

Falsifikasi Nilai Pi (π): Ketidakpastian dalam Kajian Metodologi *History*

Siti Kholifah^{1a}), Nuryadi^{2b*)}, Rochmad^{3c}, dan Isnarto^{4d})

^{1,2}Program Doktor Universitas Negeri Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

^{3,4}Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Negeri Semarang, Jawa Tengah, Indonesia

*Universitas Mercu Buana Yogyakarta

e-mail: ^{a)}kholifah88@students.unnes.ac.id, ^{b)}nuryadi87@students.unnes.ac.id,

^{c)}rachmad_manden@mail.unnes.ac.id, ^{d)}isnarto@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Pi yang disimbolkan dengan " π " didefinisikan sebagai rasio keliling lingkaran terhadap diameternya. Nilai π masih menjadi misteri di kalangan saintis dan matematikawan, sehingga banyak yang melakukan pembuktian untuk mengetahui bilangan π . Artikel ini menyajikan sejarah perkembangan nilai π dari Babilonia kuno hingga kini. Berbagai metode pengukuran telah dilakukan untuk menemukan akurasi dari nilai π . Ketidakpastian hasil pengukuran muncul dikarenakan bilangan π yang juga tidak pasti hingga saat ini. Oleh karena itu, dari ketidakpastian ini akan terlihat nilai selisih melalui proses falsifikasi dengan nilai Pi yang biasa kita gunakan, yaitu 3,14.

Kata Kunci: falsifikasi, ketidakpastian, pi

The Value of Pi Falsification: Uncertainty in The Study of Historical Methodology

Abstract

Pi symbolized by " π " is defined as the ratio of the circumference of a circle to its diameter. The value of π is still a mystery among scientists and mathematicians, so many are doing proofs to find out the number of it. This article presents the development of the value history of " π " from ancient Babylonia to the present. Various measurement methods have been carried out to find the accuracy of pi. The uncertainty of the measurement results arises because the number of π is also uncertain until now. Therefore, from this uncertainty, it will be seen the value of the difference through the falsification process with the value of pi that we use in the school, which is 3,14.

Keywords: falsification, uncertainty, pi

PENDAHULUAN

Falsifikasi

Sir Karl Raimund Popper (1902-1994) merupakan salah satu filsuf yang berpengaruh pada abad ke-20, salah satunya di bidang matematika. Popper dikenal sebagai penggagas falsifikasi sebagai lawan dari verifikasi terhadap ilmu. Beliau menunjukkan bahwa sebuah teori tidak dapat diverifikasi (dibuktikan benar) tetapi teori yang bermakna seharusnya dapat difalsifikasi (dibuktikan salah). Secara

harfiah, falsifikasi diartikan sebagai sudut pandang kesalahan. Menurut Popper, *falsifiable* merupakan ciri khas ilmu pengetahuan (Haryono dkk., 2014). Hal ini berdampak pada hakekat perkembangan ilmu pengetahuan, artinya harus dapat dibuktikan salah melalui proses falsifikasi. Menurut Popper (Komarudin, 2014), kemajuan ilmu pengetahuan tidak bersifat akumulasi dari waktu ke waktu, tetapi akibat adanya eliminasi yang semakin ketat terhadap kemungkinan salahnya.

Ketidakpastian dalam sains didasari dari dua sebab, yaitu ketidakpastian metodologi dan intrinsik (Mannoia, 1980). Ketidakpastian metodologi muncul karena cara gagasan saintifik terbentuk dan terjadi karena dua sebab, yaitu *error* dan metode konfirmasi. Sebaliknya, ketidakpastian intrinsik muncul karena hakikat dari gagasan saintifik itu sendiri. Firman (2019) menjelaskan ketidakpastian dalam sains berpangkal dari proses verifikasi yang tidak akan lengkap dan karakter pengetahuan yang bersifat statistik serta ketidakpastian intrinsik yang dalam fenomena dikaji dalam sains.

Penggunaan istilah Pi “ π ” tidak asing dalam pelajaran matematika. Nilai π secara umum di sekolah menggunakan nilai 3,14 atau mendekati $\frac{22}{7}$. Padahal, nilai Pi sendiri telah ditemukan dengan digit desimal mencapai triliunan. Mengapa yang dipilih 3,14? Di sinilah ketidakpastian banyaknya nilai desimal dari Pi. Melalui proses falsifikasi, beberapa percobaan dilakukan untuk mengetahui tingkat *error* dalam penghitungan matematika.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejarah Nilai Pi

Pi “ π ” merupakan huruf Yunani ke-16, berasal dari huruf pertama dari kata Yunani “περιφέρεια” yang berarti pinggir, dan “περίμετρος” yang berarti perimeter. Angka misterius yang menjadi salah satu daya tarik saintis selama ribuan tahun untuk dibahas lebih dalam. π sangat populer digunakan dalam bidang matematika. Pada perkembangannya, yang menarik dari Pi “ π ” bukanlah simbolisasinya, melainkan nilai dari π itu sendiri. Sejarah perkembangan Pi menjadi daya tarik peneliti-peneliti untuk mengkaji

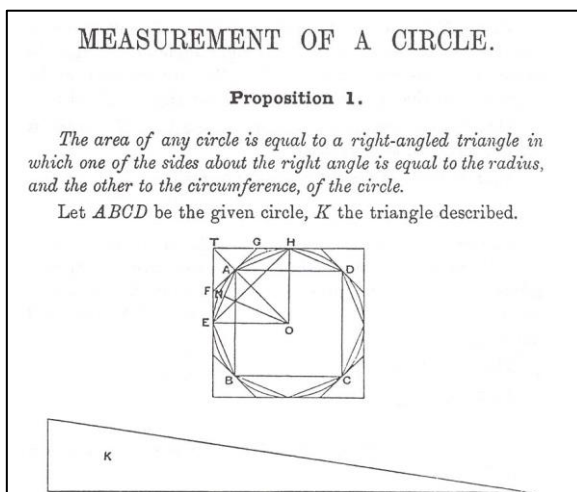
dari zaman kuno hingga saat ini (Blank et al., 1997; Beukers, 2000; Blank, 2013; Borwein, 2014; Brent, 2020; Laird, 2017). Hal ini dikarenakan masih adanya ambisi ilmuwan atau matematikawan untuk memecahkan misteri dari nilai Pi.

Sejarah awal Pi ditemukan di zaman Babilonia kuno (sekitar tahun 2000 SM) dengan memperkirakan pengukuran Pi $3\frac{1}{8} = 3,125$. Beberapa bukti mengungkapkan bahwa orang Babilonia menghitung luas sebuah lingkaran dengan rumus “3 kali kuadrat dari radiusnya”. Berbeda dengan Mesir kuno (sekitar tahun 1650 SM) dari Papirus Rhind yang ditulis oleh Ahmes (penulis Mesir) yang mengatakan bahwa jika kita membangun persegi dengan sisi panjangnya delapan per sembilan dari diameter lingkaran, maka luas persegi sama dengan luas lingkaran, sehingga dapat diperlihatkan $\pi = \frac{256}{81} = 3,1604 \dots$ dimana kurang dari 1% dari nilai yang benar yaitu 3,14159... (Livio, 2002).

Archimedes (sekitar tahun 287-212 SM) merupakan ahli matematika kuno berasal dari Syracuse. Ia merupakan matematikawan pertama yang melakukan perhitungan nilai Pi dengan menggunakan skema geometris berdasarkan aturan polygon yang menunjukkan nilai π berada diantara $3\frac{10}{71}$ dan $3\frac{1}{7}$, jika dituliskan $3\frac{10}{71} < \pi < 3\frac{1}{7}$ atau $\frac{223}{71} < \pi < \frac{22}{7}$ atau $3,1408 \dots < \pi < 3,1428 \dots$ (Alfred & Lehmann, 2004).

Measurement of Circle seperti yang terlihat dalam Gambar 1, karya singkat Archimedes sekitar tahun 250 SM menunjukkan keunikan nilai konstan dari π (Borwein, 2014). Matematikawan dan saintis selama berabad-abad menggunakan

nilai Pi menurut perhitungan Archimedes. Selama itu pula, tidak ada yang bisa menyangkal metode pengukuran yang dilakukan oleh Archimedes, meskipun beberapa ahli matematika menggunakan metode ini untuk mendapatkan aproksimasi yang lebih akurat.



Gambar 1. Pengukuran Lingkaran Archimedes

Matematikawan asal Belanda, Ludolph van Ceulen (1540-1610), kembali memunculkan pencarian nilai Pi di akhir abad ke-16. Ludolph menggunakan metode Archimedes sehingga menemukan pendekatan nilai π sampai 35 desimal, dimana penemuannya diterbitkan dalam buku yang berjudul *On the Circle* (Van den Circkel), yang kemudian dinamakan sebagai bilangan Ludolphian.

Teknik lain untuk menghitung π ditemukan oleh John Wallis (1616-1703), seorang professor matematika di Universitas Cambridge dan Oxford, yang kemudian diterbitkan dalam bukunya yang berjudul *Arithmetica Infinitorum* pada tahun 1655. Rumus Wallin untuk mengukur nilai π sebagai berikut:

$$\frac{\pi}{2} = \frac{2 \times 2}{1 \times 3} \times \frac{4 \times 4}{3 \times 5} \times \frac{6 \times 6}{5 \times 7} \times \frac{8 \times 8}{7 \times 9} \times \dots \times \frac{2n \times 2n}{(2n-1)(2n+1)} \times \dots \quad (1)$$

Pada tahun 1700-an, matematikawan mulai menggunakan huruf Yunani π , diperkenalkan oleh William Jones tahun 1706 yang diterbitkan dalam bukunya *Synopsis Palmariorum Matheseos*. Pi “ π ” di dalam buku tersebut digunakan untuk merepresentasikan perbandingan keliling lingkaran dengan diameternya. Namun, simbol π populer setelah diadopsi oleh matematikawan legendaris dari Swiss, Leonhard Euler, pada tahun 1736 untuk mewakili rasio keliling lingkaran terhadap diameternya. Simbol π meluas setelah mengenalkannya lewat bukunya yang terkenal yaitu *Introduction in Analysis Infinitorum*.

Abad ke-19, matematikawan asal Prancis, Andrien Marie Legendre (1752-1833), dalam bukunya yang berjudul *Elements de Géométrie* telah membuktikan bahwa π^2 adalah bilangan irasional. Dugaan itu telah disampaikan Aristoteles (sekitar tahun 384-322 SM) bahwa π merupakan bilangan irasional yang kemudian melewati ribuan tahun terbukti benar. Penemuan tersebut telah dipertimbangkan perhitungannya oleh seorang matematikawan asal Jerman, Carl Friedrich Gauss (1777-1855), yang mempekerjakan Zacharias Dahse (1824-1861), seorang legenda yang memiliki kemampuan kalkulasi sangat cepat. Dahse menggunakan rumus:

$$\frac{\pi}{4} = \arctan\left(\frac{1}{2}\right) + \arctan\left(\frac{1}{5}\right) + \arctan\left(\frac{1}{8}\right) \dots (2)$$

Dengan rumus tersebut, ditemukan nilai π memiliki akurasi jumlah digit desimal yang benar mencapai 200 digit.

Ternyata pencarian nilai π tidak berhenti sampai di situ saja, yaitu perhitungan secara manual. Pada tahun 1949 perkembangan teknologi juga telah dimanfaatkan oleh matematikawan brilian,

John von Neuman, George Reitwiesner, dan N. C. Metropolis, yang menghitung nilai π sampai 2.037 desimal menggunakan computer ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator). Bagian ini berisi tentang teori, hasil penelitian dan/atau berita-berita terkini yang menjadi latar belakang pentingnya penelitian dilakukan, merumuskan permasalahan yang dikaji, dan diakhiri dengan tujuan penelitian.

Tabel 1. Daftar Perhitungan Nilai π

| Tahun | Matematikawan | Jumlah akurasi digit nilai π | Waktu kalkulasi |
|-------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| 1954 | S. C. Nicholson & J Jeanel | 3.092 | 13 menit |
| 1954 | G. E Felton | 7.480 | 33 jam |
| 1958 | François Genuys | 10.000 | 100 menit |
| 1959 | François Genuys | 16.167 | 4 jam, 20 menit |
| 1961 | Daniel Shanks & John W Wrench Jr | 100.265 | 8 jam, 43 menit |
| 1966 | M Jean Guilloud & J Filliatre | 250.000 | 41 jam, 55 menit |
| 1967 | M Jean Guilloud & Michele Dichampt | 500.000 | 44 jam, 45 menit |
| 1973 | M Jean Guilloud & Martine Bouver | 1.001.250 | 23 jam, 18 menit |
| 1981 | Kazunon Miyoshi & Kazuhika Nakayama | 2.000.036 | 137 jam, 20 menit |
| 1982 | Yoshiaki Tamura & Yasumasa Kanada | 8.288.576 | 6 jam, 48 menit |
| 1982 | Yoshiaki Tamura & Yasumasa Kanada | 16.777.206 | Kurang dari 30 jam |
| 1988 | Yoshiaki Tamura & Yasumasa Kanada | 201.326.551 | Sekitar 6 jam |
| 1989 | Gregory V & David V Chudnovsky | 1.011.196.691 | - |
| 1992 | Gregory V & David V Chudnovsky | 2.260.321.336 | - |
| 1994 | Gregory V & David V Chudnovsky | 4.044.000.000 | - |
| 1995 | Takahashi & Yasumasa Kanada | 6.442.450.938 | - |
| 1997 | Takahashi & Yasumasa Kanada | 51.539.600.000 | Sekitar 29 jam |
| 1999 | Takahashi & Yasumasa Kanada | 206.158.430.000 | - |
| 2002 | Yasumasa Kanada | 1.241.100.000.000 | Sekitar 600 jam |
| 2009 | Takahashi | 1.649.000.000.000 | - |
| 2009 | Takahashi | 2.576.980.377.524 | - |
| 2009 | Bellard | 2.699.999.990.000 | - |

(Sumber: Alfred & Lehmann, 2004; Borwein, 2014)

Bagaimana penggunaan π dalam matematika di sekolah?

Ketika para ahli sedang berlomba-lomba mencari nilai π hingga triliunan digit dengan berbagai metode, terbayangkah mengapa di sekolah penggunaan nilai π hanya sebatas di angka 3,14 atau pecahan

yang mendekatinya $\frac{22}{7}$? Seperti diketahui bahwa π berhubungan erat dengan lingkaran yang banyak ditemukan dalam rumus-rumus geometri dan trigonometri. Secara konseptual, nilai π merupakan perbandingan keliling dan diameter suatu lingkaran. Mastur (2010) dalam penelitiannya menunjukkan perolehan nilai π yang bervariasi dalam pengukuran yang dilakukan oleh siswa.

Percobaan perhitungan dilakukan oleh siswa dengan menghitung keliling dan luas lingkaran dengan menggunakan nilai pi yang berbeda. Hasil menunjukkan falsifikasi pada nilai π dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Falsifikasi Nilai Pi

| Diketahui diameter 66 cm | $\pi = 3,14$ | $\pi = 3,141$ | $\pi = 3,14159$ | $\pi = 3,1415926$ |
|--|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Keliling lingkaran $K = \pi \cdot d$ | 207,24 cm | 207,306 cm | 207,34494 cm | 207,345112 cm |
| Nilai selisih | - | -0,066 | -0,10494 | -0,105112 |
| Luas lingkaran $L = \frac{1}{4} \pi d^2$ | 3.419,46 cm ² | 3.420,549 cm ² | 3.421,19151 cm ² | 3.421,19434 cm ² |
| Nilai selisih | - | -1,089 | -1,73151 | -1,73434 |

Hasil pada Tabel 2 di atas dapat dilihat selisih nilai perkiraan nilai π yang digunakan dalam perhitungan di sekolah adalah 3,14 dengan π dengan digit yang lebih banyak. Keliling lingkaran yang memiliki diameter 66 cm dengan π digit 3, 5, dan 7 desimal yaitu -0,066, -0,10494, dan -0,105112. Hasil perhitungan luas lingkaran memiliki nilai selisih dengan nilai π digit 3, 5, dan 7 desimal secara berurutan yaitu -1,089, -1,73151, dan -1,73434.

Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin besar digit π yang digunakan dalam perhitungan maka akan semakin besar selisih *error* yang diperoleh.

SIMPULAN

Melihat dari sejarah perkembangan π , dapat dikatakan bahwa ilmuwan dan matematikawan sudah menghabiskan banyak waktu hanya untuk menemukan jutaan bahkan triliunan digit dengan berbagai metode untuk sebuah nilai π . Namun pada kenyataannya, kita lebih memilih menggunakan nilai 3,14, meskipun melihat hasil dari proses falsifikasinya terlihat semakin besar nilai *error*-nya seiring dengan pertambahan digitnya. Seperti diketahui, jika siswa diberikan sebuah perhitungan dengan nilai digit yang banyak, maka akan sangat menyulitkan dan membutuhkan waktu lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfred, S.P. & Lehmann, I. (2004). *A biography of the world's most mysterious number*. Berlin: Prometheus Book.
- Bailey, D. H., Borwein, J. M., Borwein, P. B. & Plouffe, S. M. (1997). The quest for Pi. *Mathematical Intelligencer*, 19(1), 50-56.
- Beukers, F. (2000). A rational approach to Pi. *In Nieuw archief voor wiskunde. Serie 5*, 1(4), 372-379.
- Blank, B. (2013). A history of Pi by Petr Beckmann; The joy of Pi by David Blatner; The nothing that is by Robert Kaplan; The story of a number by Eli Maor; An imaginary tale by Paul Nahin; Zero: The biography of a dangerous idea by Charles Seife review by: Brian Bl. *The College Mathematics Journal*, 32(2), 155-160.
- Borwein, J. M. (2014). *The life of Pi: from Archimedes to Eniac and Beyond*. From Alexandria, Through Baghdad, Australian Research Council, Australia.
- Brent, R. P. (2020). The borwein brothers, pi and the AGM. *Proceedings in Mathematics and Statistics*, 313, 323-347.
- Firman, H. (2019). Kepastian dan ketidakpastian dalam sains. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 2(1), 33-36.
- Haryono, D., Agama, F. & Madura, U. I. (2014). Analisis pemikiran Karl Popper dalam filsafat ilmu. *Al-Ulum Jurnal Pemikiran dan Penelitian ke Islaman*, 1(1), 73-78.
- Komarudin. (2014). Falsifikasi Karl Popper dan kemungkinan penerapannya dalam keilmuan islam. *Jurnal At-Taqaddum*, 6(2), 444-465.
- Laird, B. (2017). *Academic context. N. T. Wright's the new testament and the people of god*. London: Macat Library.
- Livio, M. (2002). *The golden ratio: The story of phi, the world's most astonishing number*. New York: Broadway Books.
- Mastur, Z. (2010). Menggunakan lingkungan sekitar sebagai sumber pembelajaran konsep π di SD. *Kreano: Jurnal Matematika Kreatif Inovatif*, 1(1), 56-62.