

Aplikasi Modulo dalam Penanggalan Tradisional Tiongkok

Isabella Handayani Sumantri 13519081¹

Program Studi Teknik Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

¹13519081@std.stei.itb.ac.id

Abstrak—Teori bilangan adalah cabang matematika murni yang sering diteliti karena banyak ditemukan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari. Aritmatika modulo sebagai salah satu bagian dari teori bilangan turut menyumbang banyak manfaat. Salah satu manfaatnya yang banyak dikenal adalah penggunaannya untuk menentukan nama tahun pada penanggalan tradisional Tiongkok. Penanggalan tradisional Tiongkok ini mengikuti sebuah siklus bernama *sexagenary cycle*.

Keywords—modulo, sexagenary, penanggalan, bilangan.

I. PENDAHULUAN

Cabang matematika murni teori bilangan merupakan salah satu cabang matematika yang banyak diteliti oleh matematikawan. Cabang matematika ini mempelajari sifat-sifat bilangan bulat dan hubungan-hubungan yang dibentuk di antara bilangan-bilangan tersebut. Pembelajaran terhadap teori bilangan dilakukan karena terdapat banyak sekali manfaat yang dapat diperoleh melalui pembelajaran tersebut. Adapun beberapa manfaat dari teori bilangan dapat ditemukan pada kriptografi, nomor identifikasi buku (ISBN), dan sebagainya. Selain daripada yang sudah disebutkan sebelumnya, terdapat satu bagian dari teori bilangan yang tidak kalah penting. Bagian dari teori bilangan tersebut adalah aritmatika modulo.

Aplikasi aritmatika modulo dapat ditemukan pada penanggalan tradisional Tiongkok. Pada umumnya, penanggalan yang digunakan adalah penanggalan yang menggunakan kalender *Gregorian*. Pada kalender *Gregorian*, penamaan tahun berdasarkan jarak tahun dengan 0 Masehi. Sedangkan pada penanggalan tradisional Tiongkok, penamaan tahun pada penanggalan tradisional Tiongkok berlandaskan *sexagonary cyle* yaitu, siklus 60 tahunan. Untuk itu, makalah ini akan membahas bagaimana aritmatika modulo digunakan untuk menentukan tahun pada penanggalan tradisional Tiongkok berdasarkan *sexagonary cycle*.

II. LANDASAN TEORI

A. Bilangan Bulat

Bilangan bulat adalah sebuah bilangan yang tidak memiliki desimal. Sebagai contoh, kumpulan bilangan yang dapat disebut bilangan bulat adalah 1, 2, 3, 4, -1, ..., dan seterusnya. Bilangan bulat adalah bilangan yang dipelajari pada cabang matematika teori bilangan.

1. Sifat Pembagian pada Bilangan Bulat

Pembagian pada bilangan bulat dapat diilustrasikan

dengan mengambil dua buah bilangan bulat a dan b dengan prekondisi $a \neq 0$. a dikatakan habis membagi b , bila ada sebuah bilangan bulat c sehingga diperoleh $b = ac$. Notasi pada operasi tersebut adalah $a \mid b$ (a habis membagi b) dengan $b = ac$, $c \in \mathbb{Z}$, dan $a \neq 0$.

2. Teorema Euclidean



Gambar 1 Euclides
(Sumber: thpanorama.com)

Pada bukunya *element*, Euclides pertama kali menuliskan teorema euclidean. Teorema ini bertujuan untuk mencari Pembagi Bersama Terbesar (PBB) dari dua buah bilangan. Teorema euclidean dapat diilustrasikan dengan mengambil dua buah bilangan bulat m dan n dengan $n > 0$. Ketika dilakukan pembagian $\frac{m}{n}$, akan dihasilkan hasil bagi (*quotient*) q dan sisa bagi (*remainder*) r sehingga dapat dinyatakan sebagai,

$$m = nq + r$$

dengan $0 \leq r < n$.

Sebagai contoh, jika diambil dua buah bilangan bulat

$m = 17$ dan $n = 2$, akan diperoleh,

$$17 = 2(8) + 1$$

dengan $q = 8$ dan $r = 1$.

3. Pembagi Bersama Terbesar

Pembagi bersama terbesar (PBB) adalah faktor pembagi terbesar yang diperoleh dari dua buah bilangan bulat. PBB dapat diilustrasikan dengan mengambil dua buah bilangan bulat a dan b dengan prekondisi $a, b \neq 0$. Terdapat sebuah bilangan bulat d sebagai faktor pembagi terbesar a dan b sehingga $d | a$ dan $d | b$ dan $PBB(a, b) = d$. Sebagai contoh, jika diambil dua buah bilangan bulat $m = 16$ dan $n = 8$. Bilangan bulat m dapat dibagi dengan 1, 2, 4, 8, 16, dan bilangan bulat n dapat dibagi oleh 1, 2, 4, 8. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa $PBB(16, 8) = 8$.

B. Aritmatika Modulo

Operasi modulo dapat diilustrasikan dengan mengambil dua buah bilangan bulat a dan m dengan $m > 0$. Operasi modulo dapat dinyatakan dengan,

$$a \bmod m$$

Operasi ini memberikan hasil sisa bagi operasi pembagian $\frac{a}{m}$. Hasil dari operasi modulo berkisar pada nilai $[1..m-1]$. Sebagai contoh dari operasi modulo, diambil dua buah bilangan bulat a dan m . Bilangan bulat $a = 6$ dan $m = 4$. Maka, hasil operasi modulo yang melibatkan kedua buah bilangan tersebut dapat dinyatakan,

$$6 \bmod 4 = 2$$

Akan diperoleh sisa pembagian 6 dengan 4 yaitu 2.

C. Sexagenary Cycle



Gambar 2 Sexagenary Cycle
(Sumber : pinterest.com)

Sexagenary cycle (干支) adalah siklus 60 tahunan pada penamaan penanggalan tradisional Tiongkok yang terdiri atas *heavenly stem* dan *earthly branch*. Pada kebudayaan Tiongkok, *sexagenary cycle* dimanfaatkan pada banyak bidang. *Sexagenary cycle* dapat digunakan untuk menunjukkan bulan, hari, dan jam. Selain itu, manfaat *sexagenary cycle* karena dapat menunjukkan penanggalan dan didasarkan dari beberapa fenomena astrologi sering digunakan sebagai dasar peramalannya.

peruntungan bernama metode delapan karakter (八字; *bā zì*). Selain itu, *sexagenary cycle* juga dimanfaatkan untuk melambangkan arah mata angin dan sudut.

Sejarah *sexagenary cycle* dapat dirunut balik pada zaman Dinasti Shang. Peneliti menemukan jejak penggunaan *sexagenary cycle* pada situs arkeologi di *Yinxu*. Pada situs tersebut, ditemukan sebuah naskah ramalan pada tulang belikat sapi yang menyatakan hari-hari menggunakan 10 *heavenly stems*. Kemudian, ditemukan juga pencatatan tahun pada sebuah diagram pada awal masa kekuasaan Kaisar Qin Shi Huang (秦始皇) pada tahun 246 BC. Pada diagram tersebut, ditemukan bahwa tahun pertama masa kekuasaan Kaisar Qin Shi Huang jatuh pada tahun 乙卯 (*yǐ-mǎo*) yaitu, tahun ke-52 pada *sexagenary cycle*.

Untuk periode siklus yang sedang berjalan, tercatat bahwa *sexagenary cycle* dimulai pada tahun 1984 dan akan berakhir pada tahun 2044. Pada periode modern ini, sistem penanggalan ini sudah tidak digunakan secara resmi. Namun, masih dikenal sebagai penanggalan tradisional dan terdapat beberapa negara yang menggunakan sistem yang sama.

Twelve earthly branches berasal dari observasi orbit planet Jupiter (歲星) yang dilakukan oleh astronom China kuno. *Twelve earthly branches* dilambangkan oleh nama-nama hewan yang membentuk Shio sebagai sebuah bentuk mnemonik.

Tabel 1 Earthly Branches
(Sumber : <https://ytliu0.github.io/ChineseCalendar>)

No	Earthly Branches	Shio
1	子	Tikus
2	丑	Kerbau/Sapi
3	寅	Macan
4	卯	Kelinci
5	辰	Naga
6	巳	Ular
7	午	Kuda
8	未	Kambing
9	申	Monyet
10	酉	Ayam
11	戌	Anjing
12	亥	Babi

Menurut kepercayaan Dinasti Shang, terdapat 10 matahari yang muncul dalam sebuah siklus 10 hari secara berurutan. *Heavenly stems* merupakan nama-nama dari ke-sepuluh matahari tersebut.

Tabel 2 Heavenly Stems
(Sumber : <https://ytlui0.github.io/ChineseCalendar>)

No	Heavenly Stems	Pinyin	Unsur
1	甲	jiǎ	Kayu
2	乙	Yì	
3	丙	Bǐng	Api
4	丁	Dīng	
5	戊	Wù	Tanah
6	己	Jǐ	
7	庚	gēng	Logam
8	辛	Xīn	
9	壬	rén	Air
10	癸	guǐ	

Dari gabungan 12 *earthly branches* dan 10 *heavenly stems*, akan terbentuk pasangan *sexagenary year cycle* yang dinyatakan pada Tabel 3 Sexagenary Cycle.

Tabel 3 Sexagenary Cycle
(Sumber : <https://ytlui0.github.io/ChineseCalendar>)

No	Tahun	Bahasa Indonesia
1	甲子	Tikus Kayu
2	乙丑	Kerbau Kayu
3	丙寅	Macan Api
4	丁卯	Kelinci Api
5	戊辰	Naga Tanah
6	己巳	Ular Tanah
7	庚午	Kuda Logam
8	辛未	Kambing Logam
9	壬申	Kera Air Yang
10	癸酉	Ayam Air
11	甲戌	Anjing Kayu
12	乙亥	Babi Kayu
13	丙子	Tikus Api
14	丁丑	Kerbau Api
15	戊寅	Macan Tanah

16	己卯	Kelinci Tanah
17	庚辰	Naga Logam
18	辛巳	Ular Logam
19	壬午	Kuda Air
20	癸未	Kambing Air
21	甲申	Kera Kayu
22	乙酉	Ayam Kayu
23	丙戌	Anjing Api
24	丁亥	Babi Api
25	戊子	Tikus Tanah
26	己丑	Kerbau Tanah
27	庚寅	Macan Logam
28	辛卯	Kelinci Logam
29	壬辰	Naga Air
30	癸巳	Ular Air
31	甲午	Kuda Kayu
32	乙未	Kambing Kayu
33	丙申	Kera Api
34	丁酉	Ayam Api
35	戊戌	Anjing Tanah
36	己亥	Babi Tanah
37	庚子	Tikus Logam
38	辛丑	Kerbau Logam
39	壬寅	Macan Air
40	癸卯	Kelinci Air
41	甲辰	Naga Kayu
42	乙巳	Ular Kayu
43	丙午	Kuda Api
44	丁未	Kambing Api
45	戊申	Kera Tanah
46	己酉	Ayam Tanah
47	庚戌	Anjing Logam
48	辛亥	Babi Logam
49	壬子	Tikus Air
50	癸丑	Kerbau Air
51	甲寅	Macan Kayu
52	乙卯	Kelinci Kayu
53	丙辰	Naga Api
54	丁巳	Ular Api
55	戊午	Kuda Tanah
56	己未	Kambing Tanah
57	庚申	Kera Logam

58	辛酉	Ayam Logam
59	壬戌	Anjing Air
60	癸亥	Babi Air

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan landasan teori yang telah dikemukakan akan dilakukan konversi dari tahun *Gregorian* untuk menunjukkan *sexagenary cycle* pada penanggalan tradisional Tiongkok. Seperti sudah disebutkan sebelumnya, tahun 4 AD merupakan salah satu tahun yang menjadi awal dari *sexagenary cycle*. Maka dari itu, akan dimanfaatkan 4 AD sebagai tumpuan perhitungan.

Terdapat sebanyak 2 alternatif konversi antara kalender *Gregorian* ke *sexagenary cycle*:

1. Alternatif 1

Penyusunan *sexagenary year cycle* terdiri dari elemen *heavenly stems* dan *earthly branches*. Untuk memperoleh elemen yang sesuai pada tahun terkait, akan dilakukan operasi modulo dengan banyaknya jenis masing-masing elemen. Perlu diperhatikan bahwa tahun dimulainya siklus yang menjadi patokan adalah 4 AD sehingga akan diperoleh elemen *heavenly stem*.

$$heavenly_{stem} = (year - 3) \bmod 10$$

dan elemen *earthly branches*,

$$earthly_{branches} = (year - 3) \bmod 12$$

Untuk menguji kebenaran dari perumusan akan dibuat sebuah rumus *sexagonary* yang menunjukkan tahun berapa *year* pada siklus,

$$sexagonary = (year - 3) \bmod 60$$

Sebagai bahan pengujian, akan digunakan tahun 1984 dan tahun 2020,

1. Tahun 1984

Melalui operasi modulo yang sudah dirumuskan sebelumnya, diperoleh,

$$sexagonary = (1984 - 3) \bmod 60$$

$$sexagonary = 1981 \bmod 60$$

$$sexagonary = 1$$

Diperoleh hasil operasi modulo untuk *sexagonary cycle* adalah 1. Menurut Tabel 3. *Sexagonary Cycle*, tahun ke-1 dari *sexagonary cycle* adalah 甲子(jiǎ zǐ) atau tahun tikus kayu. Akan dibuktikan bahwa tahun 1984 adalah tahun tikus kayu. Akan diperoleh, elemen *heavenly stems* dan *earthly branches* sebagai berikut,

$$heavenly_{stems} = (1984 - 3) \bmod 10$$

$$heavenly_{stems} = 1$$

dan

$$earthly_{branches} = (1984 - 3) \bmod 12$$

$$earthly_{branches} = 1$$

Sesuai dengan Tabel 1. *Heavenly Stems*, elemen *heavenly stems* pada tahun 1984 adalah 甲(jiǎ). Kemudian menilik Tabel 2. *Earthly Branches*, elemen *earthly branches* pada tahun 1984 adalah 子(zǐ). Kemudian, variabel uji *sexagonary* menunjuk ke tahun pertama dari *sexagonary cycle* yaitu, 甲子(jiǎ zǐ). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa menurut penanggalan tradisional Tiongkok tahun 1984 adalah tahun 甲子(jiǎ zǐ). Pembuktian ini diperkuat dengan alat uji eksternal sebagai berikut,

English Date:	April 11, 1984
Chinese Date:	Wu-Chen(Dragon) (3rd month), 11, 4682
Chinese Year Name:	Jia Zi(Rat)
3rd Month of the year 4682 is not a leap month	

Gambar 3 Chinese Year Converter
(Sumber : prokerala.com)

2. Tahun 2020

Melalui operasi modulo yang sudah dirumuskan sebelumnya, diperoleh,

$$sexagonary = (2020 - 3) \bmod 60$$

$$sexagonary = 2017 \bmod 60$$

$$sexagonary = 37$$

Diperoleh hasil operasi modulo untuk *sexagonary cycle* adalah 37. Menurut Tabel 3. *Sexagonary Cycle*, tahun ke-37 dari *sexagonary cycle* adalah 庚子(Gēng zǐ) atau tahun tikus logam. Akan dibuktikan bahwa tahun adalah tahun tikus yang. Akan diperoleh, elemen *heavenly stems* dan *earthly branches* sebagai berikut,

$$heavenly_{stems} = 2017 \bmod 10$$

$$heavenly_{stems} = 7$$

dan

$$earthly_{branches} = 2017 \bmod 12$$

$$earthly_{branches} = 4$$

Sesuai dengan Tabel 1. *Heavenly Stems*, elemen *heavenly stems* pada tahun 2020 adalah 庚(gēng). Kemudian menilik Tabel 2. *Earthly Branches*, elemen *earthly branches* pada tahun 2020 adalah 子(zǐ). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tahun 2020 dalam penanggalan tradisional Tiongkok adalah tahun 庚子(gēng zǐ).

English Date:	December 11, 2020
Chinese Date:	Wu-Zi(Rat) (10th month), 27, 4718
Chinese Year Name:	Geng Zi(Rat)
10th Month of the year 4718 is not a leap month	

Gambar 5 Chinese Year Converter
(Sumber: Prokerala.com)

2. Alternatif 2
Operasi modulo untuk menemukan elemen *heavenly stem* dan *earthly branch* memiliki alternatif perumusan. Dapat digunakan alternatif berikut, untuk melakukan konversi,

$$heavenly_{stems} = 1 + (y + 6) \text{ mod } 10$$

dan

$$earthly_{branches} = 1 + (y + 8) \text{ mod } 12$$

Akan digunakan kasus pengujian yang sama dengan pengujian yang dilakukan alternatif-1. Akan diperoleh elemen *heavenly stems* pada nama tahun 1984

$$heavenly_{stems} = 1 + (1984 + 6) \text{ mod } 10$$

$$heavenly_{stems} = 1 + 1990 \text{ mod } 10$$

$$heavenly_{stems} = 1$$

dan elemen *earthly branches* pada tahun 1984,

$$earthly_{branches} = 1 + (1984 + 8) \text{ mod } 12$$

$$earthly_{branches} = 1 + 1996 \text{ mod } 12$$

$$earthly_{branches} = 1$$

Berdasarkan Tabel 1. *Earthly Branches* dan Tabel 2. *Heavenly Stems*, akan diperoleh tahun 1984 adalah tahun 甲子(jiǎ zǐ). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa alternatif-2 adalah alternatif operasi modulo yang dapat digunakan untuk melakukan konversi dari kalender *Gregorian* ke penanggalan tradisional Tiongkok.

Dari percobaan yang diujikan, telah ditemukan nama tahun *Gregorian* pada penanggalan tradisional Tiongkok. Namun, terdapat satu kekurangan yang cukup fatal. Perlu diperhatikan bahwa pergantian tahun pada penanggalan tradisional Tiongkok ditandai dengan tahun baru Imlek. Setiap tahunnya, tahun baru Imlek akan jatuh pada tanggal yang berbeda. Untuk itu, penulis membuat program sederhana yang akan menentukan nama tahun pada penanggalan tradisional Tiongkok dengan menggunakan operasi modulo dan menentukan apakah tanggal tersebut setelah tahun baru Imlek atau tidak.

```
import pinyin
from lunarcalendar.festival import festivals
from lunarcalendar import Converter, Solar, Lunar, DateNotExist
import datetime

heavenly_stems = ['甲', '乙', '丙', '丁', '戊', '己', '庚', '辛', '壬', '癸']
earthly_branch = ['子', '丑', '寅', '卯', '辰', '巳', '午', '未', '申', '酉', '戌', '亥']

D,M,Y=map(int,input("Masukkan Tanggal (DD:MM:YYYY):").split())

heaven = (Y-3) % 10
earth = (Y-3) % 12

a = []

for fest in festivals:
    X = fest.get_lang('zh'), fest(Y)
    a.append((X[0], X[1]))

i = 0
while(i < len(a) and a[i][0] != '春节'):
    i += 1

if(datetime.date(Y,M,D) < a[i][1]):
    heaven -= 1
    earth -= 1

print("Tahun      : ", heavenly_stems[heaven-1], earthly_branch[earth-1])
print("Pinyin     : ", pinyin.get(heavenly_stems[heaven-1]), pinyin.get(earthly_branch[earth-1]))
```

Gambar 4 Program Alternatif-1
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

```
heaven = 1 + (Y+6) % 10
earth  = 1 + (Y+8) % 12
```

Gambar 6 Modifikasi Alternatif-2
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Program yang dibuat memiliki satu kelemahan. Kelemahannya terletak pada keterbatasan catatan tahun baru Imlek yang dimiliki *library lunarcalendar*. Program hanya mengecek tahun baru Imlek yang berjarak dari tahun 1900 sampai 2100.

Berikut adalah pengujian konversi tahun dari penanggalan *Gregorian* ke penanggalan tradisional Tiongkok,

```
Masukkan Tanggal (DD:MM:YYYY):1 1 2020
Tahun      : 己亥
Pinyin     : jǐ hài
```

Gambar 7 Uji Coba 1-1-2020
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

```
Masukkan Tanggal (DD:MM:YYYY):11 12 2020
Tahun      : 庚子
Pinyin     : gēng zǐ
```

Gambar 8 Uji Coba 11-12-2020
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

IV. KESIMPULAN

Aplikasi teori bilangan melalui aritmatika modulo dapat ditemukan pada penanggalan tradisional Tiongkok yang berdasarkan *sexagenary cycle*. Hal ini dibuktikan melalui penggunaan operasi modulo untuk menemukan nama tahun dari sebuah tahun yang berdasarkan kalender *Gregorian*. Selain berdasarkan tahun, operasi modulo juga dapat menggunakan tanggal untuk menentukan tanggal tersebut jatuh pada tahun berapa pada penanggalan tradisional Tiongkok

V. ACKNOWLEDGMENT

Penulis ingin memanjatkan rasa syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas rahmat penyertaan-Nya sehingga makalah ini dapat diselesaikan. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas pengajaran yang diberikan oleh Dr. Rinaldi Munir, S.T., M.T selaku dosen mata kuliah IF2120 Matematika Diskrit.

REFERENCES

- [1] Munir, Rinaldi. Matematika Diskrit. Bandung: Informatika. 2016, edisi keenam.
- [2] Tim Penulis, Sexagenary Cycle (六十干支), <https://ytliu0.github.io/ChineseCalendar/sexagenary.html>. Diakses tanggal 11 Desember 2020, pukul 16.23 WIB.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bekasi, 11 Desember 2020

Ttd



Isabella Handayani Sumantri
13519081