



Rekonstruksi dan Analisis Matematis Logo *Chequered Card* Olimpiade Tokyo 2020 Menggunakan GeoGebra

Rukmono Budi Utomo

Universitas Muhammadiyah Tangerang, Tangerang, Indonesia

rukmono.budi.u@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Logo olimpiade Tokyo 2020 bertemakan chequered card yakni susunan petak-petak harmonis. Logo ini diciptakan oleh Asao Takolo, sekaligus perancang logo paralimpiade. Penelitian ini bertujuan untuk merekonstruksi logo olimpiade Tokyo 2020 dan melakukan analisis matematis terhadap logo tersebut. Penelitian ini merupakan penelitian kajian pustaka yang mengkaji logo olimpiade Tokyo 2020 dari segi matematika dengan menggunakan bantuan perangkat lunak GeoGebra. Fakta yang diberikan adalah logo olimpiade Tokyo tersusun atas 3 bidang atau petak yang berbeda bentuk yakni persegi, persegi panjang besar dan persegi panjang kecil dengan jumlah bidang sebanyak 45 buah. Hasil penelitian secara 2 dimensi mengungkapkan bahwa logo olimpiade Tokyo berupa cincin dengan bagian dalam dan bagian luar berupa bidang segi 12. Selain itu ditemukan bentuk bangun dimensi dua yaitu persegi dan persegi panjang.

Kata Kunci: GeoGebra; Geometri; Logo Olimpiade; Matematika; Olimpiade Tokyo

Abstract

Reconstruction and Mathematical Analysis of the Tokyo 2020 Olympics Checkered Card Logo Using GeoGebra. The Tokyo 2020 Olympics logo has a checked card theme, which is a harmonious arrangement of tiles. This logo was created by Asao Takolo, as well as the designer of the paralympic logo. This study aims to reconstruct the Tokyo 2020 Olympic logo and perform a mathematical analysis of the logo. This research is a literature review that examines the Tokyo 2020 Olympic logo in terms of mathematics using the GeoGebra software. The fact given is that the Tokyo Olympics logo is composed of 3 fields or plots of different shapes, namely a square, a large rectangle and a small rectangle with a total of 45 fields. The results of the 2-dimensional study revealed that the Tokyo Olympic logo

was in the form of a ring with the inside and the outside in the form of a 12-sided plane. In addition, two-dimensional shapes were found, namely square and rectangular.

Keywords: GeoGebra; Geometry; Mathematics; Olympic logo; Tokyo Olympics

Pendahuluan

Olimpiade musim panas merupakan ajang olahraga musim panas internasional yang pertama kali diselenggarakan pada tahun 1896. Olimpiade ini diselenggarakan oleh Komite Olimpiade Internasional (IOC) dan dilaksanakan setiap empat tahun sekali. Meskipun dimulai sejak tahun 1896, tetapi pemberian medali kepada para juara disetiap cabang olahraga baru dilaksanakan pada olimpiade tahun 1904. Medali ini meliputi medali emas untuk juara pertama, medali perak untuk juara kedua, dan medali perunggu untuk juara ketiga (Ikeda, 2020).

Olimpiade tahun 2020 diselenggarakan di Kota Tokyo, Jepang. Olimpiade ini sebenarnya dijadwalkan pada tanggal 24 Juli sampai 9 Agustus 2020, namun ditunda satu tahun karena pandemi virus Corona-19 (Hoang, Al-Tawfiq, & Gautret, 2020; Macnaughtan, 2020; Sato, Oshimi, Bizen, & Saito, 2020). Pada akhirnya olimpiade 2020 ini dibuka pada tanggal 23 Juli 2021 oleh Kaisar Naruhito dan ditutup pada tanggal 8 Agustus 2021. Kota Tokyo terpilih sebagai tuan rumah olimpiade tahun 2020 dalam sidang Komite Olimpiade Internasional (IOC) ke 125 di Buenos Aires, Argentina pada tanggal 7 September 2013. Pada olimpiade Tokyo 2020, Jepang mengambil motto *United by Emotion* atau "Disatukan dalam emosi" dengan jumlah negara sebanyak 205 negara (Holthus, Gagné, Manzenreiter, & Waldenberger, 2020) dengan jumlah 86 negara yang mendapat medali (Horne & Whannel, 2020). Motto "Disatukan dalam emosi" memberi arti bahwa manusia itu beragam dan kemudian ketika mereka membagikan emosi mereka (lewat pertandingan), mereka akan menjadi satu (Honjo, Seo, Yamasaki, Tsunematsu, Yokoyama, Yamato, & Mikami, 2018; Gerrett, Kingma, Sluijter, & Daanen, 2019).

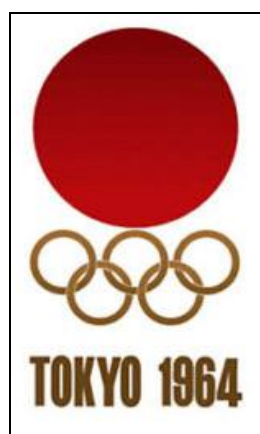
Pada awalnya, logo untuk olimpiade Tokyo 2020 ini adalah logo yang didesain oleh seniman Jepang bernama Kenjiro Sano pada tanggal 24 Juli 2015. Logo tersebut merupakan perpaduan implisit huruf "T" yang merupakan huruf awalan dari "Tokyo" dan sebuah lingkaran merah yang terinspirasi dari bendera Jepang (Liu, 2017; Liu-Farrer, 2020). Adapun logo yang dimaksud tertera pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Logo Awal Olimpiade Tokyo 2020 Karya Kenjiro Sano

Sumber: <https://olympics.com>

Logo pada Gambar 1 rupanya dipandang memiliki kemiripan dengan logo atau emblem sebuah teater di *Liege*, Belgia ciptaan desainer Olivier Debie yang diciptakannya pada tahun 2013 (Tamari, 2020). Padahal menurut Kenjiro Sano, desain yang diciptakannya didasarkan sebagai penghormatan pada lambang olimpiade Tokyo 1964. Sekadar informasi, Olimpiade Tokyo 1964 merupakan momentum besar yang digunakan Negara Jepang untuk menunjukkan bahwa negara tersebut telah bangkit dari akibat Perang Dunia Kedua. Olimpiade Tokyo 1964 tersebut dikatakan oleh PM Jepang saat itu Shinzo Abe seperti yang dikutip *Wall Street Journal* edisi Maret 2016 diselenggarakan 14 tahun setelah berakhirnya Perang Dunia Kedua (Williams, 2017). Logo olimpiade Tokyo 1964 yang dimaksudkan disini dapat dilihat pada Gambar 2 dan emblem *Theatre De Liege* dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 2. Logo Olimpiade Tokyo 1964

Sumber: <https://olympics.com>

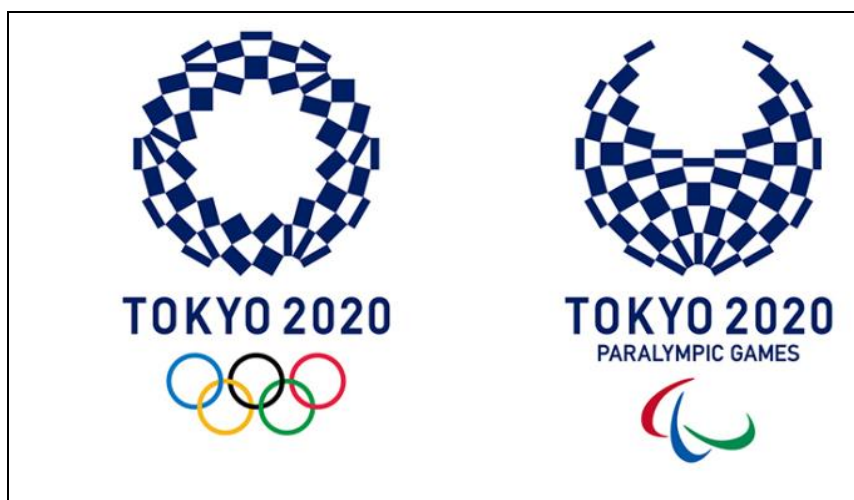


Gambar 3. Logo Teater *De Liege*

Sumber: <https://olympics.com>

Apabila dilihat sekilas dengan membandingkan Gambar 1 dan Gambar 3, maka pada Gambar 1 terlihat secara implisit huruf “T” yang dimaksudkan sebagai “Tokyo”, “Tomorrow” dan “Team” sama dengan implisit huruf “T” pada Gambar 3 yang dimaksudkan sebagai “Theatre”. Lebih lanjut lingkaran merah disudut kanan atas pada Gambar 1 di atas menyimbolkan detak jantung, bendera Jepang dan dunia terbuka untuk menerima sesamanya. Lingkaran merah ini diinspirasi dari lingkaran merah pada logo olimpiade Tokyo 1964 seperti yang pada Gambar 2. Sebenarnya panitia olimpiade sudah memverifikasi logo 1 di atas aman dari masalah hak cipta terhadap logo lain yang mungkin sudah ada di dunia dan dapat digunakan sebagai logo olimpiade Tokyo 2020, meski kemudian tanggal 1 September 2015 panitia lokal olimpiade Tokyo memutuskan untuk membatalkan logo tersebut (Wu, Graw, & Matzarakis, 2020).

Setelah logo 1 dibatalkan, panitia Olimpiade memperkenalkan logo baru yang berwujud desain tradisional Jepang pada Senin, 25 April 2016 atau 7 bulan setelah dibatalkannya logo lama. Logo baru tersebut diciptakan oleh seniman Tokyo yang bernama Asao Takolo. Logo yang Asao ciptakan merupakan tatanan petak-petak harmonis (*chequered*) yang diadopsi atau dikenal dengan “*Ichimatsu Moyo*” pada zaman Edo. Logo ini memberi arti “*Unity in Diversity*” atau “Persatuan dalam Keragaman” (Yamamura, & Tsutsui, 2020). Logo yang diciptakan oleh Asao dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini dan digunakan secara resmi pada olimpiade dan paralimpiade Tokyo 2020.



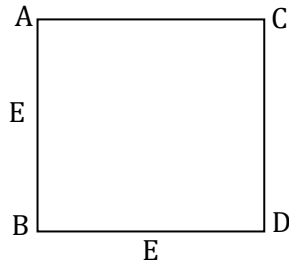
Gambar 4. (Kiri-Kanan) Logo Olimpiade dan Paralimpiade Tokyo 2020

Sumber: <https://olympics.com>

Apabila dilihat pada Gambar 4 di atas, terlihat susunan petak-petak (*chequered*) yang harmonis pada logo olimpiade dan paralimpiade Tokyo 2020. Dalam artikel ini, penulis mencoba melakukan sedikit analisis matematis terhadap logo olimpiade Tokyo 2020 tersebut dikarenakan penulis meyakini bahwa susunan petak-petak harmonis tersebut berukuran sedemikian rupa sehingga dapat dibentuk logo dari keteraturan tatanan petak-petak tersebut. Penulis meyakini susunan petak-petak dalam kedua logo tersebut memberikan suatu pola atau *pattern* yang teratur sedemikian hingga susunan petak-petak tersebut menjadi susunan yang harmonis. Analisis matematis yang dilakukan sangatlah sederhana yakni hanya menghitung panjang dan lebar dari tiap bidang segi empat dan sedikit membutuhkan aplikasi teorema Pitagoras. Pada artikel ini, analisis yang dilakukan hanyalah logo dari olimpiade Tokyo 2020 saja, hal ini dikarenakan pembahasan analisis matematis terhadap logo ini sudah cukup banyak yang dapat diuraikan. Langkah selanjutnya yang dilakukan untuk menganalisis logo olimpiade Tokyo 2020 secara matematis ialah dengan mempelajari desain asli Logo olimpiade Tokyo 2020 buatan Asao Takolo yang penulis ambil dari situs olympics.com.

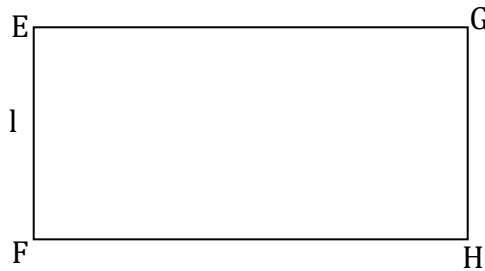
Landasan Teori

Sebuah bidang persegi dengan titik sudut A, B, C, D seperti dalam Gambar 5 ini memiliki panjang sisi e . Untuk menghitung luas persegi tersebut dapat menggunakan rumus $L = e^2$ (Sommerville, 2020).



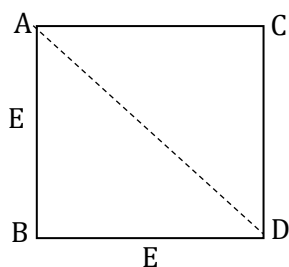
Gambar 5. Persegi A,B,C,D dengan Panjang Sisi e

Selanjutnya, diberikan bidang persegi panjang dengan titik sudut E, F, G, H dengan panjang p dan lebar l, maka untuk menghitung luas bidang persegi panjang tersebut dapat dilakukan dengan formula $L = p.l$. Ilustrasi bidang persegi panjang tersebut dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6. Persegi panjang E,F,G,H dengan Panjang Sisi p dan Lebar Sisi l

Perhatikan kembali Gambar 5 di atas. Apabila dibarikan garis yang menghubungkan titik A dan D, maka akan terbentuk segitiga siku siku dengan titik sudut A, B, D, dan untuk menghitung panjang diagonal AD dapat dengan mudah menggunakan formulasi Pythagoras (Ghosh, Gupta, & Som, 2021) dan diperoleh panjang AD tersebut adalah $AD = \sqrt{2}e$ (Hilbert, & Cohn-Vossen, 2021). Lebih lanjut, untuk menghitung bidang segitiga A, B, D dapat dengan mudah menggunakan formulasi $L = \frac{1}{2}e^2$ (Heltai, Bangerth, Kronbichler, & Mola, 2021; Cecotti, 2020). Ilustrasi penambahan garis AD sehingga menghasilkan bidang segitiga ABD dapat dilihat pada Gambar 7 dibawah ini.



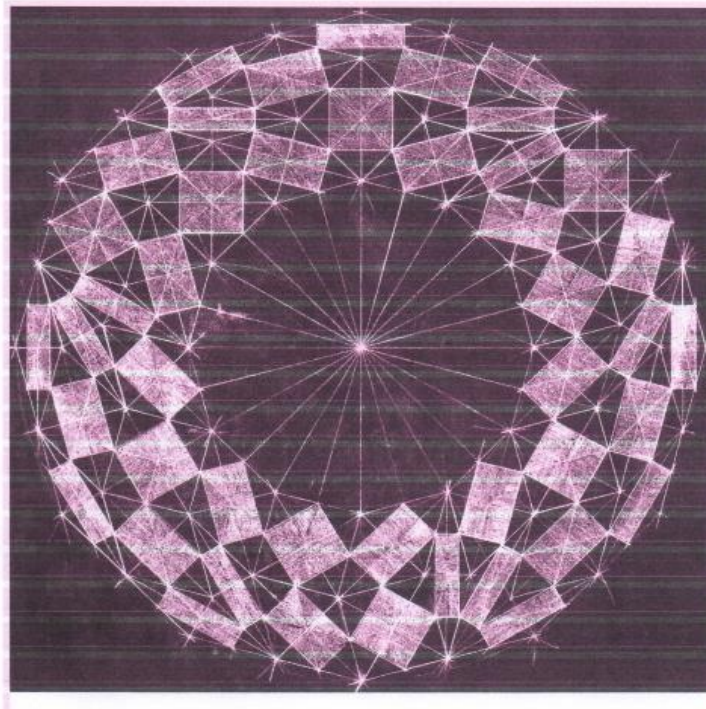
Gambar 7. Persegi A,B,C,D dengan Garis Diagonal AD

Metode

Metode yang dilakukan dalam kajian atau penelitian ini adalah kajian pustaka dengan mempelajari desain logo olimpiade Tokyo 2020 yang diciptakan oleh Asao Takolo. Penelitian ini dikatakan sebagai kajian pustaka dikarenakan penulis mengkaji kembali (kajian) sesuatu hal yang telah ada (pustaka) namun dari sudut pandang yang berbeda. Lebih lanjut, Asao Takolo mengkreasikan 45 bidang segi empat yang tersusun dari 3 bidang yang berbeda-beda sedemikian sehingga menjadi sebuah pola teratur berbentuk bidang segi-12 yang digunakan pada logo olimpiade Tokyo 2020. Hal yang dipelajari disini antara lain mengukur berapa panjang dan lebar bidang tersebut sedemikian sehingga memungkinkan untuk ditata menjadi suatu pola teratur seperti yang terlihat pada Gambar 5. Pehitungan untuk mendapatkan panjang dan lebar bidang-bidang segi empat cukup menggunakan teori Pythagoras saja sebenarnya, namun bagian yang sedikit sulit adalah melakukan analisisnya. Lebih lanjut dari pada itu terdapat bahasan lain mengenai logo tersebut misalnya menghitung bidang-bidang yang terbentuk dari pertemuan garis singgung titik bidang dan sebagainya. Pada penelitian ini penulis juga menggunakan bantuan perangkat lunak GeoGebra sebagai bantuan dalam melakukan analisis logo olimpiade Tokyo 2020 tersebut sekaligus untuk melakukan rekonstruksinya.

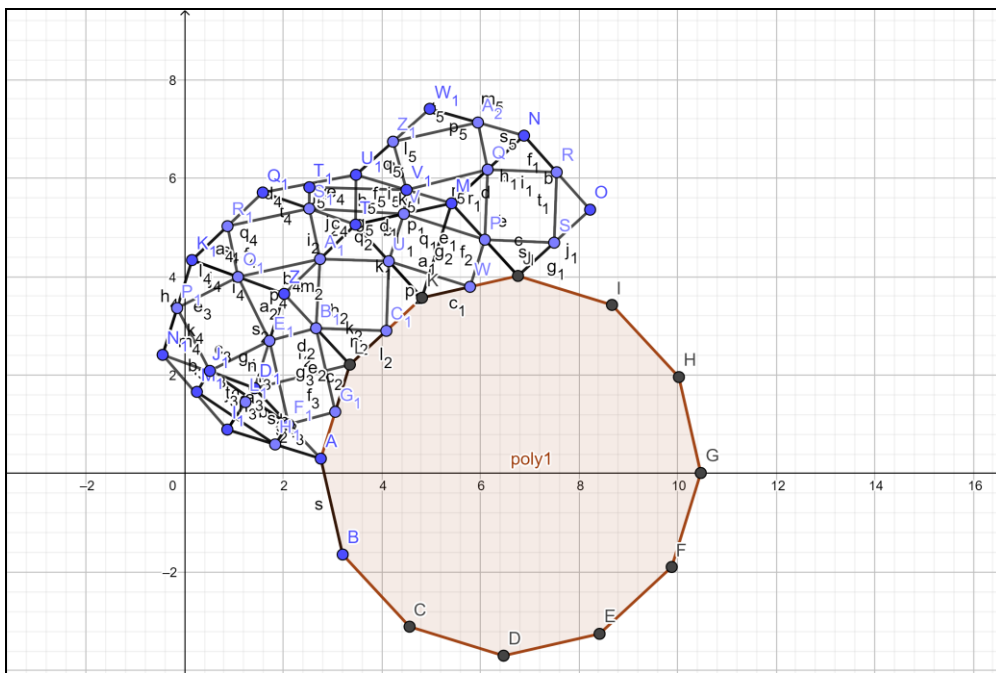
Hasil dan Pembahasan

Pada bagian ini langkah yang akan dilakukan adalah mengamati terlebih dahulu logo olimpiade Tokyo yang dibuat oleh Asao Takolo. Logo ini dibuat dengan menggunakan tangan atau secara manual dengan menghubungkan 3 bidang yang berbeda yakni persegi, persegi panjang besar dan persegi panjang kecil dan menghapus garis-garis terusan bagian luar. Jumlah bidang ini sebanyak 45 buah dan disusun sedemikian hingga berbentuk bidang segi 12 pada bagian dalam dan luar logonya. Desain logo yang dibuat Asao Takolo dapat dilihat pada Gambar 8 berikut ini.



Gambar 8. Desain Olimpiade Tokyo Buatan Asao Takolo
Sumber: <https://olympics.com>

Setelah memperhatikan Gambar 8, hal selanjutnya adalah dengan menetapkan bahwa gambar tersebut secara 2 dimensi merupakan bidang yang berbentuk cincin atau ring yang tersusun atas bidang segi 12 kecil bagian dalam dan bidang segi 12 bagian besar bagian luar. Panjang sisi segi 12 bagian dalam adalah 2 cm dan panjang sisi segi 12 bagian luar adalah 4 cm. Pengukuran sehingga diperoleh panjang sedemikian seperti itu diperoleh dengan melakukan pengukuran bidang persegi yang memuat bidang persegi didalamnya. Bidang persegi tersebut memiliki panjang sisi 2 cm dan panjang sisi persegi yang ada di dalam adalah $\sqrt{2}$ cm dengan panjang diagonal 2 cm. Atas alasan ini pula, sisi segi 12 kecil atau bagian dalam memiliki panjang 2 cm dan panjang sisi segi 12 bagian luar adalah 2 kali sisi segi 12 bagian dalam yakni 4 cm. Proses rekonstruksi perhatikan gambar berikut.

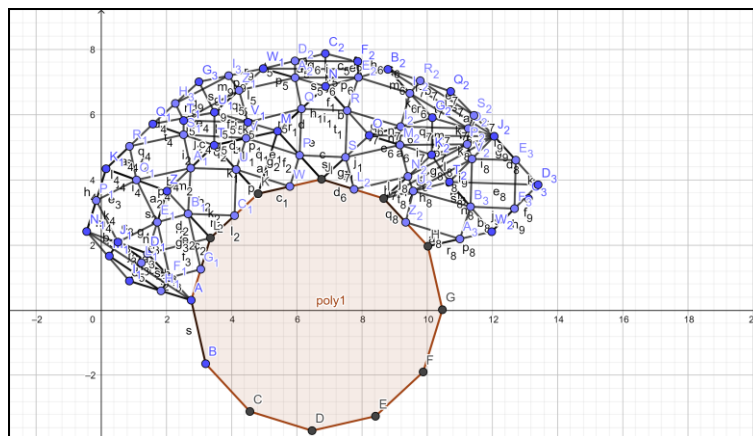


Gambar 9. Proses Rekonstruksi Tahap 1 Logo Olimpiade Tokyo 2020

Pada Gambar 9 di atas dapat dijelaskan sebagai berikut. Langkah pertama adalah menggambar segi 12 bagian dalam dengan panjang sisi 2 cm. Hal ini dipilih dengan beberapa alasan. Alasan pertama adalah untuk memudahkan perhitungan (Bhagat, & Chang, 2015; Reynolds, & Fenton, 2021). Dapat lihat bahwa apabila panjang sisi segi 12 bagian dalam berukuran 2 cm, maka panjang sisi segi 12 bagian luar adalah dua kalinya yakni 4 cm, dengan demikian ukurannya proporsional. Alasan kedua, dengan ditentukannya ukuran ini, panjang sisi persegi luar yang berada tepat pada bagian atas bidang segi 12 tersebut juga otomatis memiliki panjang 2 cm dan panjang digonalnya $2\sqrt{2}$ cm. Hal ini memudahkan mencari ukuran bidang persegi (petak) harmonis yang pada akhirnya ukuran petak persegi harmonis tersebut berukuran $\sqrt{2}$ cm. Dari penetapan ukuran awal ini, maka bidang-bidang petak harmonis yang lain dapat dicari (Hohenwarter, & Jones, 2007; Widada, Herawaty, Nugroho, & Anggoro, 2021). Sebenarnya ukuran berapapun mungkin bisa tinggal selanjutnya menyesuaikan saja skalanya (Abánades, Botana, Kovács, Recio, & Sólyom-Gecse, 2016; Pamungkas, Rahmawati, & Dinara, 2020). Langkah kedua, dalam bidang persegi tersebut, ternyata terdapat bidang persegi lagi didalamnya (*chequered card*) dan setelah dihitung panjang sisi bidang ini $\sqrt{2}$ cm dan diagonalnya 2 cm. Hal ini yang sudah penulis uraikan di atas.

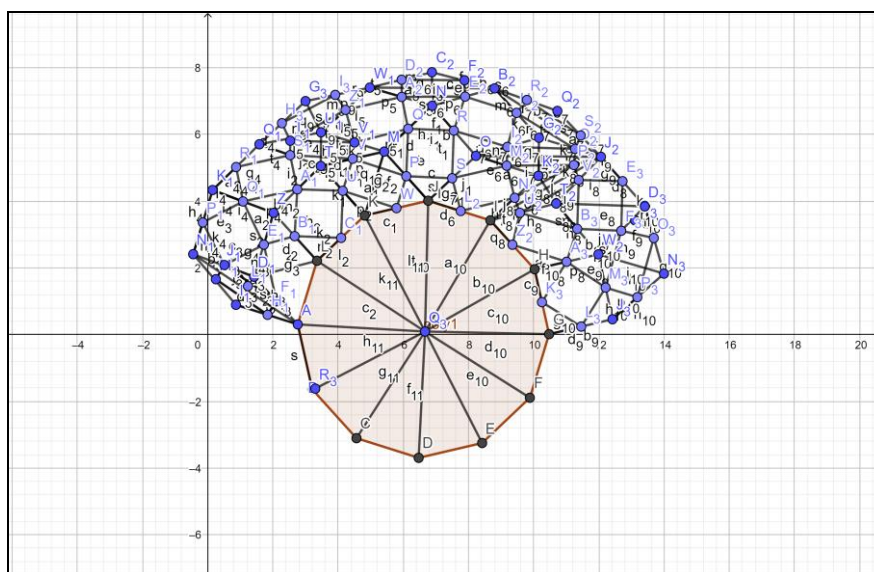
Selanjutnya Langkah ketiga terdapat bidang persegi panjang besar (*chequered card*) yang terbentuk di dalam belah ketupat dari gabungan 2 buah segitiga sama sisi dengan panjang 2 cm. Belah ketupat ini memiliki sisi 2 cm dengan diagonal 1 memiliki panjang 2 cm dan diagonal 2 memiliki panjang $2\sqrt{3}$ cm. Persegi panjang besar memiliki panjang 1 cm dan lebar $\sqrt{3}$ cm.

Langkah keempat adalah dengan memperhatikan bidang belah ketupat juga dengan panjang sisi 2 cm namun dengan panjang diagonal 1 adalah 1 cm dan panjang diagonal 2 adalah $\sqrt{3}$ cm. Pada bidang belah ketupat ini terdapat bidang persegi panjang kecil dengan panjang $\frac{1}{2}$ cm dan lebar $\sqrt{3}$ cm. Proses langkah 2 sampai dengan langkah ke 5 diteruskan sehingga terbentuk Gambar 9 di atas. Gambar 10 di bawah merupakan kelanjutan Gambar 9 yang lebih kompleks namun dengan langkah-langkah yang sama seperti yang telah diuraikan sebelumnya. Pada Gambar 10 di bawah ini bidang segi 12 bagian luar sudah lebih terbentuk daripada Gambar 9 dan rekonstruksi logo olimpiade Tokyo 2020 juga semakin detail.

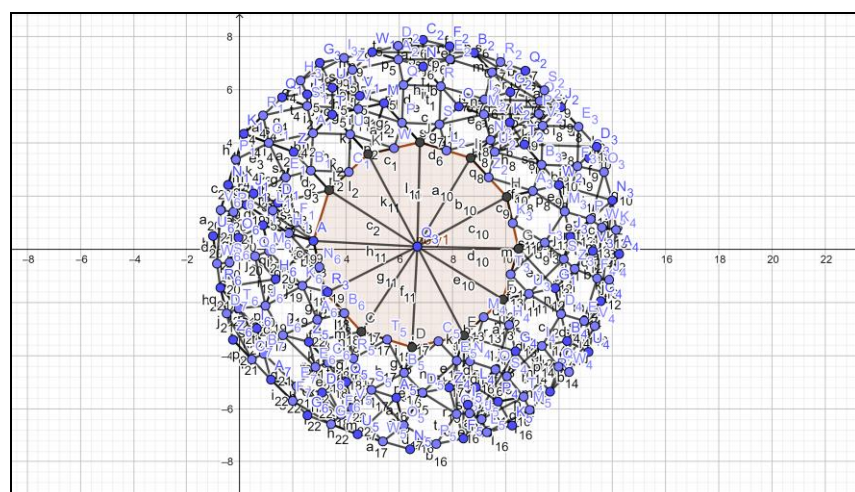


Gambar 10. Detail yang Lebih Komplek dari Gambar 9.

Pada Gambar 10 terlihat bahwa rekonstruksi logo olimpiade Tokyo 2020 jauh lebih lengkap dan detail dari Gambar 9. Dengan menambah pengulangan beberapa kali terlihat pada Gambar 10 ini lebih lengkap dari gambar sebelumnya. Lebih lanjut apabila Gambar 10 ini dilanjutkan kembali dengan langkah yang sama maka akan terbentuk Gambar 11 di bawah ini. Pada Gambar 11 ini logo semakin lebih lengkap dan apabila Gambar 11 dilanjutkan dengan pengulangan yang sama akan diperoleh logo olimpiade Tokyo 2020 yang dimaksud (Kovács, Recio, & Vélez, 2021). Adapun Gambar 11 dan 12 yang dimaksud dapat dilihat secara berturut-turut pada bagian bawah ini.



Gambar 11. Rekonstruksi Lanjutan dari Gambar 10



Gambar 12. Rekonstruksi Logo Olimpiade Tokyo 2020 Lanjutan Gambar 11

Dengan dicantumkanannya Gambar 12, maka proses rekonstruksi logo Olimpiade Tokyo 2020 telah selesai. Proses rekonstruksi ini sangat baik bahkan dapat dikatakan memang ini ukuran yang sebenarnya dari logo tersebut ditinjau dari proses penempatan petak-petak harmonis yang *fit* yang pada akhirnya membentuk Logo olimpiade Tokyo 2020.

Simpulan

Penelitian ini menyimpulkan lima simpulan yaitu sebagai berikut. Pertama, langkah-langkah yang dilakukan untuk mendapatkan ukuran petak-petak

harmonis yang menyusun logo olimpiade Tokyo 2020 adalah dengan menetapkan ukuran sisi segi 12 bagian dalam yakni 2 cm. Dari ukuran ini diperoleh ukuran petak-petak tersebut. Kedua, setelah ditemukan ukuran petak-petak harmonis, selanjutnya dilakukan proses rekonstruksi logo menggunakan GeoGebra. Proses rekonstruksi ini dilakukan bertahap untuk mendapatkan bentuk yang pas. Ketiga, bidang persegi (chequered card) memiliki panjang sisi bidang ini $\sqrt{2}$ cm dan diagonalnya 2 cm. Persegi ini ada di dalam persegi dengan panjang sisi 2 cm dan panjang diagonal $2\sqrt{2}$ cm. Keempat, bidang persegi panjang besar (chequered card) memiliki panjang 1 cm dan lebar $\sqrt{3}$ cm. Persegi panjang besar ini terbentuk di dalam belah ketupat dari gabungan 2 buah segitiga sama sisi dengan panjang 2 cm. Belah ketupat ini memiliki sisi 2cm dengan diagonal 1 memiliki panjang 2 cm dan diagonal 2 memiliki panjang $2\sqrt{3}$ cm. Serta kelima, bidang persegi panjang kecil (chequered card) dengan panjang $\frac{1}{2}$ cm dan lebar $\sqrt{3}$ cm. Persegi panjang kecil ini terletak pada bidang belah ketupat juga dengan panjang sisi 2 cm namun dengan panjang diagonal 1 adalah 1 cm dan panjang diagonal 2 adalah $\sqrt{15}$ cm.

Daftar Pustaka

- Abánades, M., Botana, F., Kovács, Z., Recio, T., & Sólyom-Gecse, C. (2016). Development of automatic reasoning tools in GeoGebra. *ACM Communications in Computer Algebra*, 50(3), 85-88.
- Bhagat, K. K., & Chang, C. Y. (2015). Incorporating GeoGebra into Geometry learning-A lesson from India. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 77-86.
- Cecotti, S. (2020). Special Geometry and the Swampland. *Journal of High Energy Physics*, 2020(9), 1-83.
- Gerrett, N., Kingma, B. R., Sluijter, R., & Daanen, H. A. (2019). Ambient conditions prior to Tokyo 2020 Olympic and Paralympic games: considerations for acclimation or acclimatization strategies. *Frontiers in Physiology*, 10, 414.
- Ghosh, D., Gupta, D., & Som, T. (2021). Analytical Fuzzy Space Geometry I. *Fuzzy Sets and Systems*, 421, 77-110.
- Heltai, L., Bangerth, W., Kronbichler, M., & Mola, A. (2021). Propagating Geometry Information to Finite Element Computations. *ACM Transactions on Mathematical Software (TOMS)*, 47(4), 1-30.

- Hilbert, D., & Cohn-Vossen, S. (2021). *Geometry and the Imagination* (Vol. 87). American Mathematical Soc.
- Hoang, V. T., Al-Tawfiq, J. A., & Gautret, P. (2020). The Tokyo Olympic Games and the Risk of COVID-19. *Current tropical medicine reports*, 7(4), 126-132.
- Hohenwarter, M., & Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra, the case of GeoGebra. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 27(3), 126-131.
- Holthus, B., Gagné, I., Manzenreiter, W., & Waldenberger, F. (2020). *Japan through the lens of the Tokyo Olympics* (p. 162). Taylor & Francis.
- Honjo, T., Seo, Y., Yamasaki, Y., Tsunematsu, N., Yokoyama, H., Yamato, H., & Mikami, T. (2018). Thermal comfort along the marathon course of the 2020 Tokyo Olympics. *International journal of biometeorology*, 62(8), 1407-1419.
- Horne, J., & Whannel, G. (2020). *Understanding the Olympics*. Routledge.
- Ikeda, A. (2020). The Tokyo Olympics: 1940/2020. *The Asia-Pacific Journal*, 18(4), 1-7.
- Kovács, Z., Recio, T., & Vélez, M. P. (2021). Automated reasoning tools in GeoGebra discovery. *ACM Communications in Computer Algebra*, 55(2), 39-43.
- Liu, E. (2017). Branding ideas for the Tokyo Olympics 2020. *Advertising and Branding: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 326-345). IGI Global.
- Liu-Farrer, G. (2020). Japan and immigration: Looking beyond the Tokyo Olympics. *The Asia-Pacific Journal: Japan Focus*, 18(4), 1-8.
- Macnaughtan, H. (2020). Japan, the Olympics and the COVID-19 pandemic. In *East Asia Forum*.
- Pamungkas, M. D., Rahmawati, F., & Dinara, H. A. (2020). Integrating GeoGebra into space geometry in college. *3rd International Conference on Learning Innovation and Quality Education (ICLIQE 2019)* (Vol. 397, pp. 999-1006). Atlantis Press.
- Reynolds, B. E., & Fenton, W. E. (2021). *College Geometry with GeoGebra*. John Wiley & Sons.
- Sato, S., Oshimi, D., Bizen, Y., & Saito, R. (2020). The COVID-19 outbreak and public perceptions of sport events in Japan. *Managing Sport and Leisure*, 1-6.
- Sommerville, D. M. L. Y. (2020). *Introduction to the Geometry of N Dimensions*. Courier Dover Publications.

- Tamari, T. (2019). Star architects, urban spectacles, and global brands: Exploring the case of the Tokyo Olympics 2020. *International Journal of Japanese Sociology*, 28(1), 45-63.
- Widada, W., Herawaty, D., Nugroho, K. U. Z., & Anggoro, A. F. D. (2021). Augmented Reality assisted by GeoGebra 3-D for geometry learning. *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1731, No. 1, p. 012034). IOP Publishing.
- Williams, D. (2017). Tokyo 2020: a legacy or lethargy for tourism?. *Josai International University, Faculty of Tourism Bulletin*, 25(6), 51-66.
- Wu, Y., Graw, K., & Matzarakis, A. (2020). Comparison of thermal comfort between Sapporo and Tokyo—the case of the Olympics 2020. *Atmosphere*, 11(5), 444.
- Yamamura, E., & Tsutsui, Y. (2020). The impact of postponing 2020 Tokyo Olympics on the happiness of O-MO-TE-NA-SHI workers in tourism: A consequence of COVID-19. *Sustainability*, 12(19), 8168.