

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/267545477>

MENALAR SENGKALA MERAJUT MATEMATIKA

Article

CITATIONS

0

READS

630

1 author:



[Agung Prabowo](#)

Universitas Jenderal Soedirman

2 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE

MENALAR SENGKALA MERAJUT MATEMATIKA

Agung Prabowo

Program Studi Matematika - Fakultas Sains dan Teknik
Universitas Jenderal Soedirman
e-mail: agung_nghp@yahoo.com

Abstract. *Indonesia has not been long familiar with mathematics. In Indonesia, mathematics was known since the 20th century, so it has been about 100 years. A question arise, do the people of Indonesia, prior to the 20th century had no knowledge that is currently known with math? This question is disturbing writer and become motivation to study the culture of Indonesia with the aim to discover knowledge of mathematics in it. The author chooses one heritage Indonesian culture from Java Island namely sengkala. Sengkala is created to record the activity of Javanese mathematics, but that sengkala rich with concepts and mathematical knowledge is another thing that can not be denied. This is the significance of why sengkala needs to be explored. This article explores the awareness of the numbers and how to express it that can be tracked through sengkala.*

Keywords: *number, mathematics, sengkala*

1. Pendahuluan

Kesan bahwa moyang orang Indonesia tidak melek matematika adalah cukup wajar, sebab Indonesia memang belum lama mengenal matematika, yaitu sejak abad 20. Doktor matematika pertama dari Indonesia adalah Dr. G.S.S.J. Ratu Langie alias Dr. Sam Ratulangi, dari Sulawesi Utara. Ia meraih gelar doktornya pada tahun 1919 dari University of Zürich (Gunawan, 2007). Setelah cukup lama absen, baru pada tahun 1957, Profesor Handali memperoleh gelar doktor matematika dari FIPIA-ITB dan dua tahun kemudian Profesor Moedomo (ITB) meraih gelar doktornya pada tahun 1959 dari University of Illinois (Gunawan, 2007). Apakah memang benar bahwa bangsa Indonesia sebelum abad ke-20 tidak mempunyai pengetahuan yang hari ini disebut matematika?

Penelusuran sejarah matematika dunia menunjukkan bahwa matematika pada mulanya adalah aktifitas praktis manusia sehingga dalam setiap kegiatan yang dilakukan

manusia selalu dapat ditemukan pengetahuan matematika. Manusia mengembangkan matematika sebagai kegiatan induktif yang berkaitan dengan pengalaman nyata sehari-hari, dilakukan berulang-ulang dalam jangka panjang sehingga menjadi suatu kebiasaan (*habit*). Mungkin saja pada saat melakukan aktifitasnya tersebut, manusia tidak menyadari bahwa kegiatan yang dilakukannya menyimpan pengetahuan matematika, sehingga kesadaran tersebut munculnya belakangan.

Dalam setiap aktifitas yang dilakukan orang Jawa, juga sarat dan kaya dengan matematika. Kecenderungan orang Jawa yang lebih menekankan pada olah rasa dan susastra, memang pada gilirannya meminggirkan (memarginalkan) matematika. Pengetahuan matematika bagi orang Jawa tidak dianggap sebagai pengetahuan utama, setidaknya tidak lebih penting dibanding sastra, etika, kebatinan dan moral. Tersimpannya pengetahuan matematika dalam tradisi Jawa sebenarnya sudah disadari sejak semula, oleh karena

itu saat ini perlu dihidupkan dan digali aspek dan pengetahuan matematika dalam tradisi Jawa tersebut.

Keberhasilan Euclid menyusun *the Elements* menjadi motivasi untuk menyusun keping-keping pengetahuan matematika yang terserak dan tercecer dalam khasanah budaya Jawa, menelusuri dan menemukannya kembali agar dapat diangkat sebagai pengetahuan matematika formal. Latar belakang di atas memotivasi penulis untuk menelusuri kandungan matematika dalam aktifitas yang dilakukan orang Jawa. Dalam kesempatan ini, penulis hendak memulainya dengan menggali konsep-konsep matematika yang digunakan dalam penciptaan sengkala atau sengkalan.

2. Metodologi

Artikel ini merupakan kajian literatur sebagai usaha ke arah menggali pengetahuan matematika melalui budaya nusantara, khususnya budaya Jawa. Selain sebagai upaya untuk menghasilkan apa yang disebut *Javanese Mathematics* (Matematika Tanah Jawa) dan secara lebih luas dalam jangka panjang akan menghasilkan *Indonesian Mathematics* (Matematika Nusantara), juga dapat dipandang sebagai upaya untuk memperkenalkan khasanah budaya nusantara, khususnya Jawa, tidak hanya pada orang Indonesia tetapi juga dunia.

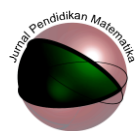
3. Hasil dan Pembahasan

a. Sengkala

Untuk mengekspresikan suatu bilangan dapat digunakan dua cara, yaitu dengan lambang bilangan (atau yang sering disebut angka) dan dengan watak bilangan. Mengenai lambang bilangan sudah cukup jelas.

Berkaitan dengan watak bilangan, maka dikatakan bahwa bilangan mempunyai ciri, karakter, sifat, ciri, tabiat, manifestasi, muatan, stigma atau watak tertentu, misalnya bilangan-bilangan ganjil mempunyai sifat maskulin dan bilangan genap berkarakter feminin (Anglin, 1994; Schimmel, 2006). Istilah watak kata juga digunakan secara berdampingan dengan penggunaan istilah watak bilangan. Sengkala adalah angka tahun yang dilambangkan dengan kata, gambar atau ornamen tertentu. Pada sengkala, kata-kata yang digunakan untuk menyusun sengkala tersebut dikatakan mempunyai watak atau karakter tertentu yang disebut *watak wilangan* (bahasa Jawa) atau dalam bahasa Indonesia disebut watak bilangan (Bratakesawa, 1980). Dengan demikian, dari aspek matematika, sengkala adalah cara untuk mengungkapkan bilangan-bilangan, tetapi tanpa menggunakan angka.

Menurut Bratakesawa, kata sengkala (sangkala) diyakini berasal dari nama muda Aji Saka, yaitu Jaka Sengkala. Dari keterangan yang diberikan oleh Bratakesawa dalam bukunya yang berjudul Penjelasan Candrasengkala terbit tahun 1980 pada halaman 21, dapat disimpulkan bahwa sengkala pertama kali diciptakan dan digunakan oleh orang Jawa pada tahun 78 M, dan tahun 78 M itu pula yang kemudian dipilih Sultan Agung sebagai tahun pertama sistem Kalender Jawa yang dibuatnya. Bratakesawa mempertegas pendapatnya dengan mengambil rujukan dari Surat Kabar Budi Utama, Maret 1924 No. 28 yang menyebutkan bahwa sengkala adalah ciptaan Aji Saka (Bratakesawa, 1980). Sementara itu, F.L. Winter (Bratakesawa, 1980: 24) mengatakan, "Yang membuatnya bernama Empu Ramadi pada tahun Jawa yang kebetulan bersengkala 152". Jika dihitung, tahun 152 S adalah tahun 230 M.

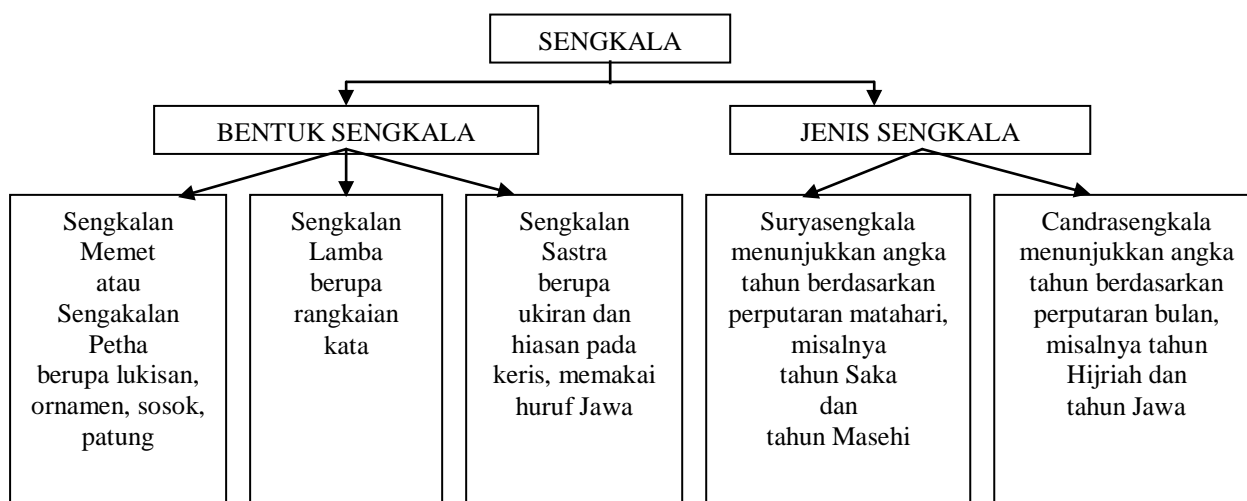


Sindunegara (1997) lebih memilih menggunakan istilah *cakakala* yang berasal dari bahasa Sanskerta *caka* dan *kala*, yang berarti tahun Saka. Setelah keruntuhan Majapahit, istilah *cakakala* tidak lagi digunakan, digantikan *candrasengkala* karena pada masa setelah Majapahit kalender Saka digantikan kalender Hijriah yang merupakan kalender *komariah* (*lunar*) yang berdasarkan peredaran bulan (*candra* = bulan atau *lunar*). Istilah *candrasengkala* masih terus digunakan pada masa pemerintahan Sultan Agung yang menciptakan tahun Jawa yang juga merupakan kalender *komariah*. Istilah *suryasengkala* digunakan untuk kalender masehi yang berdasarkan peredaran matahari (*surya*) makin banyak digunakan.

Sengkala berdasarkan bentuknya ada tiga macam, yaitu sengkalan lamba, sengkalan memet, dan sengkalan sastra (Enthung, 2009). Namun jika berdasarkan jenisnya, sengkala ada dua macam, yaitu *suryasengkala* dan *candrasengkala* (Bratakesawa, 1980). Gambar 1 menjelaskan bentuk dan jenis sengkala.

Bentuk sengkala lainnya adalah sengkala miring yaitu, "*Sengkala*

inggang kadamel salebeting ukara mawi tetembungan inggang miring saking tetembungan watek sengkalan lamba" (Prasaja, 2009: 2). Dalam sengkala miring kata-kata yang digunakan mempunyai kesamaan asal-usul dengan kata-kata yang digunakan dalam sengkala lamba. Untuk dapat mengerti watak bilangan pada kata-kata yang digunakan dalam sengkala miring dapat digunakan delapan metode penurunan watak bilangan (Bratakesawa, 1990) yaitu *guru dasanama* (dasar sepadan), *guru sastra* (dasar sepenulisan), *guru wanda* (dasar sesuku kata), *guru warga* (dasar sekaum), *guru karya* (dasar sekerja), *guru sarana* (dasar sealat), *guru darwa* (dasar sekeadaan), dan *guru jarwa* (dasar searti). Delapan metode tersebut juga menjelaskan bahwa terdapat logika tertentu yang harus diikuti untuk menentukan watak bilangan suatu kata, sekaligus menjelaskan bahwa watak bilangan tidak selamanya diperoleh secara mistis dan bersifat mitos, tetapi merupakan penyandian. Dengan demikian, sengkala miring dapat dilihat sebagai penyandian (*sandi*) dari sengkala lamba.



Gambar 1. Bentuk dan Jenis Sengkala

Contoh sengkala miring adalah *lungiding wasita ambuka bawa* (Prasaja, 2009). Jika sengkala dapat langsung diketahui angka tahunnya maka dikategorikan sengkala lamba, tetapi jika sebaliknya disebut sengkala miring. Untuk mengetahui angka tahunnya digunakan cara penyandian dengan delapan metode penurunan watak bilangan. Kata *lungid* berarti *landhep* (tajam), jadi yang dimaksudkan adalah *landheping gaman* (tajamnya senjata) dan *gaman* (senjata) mempunyai watak bilangan 5, dan seterusnya sehingga diperoleh angka tahun 1975.

Keterangan yang diberikan oleh Sindunegara merekam berbagai prasasti, Serat Babad, Kitab Jawa Kuno, Kitab Jawa Pertengahan yang biasanya berupa kidung, Jaman Islam (Nitistruti dan suluk) yang memuat angka tahun berbentuk *cakakala* dan kitab dari jaman Surakarta yang memuat angka tahun berbentuk *candrasengkala*, antara lain sebagai berikut (Sindunegara, 1997).

- 1). Prasasti Canggal: *Cruti Indria Rasa*, tahun 654 S (732 M).
- 2). Prasasti Karang Tengah: *Rasa Sagara Ksitidhara*, tahun 746 S (824 M).
- 3). Prasasti Wantil: *Wualung Gunung sang Wiku*, tahun 778 S (856 M).
- 4). Babad Arya Tabanan dari Bali: *Dwaraning Buta Sanga* 959 S (1037 M); *Basmi Buta Rwaning Ulam*, 1250 S (1328 M); *Sad Buta Manon Janmo*, 1256 S (1334 M); *Sad Buta Ngapit Sasongko*, 1256 S (1334 M).
- 5). Kitab Bharatayudha: *Sanga Kuda Cuddha Candrama*, 1079 S (1157 M)
- 6). Kitab Haricraya: *Sad Sanga Njala Candra*, 1496 S (1574 M)
- 7). Kitab Kidung Subrata: *Tiga Rasa Dadi Jalma*, 1463 S (1541 M)
- 8). Kitab Kidung Panji Angreni: *Guna Paksa Kaswareng Rat*, 1723

namun tidak dijelaskan kalender yang digunakan.

- 9). Kitab Nitistruti: *Bahmi Maha Stra Chandra*, 1513 S (1591 M)
- 10). Suluk Wujil: *Panerus Tingal Tataning Nabi* atau 1529 S (1607 M)
- 11). Kitab Wiwaha Jarwa: *Tasik Sonya Giri Juga*, 1704 J (sekitar 1782 M)
- 12). Kitab Panitisastra: *Tata Tri Gora Ratu*, 1735 J (sekitar 1813 M)

Catatan ini menunjukkan bahwa orang Jawa sudah mengenal pencatatan angka tahun dengan menggunakan sengkala setidaknya sejak tahun 732 M dan masih terus dilestarikan hingga sekarang. Dalam pembuatan sengkala, sangkala, atau sengkalan, terdapat beberapa aturan yang harus dipenuhi, yaitu:

- 1). Harus jelas menyebutkan kalender yang digunakan. Penggunaan kalender Saka, harus secara eksplisit menyebutkan kata *cakakala*, *sakawarsa*, atau *purwakala*, kalender Hijriah atau Jawa harus menyebutkan kata *candrasengkala*, dan kalender Masehi harus menyebutkan *suryasengkala*.
- 2). Kata-kata berwatak bilangan yang dipilih sebaiknya yang sudah umum digunakan.
- 3). Harus berupa rangkaian kata-kata yang bermakna, menunjukkan angka tahun tertentu dan dapat menjelaskan peristiwa yang terjadi atau pesan yang hendak disampaikan.
- 4). Penyusunan sengkala dimulai dari kiri ke kanan, tetapi pembacaan angka tahunnya dimulai dari kanan ke kiri
- 5). Sedikitnya menggunakan dua kata sehingga untuk tahun satuan dituliskan dengan menambahkan satu atau lebih angka 0 di depannya, misalnya 01, 002, 0007.
- 6). Jika sudah tidak memunculkan keraguan, penyebutan bilangan abad dapat dihilangkan, sehingga

hanya disebutkan tahun puluhan atau satuannya saja

- 7). Penggunaan kata-kata yang berwatak bilangan 10, 11, 12 dan sebagainya dapat digunakan untuk penyusunan sengkala yang berabad 11, 12, 13.
- 8). Dapat disisipkan satu atau lebih kata-kata yang tidak berwatak bilangan
- 9). Dapat disisipkan satu atau lebih kata-kata berwatak bilangan nol, sejauh tidak mengubah angka tahun yang dimaksudkan.

b. Kontribusi Tradisi Jawa Terhadap Matematika

Apakah nenek moyang kita tidak memiliki kebiasaan bermatematika? Jika ada, apakah kebiasaan tersebut dilakukan begitu saja, ataukah sudah terdokumentasi dengan baik? Sengkala diciptakan bukan untuk merekam aktifitas matematika orang Jawa, tetapi bahwa pada sengkalan terdapat konsep matematika adalah hal lain yang tidak dapat disangkal. Oleh karena itu, untuk dapat membuat sengkala maka pembuatnya harus memahami konsep matematika terutama konsep nilai tempat, selain tentunya aspek kebahasaan dan watak bilangan.

Meskipun sama-sama digunakan untuk menunjuk suatu angka tahun tertentu yang diperoleh dengan penjumlahan suku-sukunya, namun terdapat perbedaan antara sengkala dengan kronogram. Struktur sengkala sangat sistematis, teratur, logis dan mengekspresikan keruntutan tertentu, sebab suku-sukunya disusun secara bertingkat dari kecil ke besar. Berbeda dengan kronogram yang pengaturan suku-sukunya tidak mengikuti pola tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa penyusun sengkala mensyaratkan penggunaan logika berpikir yang runtut dan efisien.

Dengan menggali sengkala, dapat diketahui kontribusi apa saja yang disumbangkan oleh tradisi Jawa terhadap matematika. Kontribusi dalam hal ini lebih bermakna sebagai pengetahuan matematika apa yang telah dimiliki dan dikuasai oleh orang Jawa. Jika kontribusi tersebut sudah ada di dalam matematika yang dikenal sekarang ini, setidaknya tradisi Jawa telah memiliki, menyimpan dan mengawetkan pengetahuan matematika tersebut. Jika kontribusi tersebut belum ditemukan ada pada matematika yang sekarang dikenal, maka dapat dikembangkan menjadi pengetahuan baru. Beberapa kontribusi tersebut adalah:

- 1). Berpotensi untuk mengembangkan sistem bilangan basis 10 (desimal).
- 2). Telah mengenal konsep bilangan nol dan lambang bilangan nol
- 3). Telah mengenal bilangan bulat positif (bilangan cacah)
- 4). Kata-kata dapat memiliki watak bilangan tertentu mulai dari 1, 2, 3, ..., 9, 0, termasuk bilangan 10, 11, 12 dan lain-lain
- 5). Bilangan dituliskan dengan menggunakan sistem abjad, yaitu huruf sekaligus sebagai angka.
- 6). Aplikasi sistem bilangan pada penggunaan sengkala didasarkan pada nilai letak. Operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, pembagian dan perpangkatan mungkin sudah dikenal karena operasi-operasi tersebut terangkum dalam nilai letak.
- 7). Pembacaan angka tahun sengkala sebagai kebalikan dari rangkaian kata-kata dalam sengkala tersebut menjelaskan dikenalnya sistem pengkodean (*coding*) meskipun sederhana. Terdapat saling invers antara penulisan angka tahun dan pembacaannya.
- 8). Pembacaan sengkala miring yang didasarkan pada sengkala lamba

merupakan proses penyandian yang didasarkan pada delapan metode penurunan watak bilangan.

Sebagai catatan, kontribusi ini sudah diberikan sejak tahun 78 M atau 230 M atau 732 M atau paling lambat 778 M, tergantung tahun yang disepakati sebagai tahun penciptaan sengkala.

1). Bilangan Nol

Penggunaan nol adalah penemuan cerdas, sebab dengan adanya bilangan nol dapat ditentukan nilai letak atau nilai tempat (*place value*) dari sebuah angka. Penemuan angka nol juga memungkinkan terciptanya operasi-operasi matematika yang sangat rumit (Schimmel, 2006). Seperti tradisi bangsa-bangsa lainnya, orang Jawa memahami konsep bilangan secara kongkrit melalui menghitung banyaknya suatu benda sehingga mereka lebih dulu mengenal bilangan 1, 2, 3, ..., 9. Bilangan nol dikenal (disadari) lebih belakangan dibanding sembilan buah bilangan lainnya sehingga sistem bilangan Jawa adalah berbasis 10 atau desimal dan bilangan-bilangan sesudahnya dituliskan dengan kombinasi kesepuluh bilangan tersebut.

Dua informasi yang sangat bernilai mengenai sudah adanya penggunaan bilangan di Indonesia sebelum 876 M datang dari Joseph dan sejak 683 M datang dari Joyce. George Gheverghese Joseph dari *University of Manchester* menyatakan bahwa Indonesia sudah mengenal dan menggunakan bilangan, lebih khusus lagi, sistem numerasi Hindu sebelum 876 M, dengan pernyataan berikut, "*There is earlier evidence of the use of Indian system of numeration in South East Asia in areas covered by present-day countries such as Malaysia, Cambodia and Indonesia, all of whom were under the cultural influence of*

India" (Joseph, 2008). Penggunaan bilangan di Indonesia, lebih khusus lagi di Sumatra, diungkapkan oleh D. Joyce dari *Clark University*, "683 C.E zero digit used in Hindu colonies in Khmer (Cambodia) and Sumatra" (Joyce, 2006).

Pengenalan angka 0 oleh orang Jawa yang relatif cepat adalah wajar sebab Aji Saka sebagai penggagasnya pernah menjadi raja Kerajaan Surati di India, dan orang India sudah mengenal angka nol sejak abad VI SM yang berasal dari konsep *shunya* (kekosongan) dalam agama Hindu (Schimmel, 2006). Hal ini didukung oleh adanya kata-kata yang berwatak bilangan nol dan penamaan bilangan nol dengan *das* dalam bahasa Jawa Kuna (Kawi). Menurut Bratakesawa (1980:85) *das* berarti hilang, lenyap, habis, dan nol.

Sengkala *Sanga Kuda Cudda Candrama* berangka tahun 1079 S (seribu tujuh puluh sembilan) menunjukkan kemampuan berhitung hingga ribuan telah dikuasai orang Jawa di tahun 1157 M. Sengkala tersebut dapat disajikan seperti di bawah ini:

<i>sanga</i>	<i>kuda</i>	<i>cudda</i>	<i>candrama</i>
9	7	0	1

Sengkala di atas jika dinyatakan dalam nilai tempat menjadi [9;7;0;1]. Hal ini menunjukkan bahwa bilangan nol sudah dikenal dan sudah digunakan dalam pembuatan sengkala, tetapi tidak berarti bahwa bilangan nol baru dikenal dan digunakan pada tahun 1157 M. Belum ditemukan adanya sengkala yang mengandung watak bilangan nol yang lebih tua dari sengkala ini.

Jika sengkala untuk tahun 1079 S dibuat dengan menggunakan kata yang berwatak bilangan 10, seperti yang disajikan di bawah ini:



<i>sanga</i>	<i>kuda</i>	<i>dasaluhur</i>
9	7	10

Dalam bentuk nilai tempat dituliskan dengan [9;7;10] sehingga terbuka kemungkinan angka 0 belum dikenal, sebab ada kemungkinan bilangan sepuluh tidak dituliskan dengan 10 tetapi dengan X atau lainnya. Meskipun [9;7;0;1] dan [9;7;10] bernilai sama akan tetapi yang pertama dipastikan bilangan nol sudah diketahui dan yang kedua ada kemungkinan bilangan nol belum diketahui. Tambahan lagi, karena sengkalanya menggunakan kata berwatak bilangan 0.

Tanda Maya untuk angka nol adalah *shell* (tiram) kosong, yang disebut *xok* berarti sesuatu yang bulat dan melengkung atau obyek dengan karakteristik cekung, dan masa paling awal bangsa Maya diketahui mengenal bilangan nol adalah 200 M (Schimmel, 2006). Schimmel menulis, orang-orang Arab mengadopsi sistem India, yang di dalamnya terdapat angka nol, tak lama setelah kemunculan agama Islam (sekitar 650 M) dan angka India pertama kali ditemukan dalam sebuah buku Syria bertahun 662 M (Schimmel, 2006). Leonardo Fibonacci dari Pisa dan John dari Sacrobosco adalah dua orang yang secara intensif memperkenalkan angka Arab di barat atau Eropa, sekitar tahun 1200 M (Fibonacci wafat 1250 M).

Tahun paling awal yang dirujuk sebagai saat pertama kali orang Jawa mengenal bilangan nol adalah tahun 78 M, yaitu saat Aji Saka menjadi raja di Kerajaan Medang. Jika tahun 78 M yang diyakini, maka orang Jawa mengenal nol lebih awal dibanding bangsa Maya, Arab-Muslim dan Eropa. Tahun lain yang dirujuk sebagai saat pertama kali orang Jawa mengenal nol adalah tahun 230 M saat Empu Ramadi menciptakan sengkala. Setidaknya, orang Jawa

hampir bersamaan dengan bangsa Maya dalam mengenal nol, tetapi masih tetap lebih awal dibanding Arab-Muslim dan Eropa. Tahun berikutnya adalah 732 M yang tertuang dalam prasasti Canggal dengan sengkala *Cruti Indria Rasa*, tahun 654 S (732 M). Masa paling akhir yang diyakini sebagai saat pertama kali orang Jawa mengenal nol adalah 778 M. Berdasarkan tahun 778 M ini, kesadaran adanya bilangan nol bagi orang Jawa tetap jauh lebih awal dibanding orang Eropa.

Setidaknya fakta sejarah ini memberi kebanggaan meskipun dalam perkembangan selanjutnya keunggulan tersebut tidak dikemas dan dipelihara dengan baik. Pengenalan bilangan nol bagi orang Jawa nampaknya lebih dilatarbelakangi oleh aspek agama (keyakinan) dan olah rasa, dan bukan dilatarbelakangi aspek matematis sehingga matematika tidak lebih dikembangkan dibanding olah rasa, etika, dan moral. Meskipun aspek matematis juga disadari keberadaannya, namun karena kurang dipentingkan, menyebabkan konsep bilangan tidak digunakan untuk mengembangkan pengetahuan matematika lebih lanjut.

Dengan diketahuinya bilangan nol maka keterampilan orang Jawa dalam berhitung sudah dapat menjangkau puluhan, ratusan, bahkan sampai ribuan. Menambah lambang 0 di belakang suatu bilangan berarti mengalikan bilangan tersebut dengan 10 dan menambah lambang 00 di belakang suatu bilangan berarti mengalikan bilangan tersebut dengan 100 dan seterusnya.

2). Sistem Nilai Tempat (*Place Value*)

Nilai tempat atau nilai letak (*place value*) pada bilangan adalah arti yang

diberikan kepada masing-masing digit pada bilangan multi-digit, misalnya satuan, puluhan, ratusan, dan seterusnya. Kemampuan memahami nilai tempat menurut Miura (Hartono, 2004) memberi pengaruh pada kemampuan untuk memanipulasi angka dan melakukan penalaran matematika. Kemampuan

untuk memahami konsep nilai tempat juga sangat penting untuk mengerti penjumlahan dan pengurangan dengan pengelompokan (misalnya pengurangan dengan meminjam puluhan), selain juga menjadi dasar untuk operasi perkalian dan pembagian.

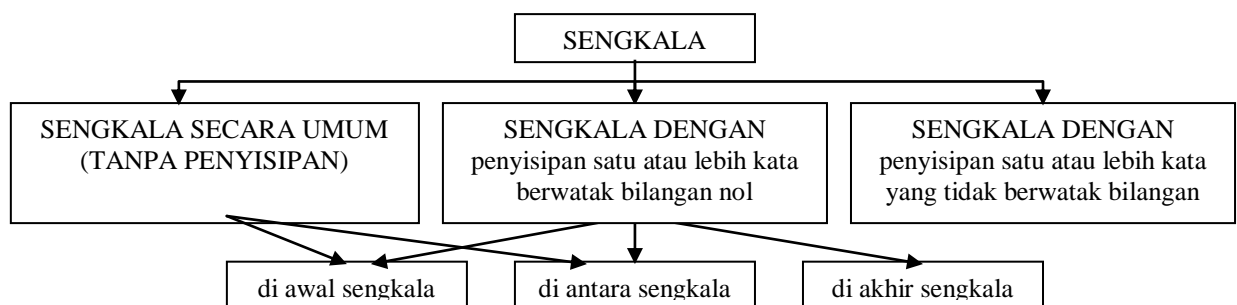
Sengkala disusun dengan pola sebagai berikut:

_____ _____ _____ _____
ekan (satuan) *dasan* (puluhan) *atusan* (ratusan) *ewon* (ribuan)

Dengan nilai tempat, pola sengkala di atas dapat dinyatakan dengan: [satuan; puluhan; ratusan; ribuan]. Oleh karena pelafalan bilangan dalam bahasa Jawa dan juga Indonesia dimulai dari yang terbesar, maka pembacaan angka tahun pada sengkala dimulai dari angka yang paling kanan.

Sengkala harus berupa kalimat dan pengertian yang terkandung dalam kalimat tersebut harus dengan cermat menerangkan keadaan yang dibuatkan sengkalanya. Untuk keperluan kepantasan dan estetika,

menurut Bratakesawa dapat ditambahkan satu atau lebih kata penyisip yang tidak berwatak bilangan (Bratakesawa, 1980). Menurut penulis, secara matematis, dapat juga disisipkan satu atau lebih kata-kata yang berwatak bilangan nol, yang dapat dilakukan di awal sengkala, di antaranya, atau di akhir. Hal ini dimungkinkan karena pada sengkala terkandung konsep penjumlahan. Berkaitan dengan hal ini, penulis membagi sengkala dalam lima kategori, seperti tampak pada gambar 2.



Gambar 2. Pembagian Sengkala Tanpa atau Dengan Penyisipan

a). Sengkala Secara Umum (Tanpa Penyisipan)

Sengkala *Sirna Ilang Kertaning Bumi* menunjuk pada angka tahun 1400 S, sebab kata-kata *sirna* dan *ilang* berwatak 0, *kertaning* berwatak 4 dan *bumi* berwatak 1.

sirna *ilang* *kertaning* *bumi*
 0 0 4 1

Dua buah kata berwatak bilangan 0 dalam sengkala tersebut bukanlah jenis penyisipan, sebab jika

penyisipan maka yang dirujuk adalah tahun 14 S.

Dalam sistem nilai letak dapat dituliskan sebagai $[0;0;4;1]$ yang artinya

$$(0 \times 10^0) + (0 \times 10^1) + (4 \times 10^2) + (1 \times 10^3)$$

dan hasilnya juga 1400. Dengan konsep nilai letak ini, maka dipastikan orang Jawa sudah mengenal operasi penjumlahan dan perkalian. Mungkin saja orang Jawa belum mengenal operasi perpangkatan, tetapi jika ini belum setidaknya mereka sudah mengenal satuan, puluhan, ratusan dan ribuan, sehingga sudah dapat berhitung sampai ribuan. Dengan demikian, angka nol berfungsi untuk mengisi jarak di antara angka-angka agar mudah membedakan kedudukan sebuah angka dalam satuan, puluhan dan seterusnya.

b). Sengkala dengan Penyisipan Satu atau Lebih Kata yang Tidak Berwatak Bilangan

Pada prasasti Wantil terdapat sengkala yang berbunyi *Wualung Gunung Sang Wiku* yang terdiri dari empat suku kata. Kata *wualung* berwatak 8, *gunung* berwatak 7, *wiku* berwatak 7 dan kata *sang* tidak berwatak bilangan. Sengkala tersebut menunjuk angka tahun 778 S (856 M).

$$\begin{array}{cccc} wualung & gunung & sang & wiku \\ 8 & 7 & - & 7 \end{array}$$

Oleh karena kata *sang* tidak berwatak bilangan, maka dalam sistem nilai tempat sengkala tersebut dituliskan dengan $[8;7;7]$ yang artinya $(8 \times 10^0) + (7 \times 10^1) + (7 \times 10^2)$ atau $8 + 70 + 700 = 778$. Secara matematis, penyisipan kata yang tidak berwatak bilangan tidak akan merubah angka tahun yang dimaksudkan, dengan kata lain satuan akan tetap bernilai satuan,

puluhan akan tetap bernilai puluhan dan seterusnya. Penyisipan kata tidak berwatak bilangan, satu atau lebih, yang dilakukan di akhir sengkala atau di awal sengkala, juga tidak akan merubah kedudukan masing-masing bilangan, artinya satuan akan tetap berkedudukan sebagai satuan.

c). Sengkala dengan Penyisipan Satu atau Lebih Kata yang Berwatak Bilangan Nol di Akhir Sengkala

Dari sisi susastra, satuan pada sengkala ditempatkan pada bagian paling kiri dan makin ke kanan nilai bilangannya semakin besar (satuan, puluhan, ratusan, ribuan dan seterusnya). Menurut Bratakesawa jika susunan kata-katanya kurang lengkap atau pantas, dapat ditambahkan lagi susunan kata yang berwatak bilangan nol, sebanyak sebuah atau lebih (Bratakesawa, 1980). Oleh karena itu, tahun 1 Saka tidak dapat dinyatakan dengan *jebug* yang berarti pinang, sebab *jebug* bukanlah kalimat dan tidak dapat merepresentasikan situasi yang terjadi saat itu. Disisipkanlah satu atau lebih kata-kata yang berwatak bilangan nol, tentunya harus diletakkan di sebelah kanan (di akhir/setelah) kata *jebug*, misalnya: *Jebug Awuk* (Pinang Masak) = 01 atau *Kunir Awuk Tanpa Dalu* (Kunyit Busuk Tanpa Malam) = 0001.

Dari sisi matematika, hal ini memperlihatkan bahwa angka 1 dapat dituliskan dengan 1, 01, 001, 0001, dan seterusnya. Ini berarti keberadaan angka nol, berapapun banyaknya di depan suatu bilangan asli adalah tidak bermakna, sebab kuantitas terkecil dalam bilangan asli adalah satuan, belum dikenal bilangan desimal. Akibatnya, bilangan yang lebih kecil dari satuan dianggap tidak ada. Jadi, terdapat kesesuaian antara konsep

matematika dengan konsep pembuatan sengkala, dengan kata lain konsep pembuatan sengkala sangat matematis dan didasarkan pada bilangan asli, bilangan yang baru dikenal pada masa penciptaannya.

Untuk menyatakan tahun 1 Saka dapat digunakan sengkala *jebug awuk* atau *kunir awuk tanpa dalu*. Kata *jebug* dan *kunir* mempunyai watak 1 dan kata *awuk*, *tanpa*, *dalul* berwatak 0. Pembacaan sengkala adalah dari kanan ke kiri sehingga *jebug awuk* menunjukkan angka tahun 01 dan *kunir awuk tanpa dalu* menunjukkan angka tahun 0001, seperti pada bagan berikut:

<i>jebug</i>	<i>awuk</i>		<i>kunir</i>	<i>awuk</i>	<i>tanpa</i>	<i>dalul</i>
1	0		1	0	0	0

Dalam sistem nilai tempat dituliskan dengan [1;0] dan [1;0;0;0]

Ternyata untuk menunjukkan angka 1 dapat digunakan angka 01 atau 0001 sebab berdasarkan sistem nilai tempat 1 dituliskan dengan [1] yang menyatakan 1×10^0 , 01 dalam dituliskan dengan [1;0] yang menyatakan $(1 \times 10^0) + 0$, 0001 dituliskan dengan [1;0;0;0] yang menyatakan $(1 \times 10^0) + 0 + 0 + 0$. Abstraksi dan deduksi seharusnya mengantarkan orang Jawa untuk sampai kepada konsep tak hingga sebab 1 adalah 00000.....01, namun pengetahuan seperti ini belum ditemukan sumbernya.

Sindunegara satu pendapat dengan Bratakesawa bahwa penambahan kata-kata yang berwatak bilangan nol dimaksudkan untuk keindahan kalimat agar enak susunan kalimatnya dan juga untuk melengkapi suku kata dalam tembang (Sindunegara, 1997). Dalam kitab Nagarakertagama terdapat kalimat *manama Cayaraja sirnna*

rikaning Cakabda bhujagosasiksaya pejah yang mengisahkan terbunuhnya Cayaraja pada masa pemerintahan Kertanegara (Sindunegara, 1997). Dalam kalimat tersebut terdapat *cakakala bhujagosasiksaya pejah* dengan kata *cakabda* yang menunjukkan tahun Saka.

<i>bhuja</i>	<i>go</i>	<i>sasi</i>	<i>ksaya</i>	<i>pejah</i>
1	9	1	1	0

Cakakala tersebut merujuk pada tahun 01191 S. Namun karena angka 0 yang posisinya paling kiri tidak bermakna, maka tahun yang dirujuk adalah 1191 S. Kata *pejah* yang berwatak bilangan 0 dalam perhitungan tahunnya harus dihilangkan karena hanya berfungsi untuk melengkapi banyaknya suku kata dalam tembang. Jadi, pada *cakakala*, kata terakhir yang berwatak nol tidak dihitung dalam penyusunan angka tahun. Dengan demikian $[1;9;1;1;0] = [1;9;1;1]$ dan tentunya juga akan sama dengan $[1;9;1;1;0;0]$

Berdasarkan hal ini, maka pada sengkala kata berwatak bilangan yang terletak paling kiri bernilai satuan (10^0), kedua paling kiri bernilai puluhan (10^1), ketiga dari kiri bernilai ratusan (10^2), ribuan (10^3) dan seterusnya. Ini memperlihatkan bahwa orang Jawa sudah menggunakan konsep nilai letak pada aritmatika untuk penyusunan sengkala.

d). Sengkala dengan Penyisipan Satu atau Lebih Kata yang Berwatak Bilangan Nol di Antara Sengkala

Kata berwatak bilangan nol yang terdapat di antara *cakakala*, harus tetap dihitung, seperti pada contoh berikut yang bertahun 1079 S (1157



M). Tahun penulisan kitab Bharatayudha oleh Mpu Panuluh ditandai dengan sengkala *Sanga Kuda Cuddha Candrama* (Sindunegara, 1997). Kata *cuddha* memiliki watak bilangan nol.

<i>sanga</i>	<i>kuda</i>	<i>cuddha</i>	<i>candrama</i>
9	7	0	1

Untuk contoh ini, jika angka 0 tidak dihitung maka tahun yang dirujuk adalah 179 S dan bukan 1079 S. Jadi, keberadaan angka 0 pada contoh ini bukan untuk keindahan atau melengkapi suku kata dalam tembang, tetapi memang harus ada. Dengan kata lain, keberadaan angka 0 dalam kasus ini sesungguhnya bukanlah suatu penyisipan. Jelas bahwa [9;7;0;1] berbeda dengan [9;7;1]. Hal ini menjelaskan bahwa penyisipan kata-kata berwatak bilangan nol di antara sengkala harus dihitung. Kasus ini tidak berbeda dengan sengkala secara umum (tanpa penyisipan) dan jika diperlukan penyisipan maka hanya bisa dilakukan dengan menambahkan kata-kata yang tidak berwatak bilangan.

e). Sengkala dengan Penyisipan Satu atau Lebih Kata yang Berwatak Bilangan Nol di Awal Sengkala

Kata berwatak bilangan nol yang terdapat pada awal cakakala, harus tetap dihitung, seperti pada contoh berikut yang bertahun 1660 Saka (Sindunegara, 1997):

<i>pegat</i>	<i>pangrasa</i>	<i>winaya</i>	<i>pisa</i>
0	6	6	1

Untuk contoh ini jika angka 0 tidak dihitung, maka tahun yang ditunjuk adalah 166 S dan bukan 1660 S. Jadi, keberadaan angka 0 pada contoh ini bukan untuk keindahan atau melengkapi suku kata dalam tembang, tetapi memang harus ada.

Dengan kata lain, keberadaan angka 0 dalam kasus ini sesungguhnya bukanlah suatu penyisipan.

Sengkala *pegat pangrasa winaya pisa* jika dituliskan dalam sistem nilai letak akan menjadi [0;6;6;1] dan ini berbeda dengan [6;6;1], namun akan sama dengan [0;6;6;1;0]. Hal ini menjelaskan bahwa penyisipan kata-kata berwatak bilangan nol di awal sengkala harus dihitung. Sama seperti kasus sebelumnya, kasus ini pada akhirnya kembali merujuk pada sengkala secara umum (tanpa penyisipan) dan jika diperlukan penyisipan maka hanya bisa dilakukan dengan menambahkan kata-kata yang tidak berwatak bilangan.

3). Sengkala dengan Penggunaan Bilangan Berwatak Puluhan

Terdapat satu kasus lagi yaitu yang berkaitan dengan penggunaan bilangan berwatak puluhan yang biasanya digunakan untuk penulisan abad. Abad tertentu dapat diwakili oleh kata tertentu, seperti abad ke-12 diwakili oleh kata *indu* yang berwatak 11 dan abad ke-13 diwakili kata *ina* yang berwatak 12. Kitab Negarakertagama memberikan contoh kata yang berwatak 11 dan 12 (Sindunegara, 1997) seperti pada kalimat (1) *nguni cakabdhidecenduhana sira maharapa yiddhekawira* dan (2) *ring cakarttucarena rakwa ri wijil nrpati tlas inastwaken prabhu*. Cakakala pada kalimat pertama terdapat pada kata *cakabdhidecendu* menunjuk tahun 1104 S.

<i>abdhi</i>	<i>deca</i>	<i>indu</i>
4	0	11

Dalam bentuk nilai tempat angka tahun tersebut harus dituliskan dengan [4;0;11] yang artinya $(4 \times 10^0) + (0 \times 10^1) + (11 \times 10^2)$ atau $4 + 0 + 1100 = 1104$. Bentuk penulisan



[4;0;1;1] juga menghasilkan angka yang sama yaitu 1104. Dengan demikian penulisan $[4;0;11] = [4;0;1;1]$

Cakakala pada kalimat kedua terdapat pada kata *cakarttucarena* yang menunjuk pada angka tahun 1256 Saka. Berdasarkan contoh di atas maka $[6;5;12] = [6;5;2;1]$.

<i>retu</i>	<i>cara</i>	<i>ina</i>
6	5	12

Sebagai catatan, pengetahuan ini telah dikuasai pada masa 78 M atau 230 M, atau 732 M atau paling lambat 778 M. Pengetahuan seperti ini, untuk masa sekarang tidak cukup berarti, namun pada masa tahun 78 M, 230 M, 732 M atau 778 M dapat dikatakan sebagai pengetahuan yang sangat tinggi dan membanggakan pada masanya, sebab jika kita hidup di tahun 778 M dan bepergian ke Eropa, nampaknya bangsa Eropa masih barbar, belum beradab dan dipastikan belum mengenal bilangan nol.. Mungkin ini adalah *da Vinci Code*-nya orang Jawa.

4). Pengembangan Hasil-Hasil

Dengan dimilikinya kesadaran akan bilangan termasuk bilangan nol dan dimilikinya pengetahuan tentang nilai tempat, maka berbagai operasi matematika dapat dikembangkan dari hasil-hasil yang diperoleh melalui sengkala. Cukup wajar jika diduga bahwa operasi-operasi tersebut juga sudah diketahui dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari orang Jawa, namun bukti tertulis belum ada. Meskipun angka yang diperoleh dari sengkala menunjuk pada tahun tertentu, namun dalam pengembangannya tidak harus selalu menunjuk pada angka tahun tetapi dapat menunjuk pada angka apapun, misalnya jarak dua tempat, usia, berat dan lain-lain

Dengan adanya kesadaran terhadap bilangan nol, maka sistem nilai tempat dapat berfungsi dengan efisien sehingga dapat dibedakan antara $[9;7;0;1]$ dengan $[9;7;10]$. Meskipun keduanya menunjuk pada nilai yang sama, namun pada $[9;7;0;1]$ dipastikan bahwa angka 0 sudah dikenal tetapi pada $[9;7;10]$ angka 0 belum tentu dikenal, sebab 10 dapat saja dinyatakan dengan X, seperti pada penulisan Romawi.

Tahun 1191 dalam sistem nilai tempat yang dikembangkan melalui sengkala dituliskan dengan $[1;9;1;1]$. Penulisan yang berbeda tetapi menunjukkan angka tahun yang sama adalah $[1;9;1;1;0]$, berdasarkan penjelasan 3.2.3. Bentuk lain yang memberikan hasil yang sama adalah $[1;9;11]$ yang diperoleh berdasarkan penjelasan 3.3. Sekali lagi dengan menggunakan penjelasan 3.2.3 maka $[1;9;11] = [1;9;11;0]$. Sebaliknya $[4;0;11] = [4;0;1;1]$ dan $[6;5;12] = [6;5;2;1]$.

Tahun 166 dalam sistem nilai tempat yang dikembangkan melalui sengkala dituliskan dengan $[6;6;1]$. Dengan menggunakan penjelasan 3.2.5 dapat diperoleh angka tahun 1660 yang dinyatakan dengan $[0;6;6;1]$. Hubungan keduanya adalah $[0;6;6;1] = 10 \times [6;6;1]$. Demikian juga $[0;6;6;1] = 10 \times [6;6;1;0]$. Demikian juga $[0;0;4;1] = 100 \times [4;1]$

5). Pendeduktifan Hasil-Hasil

Penyisipan kata-kata berkarakter bilangan nol di antara kata-kata juga sudah dapat dipahami mempunyai makna yang berbeda dengan menyisipkan kata-kata berwatak bilangan nol pada akhir sengkalan dan bermakna sama jika disisipkan pada awal sengkala. Hal ini menjelaskan konsep nilai tempat sudah dikenal pada tahun 78 M, 230 M, 732 M atau paling lambat 778 M,

tergantung tahun mana yang diyakini sebagai tahun diciptakannya sengkala. Dapat disimpulkan bahwa penyisipan satu atau lebih kata berwatak bilangan 0 tidak akan merubah angka tahun jika dilakukan pada akhir sengkala. Penyisipan kata berwatak bilangan nol di awal atau di antara sengkala akan merubah angka tahun. Kesimpulan ini hanya mungkin diketahui jika konsep nilai tempat dipahami. Dengan demikian penyusun sengkala haruslah orang yang memahami konsep nilai letak, khususnya dalam kaitannya dengan bilangan nol.

Penyisipan satu atau lebih kata berwatak bilangan nol dalam pembuatan sengkala dimaksudkan untuk keindahan, tetapi dari aspek matematika kesadaran tersebut merupakan pengetahuan yang tinggi. Perhatikan bahwa dengan pengetahuan nilai letak yang terdapat pada sengkala, maka $[0;0;4;1]$ tidak sama dengan $[0;0;4;0;1]$, tetapi sama dengan $[0;0;4;1;0]$ demikian juga $[1;0]$ akan sama dengan $[1;0;0]$ dan sama dengan $[1;0;0;0]$. Pengetahuan seperti ini tidak akan dikuasai tanpa adanya bilangan 0. Dengan dikenalnya bilangan nol dan dipahaminya konsep nilai letak maka dengan mudah orang Jawa yang hidup pada tahun 78 M dapat mengetahui bahwa $[0;0;0;4;1] = 10 \times [0;0;4;1]$. Keberadaan angka nol menyebabkan operasi aritmatika dapat dibuat menjadi semakin rumit namun dapat diselesaikan dengan indah. Matematika yang *useful* dan *beautiful*. Konsep nilai letak juga menyadarkan bahwa $[1;0]$ tidak sama dengan $[0;1]$, tetapi $[0;1]$ bernilai sama dengan $[0;1;0]$. Dapat dibedakan, kapankah bilangan nol mempunyai fungsi dan kapankah hanya sebagai hiasan untuk estetika. Konsep nilai letak dan pengenalan bilangan nol secara matematis juga menjelaskan mengapa angka tahun pada sengkala harus dibaca dari

kanan ke kiri. Jadi, kemampuan memahami nilai tempat berpengaruh pada kemampuan memanipulasi angka dan melakukan penalaran matematika.

Pengetahuan-pengetahuan yang telah diperoleh dapat diformalkan dan disusun secara deduktif dalam bentuk teorema dilengkapi dengan pembuktiannya. Sebutlah sebagai sengkalamatika, yaitu teori bilangan yang dihasilkan dari sengkala. Tidak disarankan $[6;5;2;1]$ untuk dituliskan dalam bentuk $[56;2;1]$ tetapi dapat ditulis dengan $[56;0;2;1]$ yaitu dengan menyisipkan kata berwatak bilangan nol di antara sengkala. Sangat menarik. Penulisan lain adalah $[6;5;2;1] = [56;0;12]$. Semakin menarik. Contoh-contoh ini pada akhirnya akan menghasilkan teorema-teorema turunan.

4. Simpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diperoleh antara lain (1) sengkala diciptakan bukan untuk merekam aktifitas matematika orang Jawa, tetapi bahwa sengkala kaya dengan konsep dan pengetahuan matematika adalah hal lain yang tidak dapat disangkal, (2) penggunaan sengkala menunjukkan bahwa orang Jawa lebih awal dalam mengenal dan menggunakan bilangan nol dibanding bangsa Eropa dan paling tidak hampir sejaman dengan orang Arab-Muslim, (3) konsep nilai letak dan pengenalan bilangan nol secara matematis dapat menjelaskan mengapa angka tahun pada sengkala harus dibaca dari kanan ke kiri dan memungkinkan untuk melakukan perhitungan hingga jutaan dan seterusnya, (4) dapat dibedakan, kapankah bilangan nol mempunyai fungsi dan kapankah hanya sebagai hiasan untuk estetika, (5) sudah waktunya untuk mengabstraksikan matematika yang digali dari tradisi agar menjadi matematika formal

deduktif, menjadi Euclid melalui tradisi sendiri. Pengetahuan matematika yang diperoleh dapat diformalkan dan disusun secara deduktif dalam bentuk teorema dilengkapi dengan pembuktiannya, (6) pembelajaran matematika melalui eksplorasi budaya Jawa, misalnya melalui sengkala, selain menemukan aspek matematikanya, juga mengajarkan nilai-nilai yang

terkandung di dalamnya (*human values*), membelajarkan aspek sejarah bangsa dan melalui metode hermeneutika dapat diketahui kejadian yang menyertai sengkala tersebut, (7) keunggulan di masa lampau haruslah dijadikan sebagai motivasi untuk mengejar ketinggalan dan balik mengungguli bangsa-bangsa lain.

Daftar Pustaka

- Anglin, W.S. (1994). *Mathematics: A Concise History and Philosophy*. New York: Springer Verlag Inc.
- Bratakesawa, R. (1980). *Keterangan Candrasengkala*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Enthung, K. (2009). *Tentang Sengkolo/Sengkala (Sengkalan)*. [Online]. Tersedia: <http://pancamukti.blogspot.com/2009/06/sengkolo-sengkala-sengkalan.html>. [26 Juli 2010].
- Gunawan, H. (2007). *Perkembangan Matematika di Indonesia*. <http://personal.fmipa.itb.ac.id/.../matematika-di-indonesia-bagian-1.pdf>, diakses pada 19 Agustus 2010
- Hartono, H.S. (2004). *Kemampuan Memahami Angka dan Matematika pada Anak: Suatu Tinjauan Budaya dan Kognitif*. [Online]. Tersedia: <http://blogger.kebumen.info/docs/kemampuan-memahami-angka-dan-matematika-pada-anak-suatu-tinjauan.pdf>. [3 Agustus 2010].
- Joyce, D. (2006). *Outline of the History of Mathematics in India*. [Online]. Tersedia: <http://aleph0.clarku.edu/~djoyce/ma105/india.pdf>. [19 Agustus 2010].
- Joseph, G.G. (2008). A Brief History of Zero. *Tarikh-e 'Elm: Iran Journal for the History of Science*, 6, (2008), 37-48. [Online]. Tersedia: http://www.sid.ir/en/VEWSSID/J_pdf/12392000601.pdf [19 Agustus 2010].
- Prasaja, S.A. (2009). *Sengkalan (Kawruh Bab Pangrakiting Sengkalan)*. [Online]. Tersedia: <http://www.ziddu.com/download/5813232/SENGKALAN.pdf.html> [18 Agustus 2010].
- Schimmel, A. (2006). *Misteri Angka-Angka dalam Berbagai Peradaban Kuno dan Tradisi Agama Islam, Yahudi, dan Kristen*. Bandung: Pustaka Hidayah.
- Sindunegara, K. (1997). Struktur Cakakala serta Manfaatnya untuk Penelitian Sejarah. *Makalah disajikan dalam Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Madya dalam Ilmu Filologi pada Fakultas Sastra Universitas Diponegoro di Semarang*, 27 Desember 1997. [Online]. Tersedia: http://eprints.undip.ac.id/306/1/Karyana_Sindunegara.pdf. [13 Agustus 2010].