensial/article/view/650>
- [11] E. Vivas, H. Allende-Cid, and R. Salas, “A systematic review of statistical and machine learning methods for electrical power forecasting with reported mape score,“ *Entropy*. 1-24, 22(12). 2020. [Online]. Available <https://doi.org/10.3390/e22121412>

ANALISIS KESINTASAN WAKTU TUNGGU KERJA PERTAMA LULUSAN SARJANA DENGAN MODEL COX PROPORTIONAL HAZARD BERDASARKAN PRINSIP MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION
SURVIVAL ANALYSIS OF THE FIRST JOB WAITING TIME FOR GRADUATES USING THE COX PROPORTIONAL HAZARD MODEL BASED ON THE MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION PRINCIPLE

Dhea Urfina Zulkifli^{1,a}, Riaman², Kankan Parmikanti³, Bambang Ruswandi⁴

¹Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta [Email: dhea.urfina@uinjkt.ac.id]

²Universitas Padjadjaran [Email: riaman@unpad.ac.id]

³Universitas Padjadjaran [Email: parmikanti@unpad.ac.id]

⁴Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta [Email: bambang.ruswandi@uinjkt.ac.id]

^adhea.urfina@uinjkt.ac.id

ABSTRAK

Setiap lulusan perguruan tinggi tentu saja ingin memperoleh pekerjaan yang diinginkan secepat mungkin. Tetapi dalam kenyataan, karena ketatnya persaingan dalam dunia kerja banyak lulusan memiliki waktu tunggu yang lama untuk memperoleh pekerjaan pertama. Analisis kesintasan dapat digunakan untuk menganalisis waktu tunggu kerja lulusan. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan parameter model *Cox Proportional Hazard* pada waktu tunggu lulusan sarjana Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta dalam memperoleh pekerjaan pertama berdasarkan prinsip *Maximum Likelihood Estimation* dan untuk menjelaskan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap waktu tunggu kerja pertama lulusan tersebut dengan menganalisis variabel jenis kelamin, IPK, dan program studi. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari dokumen fakultas tersebut. Penelitian ini mendapatkan parameter model *Cox Proportional Hazard* pada waktu tunggu kerja pertama lulusan sarjana Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta dalam memperoleh pekerjaan pertama dan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap waktu tunggu kerja pertama lulusan tersebut, yakni IPK dan program studi.

Kata kunci: Analisis kesintasan, *Cox Proportional Hazard*, Waktu tunggu kerja, *Maximum Likelihood Estimation*

ABSTRACT

Every university graduate certainly expects to obtain the desired job as soon as possible. But in reality, because of high competitiveness in job markets many graduates have long waiting time to get a job. Survival analysis can be used to analyse the length of waiting time to obtain the first job. Thus, the objectives of this research are to get Cox Proportional Hazard model parameter on the length of waiting time of the graduate of Faculty of Social and Political Sciences Syarif Hidayatullah State Islamic University Jakarta to obtain the first job based on Maximum Likelihood Estimation principle and to explain factors influencing the graduate's length of waiting time to obtain the first job by analysing the variable of gender, GPA, and study program. Data used in this research are from document of the faculty. The research found Cox Proportional Hazard model parameter on the graduate's length of waiting time to obtain the first job and its significant influential factors, namely GPA and study program.

Keywords: *Survival analysis, Cox Proportional Hazard, Waiting time for job, Maximum Likelihood Estimation*

1. PENDAHULUAN

Salah satu ciri perguruan tinggi yang berkualitas adalah keberhasilannya dalam menghasilkan lulusan (*output*) yang berkualitas dengan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang sesuai dengan bidang keahliannya. Indikator tersebut seringkali dibuktikan dengan daya serap lulusan di dunia kerja dalam durasi waktu yang singkat. Semakin cepat durasi lulusan perguruan tinggi dalam mendapat pekerjaan, semakin berkualitas perguruan tinggi tersebut. Demikian juga, setiap lulusan perguruan tinggi tentunya ingin mendapatkan pekerjaan dengan penghasilan yang layak. Tentu saja waktu tunggu kerja yang pendek adalah dambaan setiap lulusan. Tetapi pada kenyatannya, ketatnya persaingan dunia kerja menyebabkan banyak lulusan yang memiliki waktu tunggu kerja yang lama. Lulusan perguruan tinggi

cenderung memiliki waktu tunggu kerja lebih lama dibandingkan lulusan di bawahnya [1]. Bahkan kadang-kadang tidak sedikit terjadi pengangguran bagi lulusan perguruan tinggi. Apalagi lulusan dari bidang ilmu-ilmu sosial yang jumlahnya banyak di Indonesia.

Terdapat cukup banyak studi yang dilakukan tentang masa tunggu kerja lulusan perguruan tinggi dan faktor-faktor yang memengaruhinya dengan metodenya masing-masing. Studi-studi di berbagai negara juga menunjukkan faktor-faktor yang berbeda. Untuk menyebut beberapa contoh, Biggeri, Bini, dan Grilli [2] menjelaskan faktor karakteristik lulusan, karakteristik perguruan tinggi dan program, sementara Manuel Salas-Velasco [3] menyimpulkan bahwa faktor jenis bidang keahlian, latar belakang sosial ekonomi, dan jenis pekerjaan yang dicari adalah faktor determinannya. Pozzoli [4] menemukan faktor karakteristik lulusan dan bidang keahlian di Itali, sedangkan David Chiavacci [5] menemukan faktor jaringan institusi dan alumni berperan penting dalam mendapatkan pekerjaan di Jepang. Di Indonesia terdapat sejumlah penelitian, seperti Faruk, Amran, dan Nasir [6], Afranda, Wuryandari, dan Ispriyanti [7], Hendra Dukalang [8], dan Kiri dan Atti [9]. Waktu tunggu kerja lulusan sarjana berbeda-beda dan banyak faktor yang memengaruhinya. Faruk, Amran, dan Nasir menyimpulkan pengalaman berorganisasi yang didukung oleh Afranda, Wuryandari, dan Ispriyanti, yang dilengkapi dengan faktor jurusan dan jenis kelamin. Dukalang mengemukakan faktor asal sekolah, informasi lowongan pekerjaan, kesesuaian bidang keahlian, dan pengalaman, sedangkan Kiri dan Atti menemukan faktor masa studi dan IPK. Dengan demikian, faktor-faktor tersebut masih sangat beragam sehingga perlu terus dikaji pada tempat dan model analisis tertentu.

Analisis kesintasan merupakan suatu metode untuk menganalisis data yang berhubungan dengan waktu, yang dimulai dari *start point* hingga terjadinya suatu kejadian (*end point*) dan memerlukan data yang merupakan waktu kesintasan dari suatu individu [10]. Tujuan analisis kesintasan mencakup: Pertama, untuk mengestimasi dan menginterpretasi *survivor* dan/atau fungsi *hazard* dari data kesintasan; Kedua, untuk membandingkan *survivor* dan/atau fungsi *hazard*; Ketiga, untuk menjelaskan pengaruh variabel-variabel tertentu terhadap waktu kesintasan [11].

Salah satu cara analisis data yang dapat digunakan dalam analisis kesintasan adalah regresi *Cox* yang pertama kali dikembangkan oleh David Cox pada tahun 1972. Regresi ini sering digunakan dalam berbagai bidang seperti kesehatan, ekonomi, dan pendidikan yang variabel terikatnya adalah waktu bertahan sampai terjadi peristiwa tertentu [12]. Regresi ini dapat digunakan untuk menganalisis pengaruh berbagai faktor terhadap waktu tunggu kerja lulusan.

Artikel ini bertujuan untuk memperoleh parameter model *Cox Proportional Hazard* pada data waktu tunggu lulusan sarjana Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta dalam memperoleh pekerjaan pertama berdasarkan prinsip *Maximum Likelihood Estimation* dan menjelaskan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap waktu tunggu lulusan sarjana tersebut dalam memperoleh pekerjaan pertama.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan data waktu tunggu kerja lulusan sarjana Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (FISIP) Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah Jakarta yang lulus sidang skripsi pada tahun 2015 yang memperoleh pekerjaan pertama (data tidak tersensor) dan yang belum memperoleh pekerjaan pertama sampai akhir pengumpulan data dilakukan, yakni November 2016 (data tersensor). Sumber datanya adalah dokumen Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (FISIP) Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah Jakarta.

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah waktu tunggu lulusan sarjana FISIP UIN Syarif Hidayatullah Jakarta dalam memperoleh pekerjaan pertamanya yang dihitung dari tanggal lulus sidang skripsi hingga lulusan tersebut memperoleh pekerjaan pertamanya yang dihitung dalam bulan, sedangkan variabel bebas dalam penelitian ini mencakup jenis kelamin, Indeks Prestasi Kumulatif (IPK), dan program studi. Data lengkap disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Variabel Penelitian

	Variabel	Keterangan
Y	Waktu Tunggu Kerja	Numerik
X ₁	Jenis Kelamin	X ₁₍₁₎ : Perempuan
		X ₁₍₀₎ : Laki-laki
X ₂	IPK	X ₂₍₁₎ : IPK < 3

		$X_{2(2)}: 3 \leq \text{IPK} < 3,5$
		$X_{2(0)}: \text{IPK} \geq 3,5$
X_3	Program Studi	$X_{3(1)}: \text{Sosiologi}$
		$X_{3(2)}: \text{Ilmu Politik}$
		$X_{3(0)}: \text{Hubungan Internasional}$

Adapun langkah-langkah penelitian yang dilakukan adalah

1. Menginput data alumni sarjana FISIP UIN Syarif Hidayatullah Jakarta tahun 2015 berupa data jenis kelamin, IPK, program studi, dan waktu tunggu kerja lulusan.
2. Melakukan pengujian asumsi *Proportional Hazard* dengan melakukan pendekatan grafik *Log Minus Log* dan uji *Goodness of Fit*.
3. Setelah asumsi terpenuhi, maka langkah selanjutnya adalah membuat model *Cox Proportional Hazard* awal dengan menggunakan semua variabel bebas yang ada.
4. Melakukan pengujian parameter model awal secara serentak.
5. Melakukan pengujian parameter model awal secara parsial.
6. Membuat model *Cox Proportional Hazard* baru dengan variabel bebas yang berpengaruh secara signifikan terhadap waktu tunggu kerja lulusan secara statistik.
7. Melakukan pengujian parameter model baru secara serentak.
8. Melakukan pengujian parameter model baru secara parsial.
9. Melakukan interpretasi model.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data waktu tunggu kerja pertama lulusan sarjana Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik (FISIP) Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah Jakarta yang lulus sidang skripsi pada tahun 2015. Data tersebut sebanyak 200 orang dengan data tidak tersensor sebanyak 191 orang atau sebesar 95,5% dan data tersensor sebanyak 9 orang atau sebesar 4,5%. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah waktu tunggu kerja lulusan dan variabel bebasnya adalah jenis kelamin, IPK, dan program studi. Deskripsi data setiap variabel yang tersensor dan yang tidak tersensor disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Deskripsi Data Tersensor dan Tidak Tersensor

Variabel	Kategori	Status			
		Event		Sensor	
		Jumlah	Persentase (%)	Jumlah	Persentase (%)
Jenis Kelamin	Perempuan	95	95	5	5
	Laki-laki	96	96	4	4
IPK	$\text{IPK} < 3$	38	95	2	5
	$3 \leq \text{IPK} < 3,5$	119	94,44	7	5,56
	$\text{IPK} \geq 3,5$	34	100	0	0
Program Studi	Sosiologi	25	86,21	4	13,79
	Ilmu Politik	48	100	0	0
	Hubungan Internasional	118	95,93	5	4,07

Rata-rata waktu tunggu kerja pertama lulusan perempuan sedikit lebih cepat dibandingkan rata-rata waktu tunggu kerja pertama lulusan laki-laki. Untuk variabel IPK, semakin tinggi IPK lulusan, maka semakin cepat lulusan mendapatkan pekerjaan pertama. Sedangkan apabila dilihat berdasarkan variabel program studi, lulusan program studi Hubungan Internasional adalah yang paling cepat mendapatkan pekerjaan pertama dibandingkan dengan lulusan program studi Sosiologi dan Ilmu Politik. Data lengkap disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Rata-rata Waktu Tunggu Kerja Lulusan

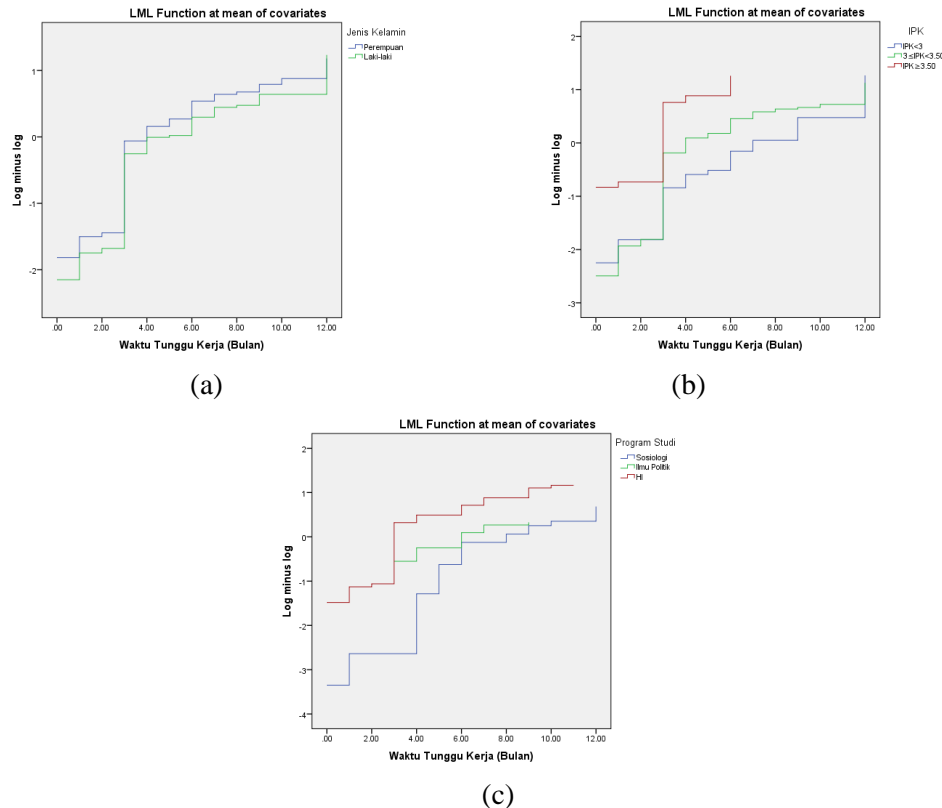
Variabel	Kategori	Jumlah	Persentase (%)	Rata-rata Waktu Tunggu Kerja Lulusan (Bulan)
Jenis Kelamin	Perempuan	100	50	3,758
	Laki-laki	100	50	4,573
IPK	$\text{IPK} < 3$	40	20	5,789

	$3 \leq \text{IPK} < 3,5$	126	63	4,193
	$\text{IPK} \geq 3,5$	34	17	2,265
Program Studi	Sosiologi	29	14,5	6,24
	Ilmu Politik	48	24	6,104
	Hubungan Internasional	123	61,5	2,941

3.2. Asumsi *Proportional Hazard*

3.2.1. Pendekatan Grafik *Log Minus Log (LML)*

Grafik *Log Minus Log* untuk setiap variabel bebas ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Grafik *Log Minus Log* untuk Variabel (a) Jenis Kelamin, (b) IPK, dan (c) Program Studi Pada Gambar 1 terlihat bahwa grafik menunjukkan arah yang cenderung sejajar atau paralel. Artinya, variabel jenis kelamin, IPK, dan program studi *independent* terhadap waktu tunggu kerja pertama lulusan. Akan tetapi, pendekatan grafik *Log Minus Log* mempunyai kelemahan karena cenderung bersifat subjektif. Oleh karena itu, untuk menguatkan asumsi *Proportional Hazard* perlu dilakukan uji *Goodness of Fit (GOF)*.

3.2.2. Uji *Goodness of Fit (GOF)*

Pendekatan pengujian *Goodness of Fit* menyajikan tes statistik dan *p-value* untuk menguji asumsi *Proportional Hazard*. Oleh karena itu, pendekatan ini lebih objektif.

1. Hipotesis:

H_0 : Asumsi *Cox Proportional Hazard* terpenuhi

H_1 : Asumsi *Cox Proportional Hazard* tidak terpenuhi

2. Taraf signifikansi:

$\alpha = 0,05$

3. Kriteria uji:

Tolak H_0 jika *p-value* < α atau nilai χ^2 hitung > nilai χ^2 pada tabel.

4. Keputusan:

Dari tabel distribusi χ^2 diperoleh nilai $\chi^2_{1;0,05} = 3,841$ dengan 1 adalah jumlah parameter β untuk uji *Goodness of Fit* secara parsial dan $\chi^2_{3;0,05} = 7,81$ dengan 3 adalah jumlah parameter β untuk uji *Goodness of Fit* secara serentak [11]. Sebagaimana dilihat pada Tabel 4, H_0 diterima untuk setiap variabel.

Tabel 4 Uji *Goodness of Fit (GOF)*

	χ^2	<i>p-value</i>	Keputusan
Jenis Kelamin	0,21	0,6452	Terima H_0
IPK	2,52	0,1125	Terima H_0
Program Studi	3,76	0,0525	Terima H_0
<i>Global Test</i>	5,93	0,1152	Terima H_0

5. Kesimpulan:

Karena H_0 diterima, maka asumsi *Cox Proportional Hazard* terpenuhi.

3.3. Model Cox Proportional Hazard Awal

Berdasarkan asumsi bahwa semua variabel berpengaruh terhadap model, maka semua variabel dimasukkan ke dalam persamaan (1), sehingga diperoleh model *Cox Proportional Hazard* awal, yakni:

$$h(t, \mathbf{X}) = h_0(t) \exp(-0,02X_1 - 1,034X_{2(1)} - 0,715X_{2(2)} - 0,918X_{3(1)} - 0,653X_{3(2)}) \quad (1)$$

dengan:

$h_0(t)$: fungsi *baseline hazard* yang menggambarkan model *hazard* ketika semua variabel bebasnya bernilai nol

X_1 : variabel bebas jenis kelamin untuk kategori perempuan dengan kategori laki-laki sebagai pembandingnya ($X_{1(0)}$)

$X_{2(1)}$: variabel bebas IPK untuk kategori IPK kurang dari 3 dengan kategori IPK lebih besar atau sama dengan 3,5 sebagai pembandingnya ($X_{2(0)}$)

$X_{2(2)}$: variabel bebas IPK untuk kategori IPK antara sama dengan 3 sampai kurang dari 3,5 dengan kategori IPK lebih besar atau sama dengan 3,5 sebagai pembandingnya ($X_{2(0)}$)

$X_{3(1)}$: variabel bebas program studi untuk kategori Sosiologi dengan kategori Hubungan Internasional sebagai pembandingnya ($X_{3(0)}$)

$X_{3(2)}$: variabel bebas program studi untuk kategori Ilmu Politik dengan kategori Hubungan Internasional sebagai pembandingnya ($X_{3(0)}$)

3.4. Pengujian Parameter Model Cox Proportional Hazard Awal

3.4.1. Pengujian Secara Serentak

Pengujian parameter model awal *Cox Proportional Hazard* secara serentak dilakukan dengan menggunakan uji *Likelihood Ratio*.

1. Hipotesis:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$$

$$H_1: \text{Minimal terdapat satu } \beta_i \neq 0, i = 1,2,3,4,5$$

Yang artinya:

H_0 : Tidak terdapat variabel bebas yang berpengaruh terhadap variabel terikat secara signifikan

H_1 : Paling tidak terdapat satu variabel bebas yang berpengaruh terhadap variabel terikat secara signifikan

2. Taraf signifikansi:

$$\alpha = 0,05$$

3. Statistik uji:

$$G = -2 \ln L_0 - (-2 \ln L_5)$$

4. Kriteria uji:

Tolak H_0 apabila nilai $G > \chi^2_{p;\alpha}$ dengan p adalah jumlah parameter β , atau nilai $sign < \alpha = 0,05$.

5. Keputusan:

Dengan bantuan SPSS, didapat nilai $-2 \ln L_0 = 1768,938$ dan $-2 \ln L_5 = 1729,3$ sehingga didapat nilai statistik uji G adalah

$$G = -2 \ln L_0 - (-2 \ln L_5) = 1768,938 - 1729,3 = 39,638$$

Dari tabel distribusi χ^2 diperoleh nilai $\chi^2_{5;0,05} = 11,07$. Karena $G = 39,638 > \chi^2_{5;0,05} = 11,07$ dan nilai $sign = 1 \times 10^{-7} < \alpha = 0,05$, maka H_0 ditolak.

6. Kesimpulan:

Karena H_0 ditolak, maka paling tidak terdapat satu variabel bebas dari persamaan yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat.

3.4.2. Pengujian Secara Parsial

Pengujian parameter model awal *Cox Proportional Hazard* secara parsial dilakukan dengan menggunakan uji *Wald*.

1. Hipotesis:

$$H_0: \beta_i = 0, i = 1,2,3,4,5$$

$$H_1: \beta_i \neq 0, i = 1,2,3,4,5$$

Yang artinya:

H_0 : Variabel ke- i tidak berpengaruh secara signifikan

H_1 : Variabel ke- i berpengaruh secara signifikan

2. Taraf signifikansi:

$$\alpha = 0,05$$

3. Statistik uji:

$$W_i = \left[\frac{\hat{\beta}_i}{SE(\hat{\beta}_i)} \right]^2$$

4. Kriteria uji:

Tolak H_0 apabila nilai $W_i > \chi^2_{1;\alpha}$ dengan 1 adalah jumlah parameter β , atau nilai $sign < \alpha = 0,05$.

5. Keputusan:

Dari tabel distribusi χ^2 diperoleh nilai $\chi^2_{1;0,05} = 3,841$. Sebagaimana dilihat pada Tabel 5, H_0 diterima untuk variabel X_1 dan ditolak untuk variabel $X_{2(1)}, X_{2(2)}, X_{3(1)}, X_{3(2)}$.

Tabel 5 Pengujian Parameter Model Awal Secara Parsial

Variabel	$\hat{\beta}_i$	$SE(\hat{\beta}_i)$	W_i	<i>Sign</i>	Keputusan
X_1	-0,02	0,154	0,017	0,89658	Terima H_0
$X_{2(1)}$	-1,034	0,254	16,598	0,00005	Tolak H_0
$X_{2(2)}$	-0,715	0,206	12,079	0,00051	Tolak H_0
$X_{3(1)}$	-0,918	0,227	16,279	0,00005	Tolak H_0
$X_{3(2)}$	-0,653	0,181	13,009	0,00031	Tolak H_0

6. Kesimpulan:

Karena H_0 diterima untuk variabel X_1 , maka variabel X_1 tidak berpengaruh secara signifikan terhadap waktu tunggu kerja lulusan. Akan tetapi, H_0 ditolak untuk variabel $X_{2(1)}, X_{2(2)}, X_{3(1)}$, dan $X_{3(2)}$, maka variabel $X_{2(1)}, X_{2(2)}, X_{3(1)}$, dan $X_{3(2)}$ berpengaruh secara signifikan terhadap waktu tunggu kerja lulusan.

3.5. Model *Cox Proportional Hazard* Baru

Dari hasil pengujian secara serentak dan parsial diketahui bahwa variabel bebas yang berpengaruh secara signifikan terhadap waktu tunggu kerja pertama lulusan adalah IPK dan program studi, sehingga diperoleh model *Cox Proportional Hazard* baru, yakni:

$$h(t, \mathbf{X}) = h_0(t) \exp(-1,026X_{2(1)} - 0,71X_{2(2)} - 0,919X_{3(1)} - 0,649X_{3(2)}) \quad (2)$$

dengan:

$h_0(t)$: fungsi *baseline hazard* yang menggambarkan model *hazard* ketika semua variabel bebasnya bernilai nol

$X_{2(1)}$: variabel bebas IPK untuk kategori IPK kurang dari 3 dengan kategori IPK lebih besar atau sama dengan 3,5 sebagai pembandingnya ($X_{2(0)}$)

$X_{2(2)}$: variabel bebas IPK untuk kategori IPK antara sama dengan 3 sampai kurang dari 3,5 dengan kategori IPK lebih besar atau sama dengan 3,5 sebagai pembandingnya ($X_{2(0)}$)

$X_{3(1)}$: variabel bebas program studi untuk kategori Sosiologi dengan kategori Hubungan Internasional sebagai pembandingnya ($X_{3(0)}$)

$X_{3(2)}$: variabel bebas program studi untuk program studi Ilmu Politik dengan program studi Hubungan Internasional sebagai variabel pembandingnya ($X_{3(0)}$)

3.6. Pengujian Parameter Model *Cox Proportional Hazard* Baru

3.6.1. Pengujian Secara Serentak

Pengujian parameter model *Cox Proportional Hazard* baru secara serentak dilakukan dengan menggunakan uji *Likelihood Ratio*.

1. Hipotesis:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$$

$$H_1: \text{Minimal terdapat satu } \beta_i \neq 0, i = 1,2,3,4$$

Yang artinya:

H_0 : Tidak ada variabel yang berpengaruh secara signifikan

H_1 : Paling tidak ada satu variabel yang berpengaruh secara signifikan

2. Taraf signifikansi:

$$\alpha = 0,05$$

3. Statistik uji:

$$G = -2 \ln L_0 - (-2 \ln L_4)$$

4. Kriteria uji:

Tolak H_0 apabila nilai $G > \chi_{p,\alpha}^2$ dengan p adalah jumlah parameter β , atau nilai $sign < \alpha = 0,05$.

5. Keputusan:

Dengan bantuan SPSS, didapat nilai $-2 \ln L_0 = 1768,938$ dan $-2 \ln L_4 = 1729,316$. Sehingga didapat nilai statistik uji G adalah

$$G = -2 \ln L_0 - (-2 \ln L_4) = 1768,938 - 1729,316 = 39,622$$

Dari tabel distribusi χ^2 diperoleh nilai $\chi_{4,0,05}^2 = 9,488$. Karena $G = 39,622 > \chi_{5,0,05}^2 = 9,49$ dan nilai $sign = 2 \times 10^{-8} < \alpha = 0,05$, maka H_0 ditolak.

6. Kesimpulan:

Karena H_0 ditolak, maka paling tidak terdapat satu variabel bebas dari persamaan yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel terikat.

3.6.2. Pengujian Secara Parsial

Pengujian parameter model *Cox Proportional Hazard* baru secara parsial dilakukan dengan menggunakan uji *Wald*.

1. Hipotesis:

$$H_0 : \beta_i = 0, i = 1,2,3,4$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0, i = 1,2,3,4$$

Yang artinya:

H_0 : Variabel ke- i tidak berpengaruh secara signifikan

H_1 : Variabel ke- i berpengaruh secara signifikan

2. Taraf signifikansi:

$$\alpha = 0,05$$

3. Statistik uji:

$$W_i = \left[\frac{\hat{\beta}_i}{SE(\hat{\beta}_i)} \right]^2$$

4. Kriteria uji:

Tolak H_0 apabila nilai $W_i > \chi_{1,\alpha}^2$ dengan 1 adalah jumlah parameter β , atau nilai $sign < \alpha = 0,05$.

5. Keputusan:

Dari tabel distribusi χ^2 diperoleh nilai $\chi_{1,0,05}^2 = 3,841$. Sebagaimana dilihat pada Tabel 6, H_0 ditolak untuk setiap variabel.

Tabel 6 Pengujian Parameter Model Baru Secara Parsial

Variabel	$\hat{\beta}_i$	$SE(\hat{\beta}_i)$	W_i	<i>Sign</i>	Keputusan
$X_{2(1)}$	-1,026	0,247	17,288	0,00003	Tolak H_0
$X_{2(2)}$	-0,710	0,201	12,455	0,00042	Tolak H_0
$X_{3(1)}$	-0,919	0,227	16,382	0,00005	Tolak H_0
$X_{3(2)}$	-0,649	0,179	13,194	0,00028	Tolak H_0

6. Kesimpulan:

Karena H_0 ditolak untuk setiap variabel, maka setiap variabel berpengaruh secara signifikan terhadap waktu tunggu kerja pertama lulusan.

Oleh karena itu, Persamaan (2) yakni $h(t, \mathbf{X}) = h_0(t) \exp(-1,026X_{2(1)} - 0,71X_{2(2)} - 0,919X_{3(1)} - 0,649X_{3(2)})$ merupakan model *Cox Proportional Hazard* terbaik.

3.7. Interpretasi Model *Cox Proportional Hazard* Terbaik

Hazard Ratio merupakan perbandingan *hazard* antar kategori pada setiap variabel. Nilai *Hazard Ratio* pada variabel IPK dan program studi disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 *Hazard Ratio* pada Setiap Variabel

Variabel	<i>Hazard Ratio</i>
$X_{2(1)}$	0,358
$X_{2(2)}$	0,492
$X_{3(1)}$	0,399
$X_{3(2)}$	0,523

Berdasarkan Tabel 1 dan 7, maka interpretasi terhadap model *Cox Proportional Hazard* yang terbaik adalah sebagai berikut:

1. *Hazard* lulusan yang memiliki IPK kurang dari 3 adalah 0,358 kali *hazard* lulusan yang memiliki IPK lebih besar atau sama dengan 3,5, maka lulusan yang memiliki IPK lebih besar atau sama dengan 3,5 memiliki kecenderungan untuk memperoleh pekerjaan pertama yang lebih cepat dibandingkan dengan lulusan yang memiliki IPK kurang dari 3. Selain itu, *hazard* lulusan yang memiliki IPK antara sama dengan 3 sampai kurang dari 3,5 adalah 0,492 kali *hazard* lulusan yang memiliki IPK lebih besar atau sama dengan 3,5, maka lulusan yang memiliki IPK lebih besar atau sama dengan 3,5 memiliki kecenderungan untuk memperoleh pekerjaan pertama yang lebih cepat dibandingkan dengan lulusan yang memiliki IPK antara sama dengan 3 sampai kurang dari 3,5.
2. *Hazard* lulusan program studi Sosiologi adalah 0,399 kali *hazard* lulusan program studi Hubungan Internasional, maka lulusan program studi Hubungan Internasional memiliki kecenderungan untuk memperoleh pekerjaan pertama yang lebih cepat dibandingkan dengan lulusan program studi Sosiologi. Selain itu, *hazard* lulusan program studi Ilmu Politik adalah 0,523 kali *hazard* lulusan program studi Hubungan Internasional, maka lulusan program studi Hubungan Internasional memiliki kecenderungan untuk memperoleh pekerjaan pertama yang lebih cepat dibandingkan dengan lulusan program studi Ilmu Politik.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa parameter *Cox Proportional Hazard* pada waktu tunggu lulusan sarjana Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta dalam memperoleh pekerjaan pertama adalah $-1,026$ untuk $X_{2(1)}$ yang merupakan variabel bebas IPK untuk kategori IPK kurang dari 3 dengan kategori IPK lebih besar atau sama dengan 3,5 sebagai pembandingnya ($X_{2(0)}$), $-0,71$ untuk $X_{2(2)}$ yang merupakan variabel bebas IPK untuk kategori IPK antara sama dengan 3 sampai kurang dari 3,5 dengan kategori IPK lebih besar atau sama dengan 3,5 sebagai pembandingnya ($X_{2(0)}$), $-0,919$ untuk $X_{3(1)}$ yang merupakan variabel bebas program studi untuk kategori Sosiologi dengan kategori Hubungan Internasional sebagai pembandingnya ($X_{3(0)}$), dan $-0,649$ untuk $X_{3(2)}$ yang merupakan variabel bebas program studi untuk kategori Ilmu Politik dengan kategori Hubungan Internasional sebagai pembandingnya ($X_{3(0)}$). Lulusan sarjana dengan IPK lebih besar atau sama dengan 3,5 dan program studi Hubungan Internasional cenderung memiliki waktu tunggu kerja yang singkat. Artikel ini menemukan bahwa faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap waktu tunggu lulusan sarjana dalam memperoleh pekerjaan pertama pada fakultas dimaksud adalah IPK dan program studi.

Studi ini merekomendasikan bahwa pada masa yang akan datang diperlukan penelitian yang menguji variabel yang lebih kompleks, seperti keikutsertaan kursus, pelatihan, dan kegiatan-kegiatan Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM), serta mengambil data dari berbagai fakultas dan program studi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih banyak kepada *editor-in-chief* jurnal dan *reviewer* yang telah memberikan masukan yang konstruktif sehingga artikel ini layak dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Friska, M. 2021, "Analisis Survival Lama Mencari Kerja di Indonesia," *Median*, 4 pp: 35-46.



- [2] Biggeri, L, Bini, M, and Grilli, L. 2001. "Transition from University to Work: A Multilevel Approach to the Analysis of Time to Obtain the First job," *Journal of Royal Statistic Society*, 161, (4), pp: 293-305.
- [3] Salas-Velasco, M. 2007, "The Transition from Higher Education to Employment in Europe: The Analysis of the Time to Obtain the First Job," *Higher Education*, 54, pp: 333-360, DOI 10.1007/s10734-006-9000-1.
- [4] Pozzoli, D. 2009, "The Transition to Work for Italian University Graduates," *Labor*, 23, (1), pp: 131-169.
- [5] Chiavacci, D. 2005, "Transition from University to Work under Transformation: The Changing Role of Institutional and Alumni Networks in Contemporary Japan," *Social Science Japan Journal*, 8, (1) pp: 19-41.
- [6] Faruk, A., Amran, A. dan Nasir, N. 2014, "Aplikasi Model Proportional Hazard Cox pada Waktu Tunggu Kerja Lulusan Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya," *Jurnal Penelitian Sains*, 17 (1) pp: 5-8.
- [7] Afranda, O., Wuryandari, T. dan Ispriyanti, D. 2015, "Analisis Regresi Kegagalan Proporsional Dari Cox pada Data Waktu Tunggu Sarjana dengan Sensor Tipe I (Studi Kasus di Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro)," *Jurnal Gaussian*, 4 (3), pp: 621-630.
- [8] Dukalang, H. 2019, "Analisis Regresi Cox Proportional Hazard pada Pemodelan Waktu Tunggu Mendapat Pekerjaan," *Jombura Journal of Mathematics*, 1, (1), pp: 36-42.
- [9] Kiri, T.P dan Atti, A. 2021, "Pengaruh IPK dan Masa Studi terhadap Waktu Tunggu Mendapatkan Pekerjaan," *Jurnal Diferensial*, 3, (1), pp: 1-12.
- [10] Collet, D. 1994, *Modelling Survival Data in Medical Research*. London: Chapman and Hall.
- [11] Kleinbaum, D. G. dan Klein, M. 2012, *Survival Analysis: A Self-learning Text*. New York: Springer.
- [12] Dahlan, M. S. 2012, *Analisis Survival: Dasar-dasar Teori & Aplikasi dengan Program SPSS*. Jakarta: Epidemiologi Indonesia.