

Penggunaan Aritmatika Modulo pada ISBN dan CAS Registry Number

M. Haekal Izmanda Pulungan (135 07 020)

Program Studi Teknik Informatika ITB, Bandung 40132

email: mhiptk1143@students.itb.ac.id

Abstract – Makalah ini membahas penggunaan prinsip aritmatika modulo pada penentuan ISBN dan CAS registry number. Aritmatika modulo sendiri berkaitan dengan operator mod. ISBN adalah pengidentifikasian buku yang digunakan secara komersil. CAS registry number adalah pengidentifikasian zat-zat kimia. ISBN dan CAS registry number menggunakan sederetan angka sebagai kode pengidentifikasiannya. Pada kode ISBN dan CAS registry number terdapat check digit yang berfungsi untuk memvalidasi keabsahan dari suatu kode ISBN maupun CAS registry number. Penentuan check digit suatu kode ISBN atau CAS registry number menggunakan prinsip aritmatika modulo. ISBN dan CAS registry number merupakan salah satu bentuk pengelolaan database yang baik.

Kata Kunci: database, aritmatika modulo, International Standard Book Number (ISBN), CAS (Chemical Abstract Service) registry number, check digit,

PENDAHULUAN

Ketika kita bekerja dengan sekumpulan data, maka dibutuhkan suatu cara untuk menyusun data tersebut sehingga terstruktur.

Sewaktu-waktu pasti kita akan menggunakannya untuk suatu keperluan. Tidak selamanya apa yang kita perlukan adalah data tersebut secara keseluruhan. Bisa jadi yang kita butuhkan hanyalah sebagian dari data yang ada.

Persoalannya, ketika kita menghadapi sebuah kumpulan data (*database*), kita tidak tahu secara pasti di mana letak data yang kita cari pada *database* tersebut.

Oleh karena itu, mengulang kembali pernyataan yang telah dikemukakan sebelumnya, sebuah *database* haruslah terstruktur untuk memudahkan penggunaannya. Pernyataan ini juga berkaitan dengan apa tujuan sebuah database dibuat.

Lebih lanjut, *database* harus tidak hanya terstruktur, tetapi juga harus bisa dikelola dengan efisien. Merupakan sebuah keniscayaan bahwa isi dari sebuah *database* akan mengalami perubahan ataupun penambahan, atau dengan kata lain pembaharuan (*update*).

Efisiensi ini berkaitan dengan waktu. Ketika sulit untuk mengelola sebuah *database*, atau dengan kata lain membutuhkan waktu relatif lama untuk melakukan *update*, maka pengguna *database* tersebut dapat saja dirugikan.

Apabila yang kita hadapi adalah sebuah database yang menampung data yang sangat banyak, maka pengelolaannya akan menjadi tantangan tersendiri.

Dalam hal ini, bidang informatika telah memberikan sumbangsih yang signifikan. Contohnya adalah ISBN dan CAS registry number yang menggunakan prinsip aritmatika modulo.

ARITMATIKA MODULO

Pembahasan mengenai aritmatika modulo pada makalah ini dibatasi hanya sampai sejauh yang digunakan pada ISBN dan CAS registry number (ISBN dan CAS registry number sendiri akan dibahas berikutnya).

Operator yang digunakan pada aritmatika modulo adalah **mod**. Operasi ini akan menghasilkan sisa dari pembagian suatu bilangan bulat. Sebagai contoh, 41 dibagi 17 memberikan hasil 2 dengan sisa pembagiannya 7. Dengan operator mod, kita dapat menuliskannya menjadi $41 \bmod 17 = 7$.

Berikut adalah definisi dari operator mod.

“Misalkan a adalah bilangan bulat dan m adalah bilangan bulat > 0 . Operasi $a \bmod m$ (dibaca “ a modulo m ”) memberikan sisa jika a dibagi dengan m , yang dinyatakan dengan r . Dengan kata lain, $a \bmod m = r$ sedemikian sehingga $a = mq + r$, dengan $0 \leq r < m$.”

Hasil aritmatik modulo m terletak di dalam himpunan $\{0, 1, 2, \dots, (m - 1)\}$.

Berikut adalah beberapa contoh operasi dengan operator mod.

- $23 \bmod 5 = 3$

23 dibagi 5 memberikan hasil (q) 4 dan sisa (r) 3, sehingga $23 = 5 \cdot 4 + 3$.

- $27 \bmod 3 = 0$

$$27 = 3 \cdot 9 + 0$$

Jika $a \bmod m = 0$, maka a adalah kelipatan dari m (a habis dibagi dengan m). Berarti, 27 adalah kelipatan 3.

- $6 \bmod 8 = 6$

$$6 = 8 \cdot 0 + 6$$

- $0 \bmod 12 = 12$

$$0 = 12 \cdot 0 + 12$$

- $-41 \bmod 9 = 4$

$$-41 = 9 \cdot (-5) + 4$$

Jika a bernilai negatif, maka q juga bernilai negatif.

Dalam hal ini, $r = m - (|a| \bmod m)$, jika $(|a| \bmod m) \neq 0$.

$$r = 9 - (|-41| \bmod 9)$$

$$r = 9 - 5$$

$$r = 4$$

- $-39 \bmod 13 = 0$

$$-39 = 13 \cdot (-3) + 0$$

ISBN

International Standard Book Number (ISBN) adalah pengidentifikasi untuk buku-buku yang digunakan secara komersil. ISBN berupa sederetan angka yang unik, yaitu berbeda untuk setiap buku.

Kode ISBN dibuat berdasarkan kode 9 digit Standard Book Numbering (SBN) yang diciptakan pada tahun 1966 di Britania Raya (*United Kingdom*). Kode ISBN-10 dikembangkan oleh International Organization and Standardization dan ditetapkan sebagai standar internasional 2108 pada tahun 1970. Namun, sejak tahun 2007 kode ISBN-10 digantikan oleh kode ISBN-13 yang cocok dengan kode Bookland EAN-13.

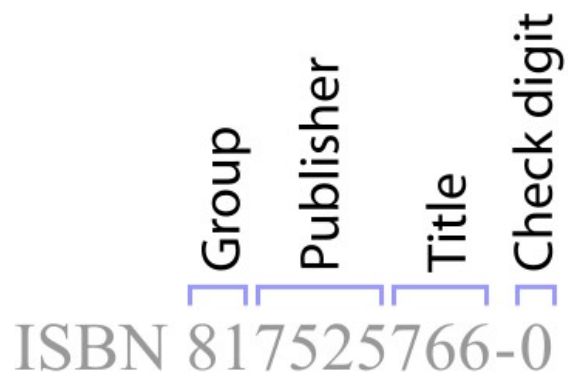
Sampai saat ini kode ISBN digunakan oleh lebih dari 160 negara di seluruh dunia.

ISBN-10 (sebelum diganti oleh ISBN-13) terdiri dari

10 angka yang terdiri dari empat elemen. Biasanya, keempat elemen tersebut dipisahkan oleh tanda “-“.

Keempat elemen tersebut adalah:

1. *registration group element*, yang mengidentifikasi bahasa buku.
2. *registrant element*, yang mengidentifikasi penerbit.
3. *publication element*, yang mengidentifikasi judul buku.
4. *check digit*, yang berfungsi untuk mengecek kevalidan dari suatu kode ISBN.



Gambar 1. Contoh ISBN-10

Dari contoh di atas, dapat dilihat bahwa kode ISBN-nya adalah **81-7525-766-0**, dengan **81** sebagai (*registration*) *group element*, **7525** sebagai *publisher/registrant element*, **766** sebagai *title/publication element*, dan **0** sebagai *check digit*.

Registration group element adalah elemen pertama dari kode ISBN-10. Elemen ini mengidentifikasi negara, daerah geografi atau bahasa. Kode ISBN dapat menandakan daerah bahasa (seperti *registration group number 2* = kelompok bahasa Perancis) dan dapat juga menandakan daerah geografi (seperti *registration group number 81* = India). Panjang dari elemen ini bervariasi hingga lima digit.

Berikut adalah beberapa contoh *registration group number*.

0	<i>english speaking area</i>
1	<i>english speaking area</i>
3	<i>french speaking area</i>
5	Federasi Rusia
601	Kazhakstan
602	Indonesia
9988	Ghana
9989	Macedonia

Registration element mengidentifikasi penerbit dari *registration group element*. Panjang dari elemen ini bervariasi dan ditentukan dengan melihat secara langsung dari jumlah buku yang diterbitkan oleh

penerbit tersebut. Elemen ini dapat berjumlah hingga tujuh digit. Penerbit dengan jumlah terbitan terbanyak mendapatkan *registrant element* terpendek.

Publication element mengidentifikasi terbitan yang spesifik dari penerbit yang spesifik. Panjang dari elemen ini beragam dan berhubungan langsung dengan banyaknya terbitan yang sudah dirilis oleh penerbit. Elemen ini dapat berjumlah hingga enam digit karakter. Penerbit dengan jumlah terbitan terbanyak mendapatkan *publication element* terbanyak. Hal ini diakibatkan karena penerbit yang mempunyai jumlah terbitan terbanyak mendapatkan *registrant element* terpendek.

Check digit akan dibahas selanjutnya.

Pada ISBN-13 (yang berlaku saat ini), terdapat penambahan sebuah elemen, yaitu *prefix element*. *Prefix element* mempunyai tiga digit yang disediakan oleh EAN International. Saat ini, *prefix* yang telah disediakan oleh EAN International adalah **978** dan **979**. Untuk selanjutnya akan ada penambahan *prefix* baru untuk memastikan keberlangsungan sistem ISBN-13.



Gambar 2. Contoh ISBN-13



Gambar 3. ISBN-10 & ISBN-13

CAS REGISTRY NUMBER

CAS (*Chemical Abstract Service*) registry number, atau sering disingkat menjadi CASRN, adalah pengidentifikasian untuk senyawa kimia, polimer, dan lakur (*alloy*). Sama seperti ISBN, CASRN merupakan sederetan angka yang bersifat unik. Setiap CASRN mengacu kepada satu zat kimia.

CASRN diperkenalkan oleh CAS pada tahun 1965. CAS sendiri merupakan merupakan sebuah divisi dari ACS (*American Chemist Society*), sebuah perkumpulan orang-orang yang berkecimpung di bidang kimia yang berlokasi di Amerika Serikat. CAS menyatakan bahwa CASRN adalah sebuah terobosan yang telah membantu riset di bidang kimia, kesehatan, serta membantu penyampaian informasi yang akurat dan tidak ambigu (*without the ambiguity*).



Gambar 4. Lambang CAS

CASRN juga memiliki kemiripan struktur dengan ISBN. CASRN terdiri dari sepuluh digit yang terbagi menjadi tiga bagian. Ketiga bagian tersebut dipisahkan oleh tanda “-”.

Bagian pertama terdiri dari tujuh digit, bagian kedua terdiri dari dua digit, dan digit terakhir pada bagian ketiga merupakan *check digit*.

Namun, berbeda dengan ISBN yang masing-masing elemennya mengacu pada sesuatu, deretan angka pada CASRN sama sekali tidak memiliki makna kimiawi. Mengenai bagaimana CAS menentukan CASRN suatu zat kimia tidak akan dibahas lebih lanjut.

CAS memperkenalkan SciFinder pada 1995 untuk mengakses ke *database* CASRN.

Saat ini telah terdapat lebih dari 40 juta substansi organik dan non-organik pada *database* CASRN.

Home | About CAS | Our Expertise | Solutions | Products & Services | Support | News & Events

Registry Number and Substance Counts

CAS is the leading provider of organic, inorganic, and biosequence substance information.

The Latest CAS Registry Number® and Substance Count

Date 01/4/2009 01:40:37 EST
Count 41,793,430 organic and inorganic substances
60,593,262 sequences
CAS RN 1092520-37-0 is the most recent CAS Registry Number

CAS also provides specialized databases of chemical reactions, regulated chemicals, commercially available chemicals and Markush substance information.

Specialized Substance Collections Count

CASREACT® 16,502,830 Single and multi-step reactions
CHEMLIST® 247,633 Inventoried/regulated substances
CHEMCATS® 26,429,674 Commercially available chemicals
MARPAT® 791,695 Searchable Markush structures

Gambar 5. Jumlah zat kimia pada database CAS

Beberapa situs memberikan layanan gratis untuk mencari data mengenai suatu zat kimia dengan CASRN atau sebaliknya, seperti:

- http://www.dep.state.pa.us/physicalproperties/CASNUM_Search.htm

Search for the CAS Number:

Chemical Name

Please forward comments and suggestions regarding this web
Samuel Fang at sfang@state.pa.us.

Gambar 6. Tampilan CASNUM_Search

- <http://chem2.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/chemidlite.jsp>

Select Database	Search ChemIDplus
• ChemIDplus <input type="checkbox"/>	<input type="text"/>
• HSDB <input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Search"/> <input type="button" value="Clear"/>
• TOXLINE <input type="checkbox"/>	Enter the name (e.g. formaldehyde) or registry number (e.g. 50-00-0) to search
• CCRIS <input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Advanced ChemIDplus Search"/>
• DART <input type="checkbox"/>	Provides chemical structure, property, and toxicity searching.
• GENETOX <input type="checkbox"/>	
• IRIS <input type="checkbox"/>	
• ITER <input type="checkbox"/>	
• LactMed <input type="checkbox"/>	
• Multi-Database <input type="checkbox"/>	
• TRI <input type="checkbox"/>	
• Haz-Map <input type="checkbox"/>	
• Household Products <input type="checkbox"/>	
• TOXMAP <input type="checkbox"/>	

Gambar 7. Tampilan ChemIDplus

CHECK DIGIT & ARITMATIKA MODULO

Baik ISBN maupun CASRN mengandung *check digit*.

Sebenarnya apa tujuan dicantulkannya *check digit* pada kedua kode tersebut?

Check digit digunakan untuk memvalidasi keabsahan dari sebuah kode ISBN maupun kode CASRN, tepatnya untuk mendeteksi kesalahan pada karakter kode atau kesalahan karena perpindahan angka-angkanya.

Baik ISBN maupun CASRN memiliki cara penentuan *check digit*-nya masing-masing. Cara penentuan *check digit* ISBN-10 dan ISBN-13 juga berbeda.

Check digit ISBN-10

Check digit kode ISBN-10 adalah hasil dari penjumlahan sepuluh digit yang tiap-tiap digitnya dikalikan berat integer yang bernilai menurun dari 10 sampai 1, kemudian di-modulo 11.

Setiap 9 digit pertama dari 10 digit kode ISBN-10 dikalikan secara berurutan dengan nilai 1 sampai 9. Hasil tersebut dijumlahkan dan dibagi dengan 11. Sisa dari pembagian dari 11 ini merupakan *check digit*. Nilai *check digit* terletak di dalam himpunan {0, 1, 2, ..., 10}. Untuk *check digit* yang bernilai 10 dituliskan dengan "X".

Contoh:

Kita mencari *check digit* dari 0-306-40615-[..]

$$\begin{aligned}
 s &= 0.1 + 3.2 + 0.3 + 6.4 + 4.5 + \\
 &\quad 0.6 + 6.7 + 1.8 + 5.9 \\
 &= 0 + 6 + 0 + 24 + 20 + 0 + 42 + \\
 &\quad 8 + 45 \\
 &= 145
 \end{aligned}$$

$$145 \text{ mod } 11 = \underline{2}$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh bahwa “2” merupakan *check digit*-nya. Dengan kata lain, kode ISBN di atas menjadi 0-306-40615-2.

Perhitungan ini dapat dirumuskan menjadi:

$$x_{10} = 10 - \left(\sum_{i=1}^9 (ix_i) - 1 \right) \text{ mod } 11$$

Check digit ISBN-13

Berikut rumusan untuk penentuan *check digit* kode ISBN-13.

$$x_{13} = [10 - ([x_1 + 3x_2 + x_3 + 3x_4 + \dots + x_{11} + 3x_{12}] \text{ mod } 10)] \text{ mod } 10$$

Contoh:

978-0-306-40615- [. .]

$$\begin{aligned} S &= 9.1 + 7.3 + 8.1 + 0.3 + 3.1 + \\ &\quad 0.3 + 6.1 + 4.3 + 0.1 + 6.3 + \\ &\quad 1.1 + 5.3 \\ &= 93 \end{aligned}$$

$$x_{13} = [10 - (93 \text{ mod } 10)] \text{ mod } 10 = \underline{7}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh kode ISBN-nya adalah 978-0-306-40615-7.

Perhatikan bahwa terjadi perubahan *check digit* ketika kode ISBN-10 dikonversi ke bentuk kode ISBN-13.

Check digit CASRN

Perhitungannya adalah dengan mengalikan digit terakhir dengan 1, mengalikan digit kedua terakhir dengan 2, mengalikan digit ketiga terakhir dengan 3, kemudian menjumlahkan seluruh hasil perkalian tersebut. Hasil penjumlahan tersebut di-modulo 10.

Contoh:

7732-18-[. .]

$$s = 1.8 + 2.1 + 3.2 + 4.3 + 5.7 + 6.7$$

$$= 105$$

$$105 \text{ mod } 10 = 5$$

KESIMPULAN

Database yang baik adalah *database* yang terstruktur dan dapat digunakan serta dikelola dengan efisien.

Salah satu permasalahan penting dalam *database* adalah penamaan, atau lebih tepatnya pengidentifikasian.

Aritmatika modulo, yang merupakan bagian dari pembahasan mata kuliah Struktur Diskrit, memberikan kontribusi dalam pengidentifikasian *database*. Hal ini terbukti pada ISBN dan CASRN.

Aritmatika modulo digunakan untuk menentukan *check digit* dari ISBN dan CASRN. Check digit inilah yang digunakan untuk memvalidasi keabsahan sebuah kode ISBN atau CASRN.

REFERENSI

- [1] Munir, Rinaldi. (2004). "Diktat Kuliah IF2151 Matematika Diskrit", Edisi Keempat, Departemen Teknik Informatika, Institut Teknologi Bandung.
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/Database>
(4 Januari 1989, 16.48 WIB)
- [3] <http://en.wikipedia.org/wiki/ISBN>
(4 Januari 1989, 16.49 WIB)
- [4] <http://www.isbn-international.org/en/download/2005%20ISBN%20Users%27%20Manual%20International%20Edition.pdf>
(4 Januari 1989, 16.54 WIB)
- [5] <http://informatika.org/~rinaldi/Matdis/2007-2008/Makalah/MakalahIF2153-0708-077.pdf>
(4 Januari 1989, 16.50 WIB)
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/CAS_registry_number
(4 Januari 1989, 17.15 WIB)
- [7] <http://www.cas.org/expertise/cascontent/registry/regshtml>
(4 Januari 1989, 17.21 WIB)
- [8] <http://www.cas.org/aboutcas/cas100/annivhistory.html>
(4 Januari 1989, 17.45 WIB)

[9] <http://www.cas.org/cgi-bin/cas/regreport.pl>
(4 Januari 1989, 17.26 WIB)

[10] http://www.dep.state.pa.us/physicalproperties/CASNUM_Search.htm
(4 Januari 1989, 17.16 WIB)

[11] <http://chem2.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/chemidlite.jsp>
(4 Januari 1989, 17.18 WIB)