

Penerapan Teori Bilangan Bulat untuk Pemeriksaan Keabsahan Nomor IMEI

Adityo Jiwandono¹⁾

1) Jurusan Teknik Informatika ITB, Bandung, email: jiwandono@s.itb.ac.id

Abstrak – Makalah ini membahas penerapan teori bilangan bulat khususnya aritmatika modulo untuk melakukan pemeriksaan terhadap absah atau tidaknya sebuah nomor seri. Proses pemeriksaan ini sering menggunakan algoritma Luhn. Algoritma Luhn adalah algoritma sederhana yang memanfaatkan sifat kongruen dalam operasi aritmatika modulo yang dalam hal ini menggunakan modulo 10. Algoritma Luhn telah diterapkan untuk memeriksa keabsahan nomor seri seperti nomor IMEI pada perangkat komunikasi seluler, nomor seri kartu kredit, dan kode ISBN pada buku.

Kata Kunci: aritmatika modulo, algoritma Luhn, validasi, check digit, nomor seri, IMEI.

1. PENDAHULUAN

Teori bilangan bulat, yang dalam hal ini adalah aritmatika modulo, telah memegang peranan penting dalam berbagai hal. Salah satunya manfaatnya adalah untuk melakukan pemeriksaan terhadap keabsahan suatu nomor seri.

Dalam kehidupan sehari-hari, nomor seri digunakan dalam banyak hal. Beberapa contohnya adalah penggunaan nomor seri pada kartu kredit, kode ISBN, dan nomor IMEI pada perangkat telepon seluler.

Sebagian dari penggunaan macam-macam nomor seri tersebut mensyaratkan integritas nomor seri itu sendiri. Artinya bahwa nomor seri tersebut haruslah absah sesuai dengan ketentuan yang disyaratkan. Dalam sebuah transaksi menggunakan kartu kredit, nomor kartu yang digunakan haruslah absah supaya transaksi bisa berlangsung. Dengan demikian seseorang tidak bisa menggunakan sembarang nomor kartu kredit untuk melakukan transaksi. Begitu pula dengan nomor IMEI yang merupakan identitas unik pada perangkat komunikasi seluler. Nomor IMEI sebuah perangkat haruslah absah supaya perangkat tersebut dapat dioperasikan. Keberadaan IMEI sangat bermanfaat terutama pada saat perangkat tersebut hilang atau dicuri.

Pemeriksaan keabsahan nomor seri dapat dilakukan dengan algoritma yang tidak rumit. Algoritma yang telah banyak digunakan untuk keperluan ini adalah algoritma Luhn. Algoritma ini terbilang sederhana karena cukup dengan memanfaatkan sifat kongruen

dalam operasi aritmatika modulo yang dalam hal ini adalah modulo 10. Walaupun sederhana, algoritma Luhn terbukti cukup ampuh dalam memastikan apakah suatu nomor seri absah atau tidak. Dalam makalah ini hanya akan dibahas mengenai pemeriksaan keabsahan nomor seri IMEI.

2. NOMOR SERI IMEI

2.1. Pengertian IMEI

International Mobile Equipment Identity atau IMEI adalah sebuah nomor unik yang dimiliki setiap perangkat komunikasi GSM, UMTS, dan iDEN serta beberapa perangkat telepon satelit. Nomor IMEI ini digunakan oleh jaringan GSM untuk mengidentifikasi perangkat yang sah dan nomor ini dapat digunakan untuk membuat perangkat komunikasi yang dicuri tidak dapat mengakses sebuah jaringan. Sebagai contoh adalah jika sebuah telepon seluler dicuri, pemiliknya dapat menghubungi layanan penyedia jaringan dan memintanya untuk memblokir telepon yang dicuri tersebut dengan nomor IMEI. Hal ini akan menyebabkan perangkat tersebut tidak dapat digunakan, tidak peduli apakah kartu SIM di dalamnya diganti ataupun tidak.

Tidak seperti *Electronic Serial Number* (ESN) atau MEID pada CDMA dan jaringan nirkabel lainnya, nomor IMEI hanya digunakan untuk mengidentifikasi sebuah perangkat. Nomor IMEI tidak ada hubungan permanen atau semi-permanen dengan pelanggan. Identitas pelanggan tidak dikenali melalui nomor IMEI namun dikenali dari nomor IMSI yang tersimpan pada kartu SIM.

2.1.1. Struktur Nomor IMEI

Nomor IMEI, terdiri atas 14 angka dan 1 angka lagi untuk cek digit, memuat informasi negara asal, model, dan nomor seri perangkat. Struktur nomor IMEI dispesifikasikan pada 3GPP TS 23.003 [1].

Model dan negara asal perangkat terdapat pada delapan digit pertama IMEI yang dikenal sebagai Type Allocation Code (TAC). Digit sisanya adalah tergantung pada definisi tiap pabrik pembuat perangkat dan sebuah cek digit di akhir. Per tahun 2004, format nomor IMEI adalah AA-BBBBBB-CCCCC-D, meskipun pada kenyataannya tidak

selalu ditampilkan seperti itu.

Tabel 1. Deskripsi Komponen Nomor IMEI

Kode	Keterangan
AA	Reporting Body Identifier
BBBBBB	Lanjutan TAC
CCCCCC	Nomor seri perangkat
D	Cek digit

Pada tahun 2002, panjang TAC adalah enam digit dan diikuti oleh dua digit *Final Assembly Code* (FAC) yang menunjukkan lokasi perakitan perangkat dan tiap pabrik memiliki spesifikasi yang berbeda.

Sebagai contoh, nomor IMEI 35-209900-176148-1 mengandung informasi sebagai berikut

TAC: 352099, bahwa nomor diterbitkan oleh BAPT dan memiliki nomor alokasi 2099

FAC: 00, bahwa perangkat diberi nomor pada saat masa transisi dari format lama

SNR: 176148, menunjukkan nomor seri unik

CD: 1, menunjukkan *GSM Phase 2* atau lebih tinggi

Angka terakhir adalah cek digit yang dihasilkan melalui algoritma Luhn. Format IMEI berubah pada 1 April 2004 menyebabkan ditiadakannya *Final Assembly Code* dan *Type Approval Code* ditambah menjadi delapan digit dan kemudian dikenai dengan nama *Type Allocation Code*. Mulai 1 Januari 2003 sampai 1 April 2004 nilai FAC untuk semua perangkat adalah 00.

Bagian *Reporting Body Identifier* dialokasikan oleh *Global Decimal Administrator*. Dua digit pertama haruslah nol supaya memenuhi syarat sebuah nomor IMEI, bukan nomor MEID. *Mobile Equipment Identifier* (MEID) CDMA menggunakan format yang sama seperti IMEI.

2.1.2. Penggunaan pada Jaringan Telepon Satelit

Jaringan telepon satelit BGAN, Iridium, dan Thuraya menggunakan nomor IMEI pada unit *transceiver* sebagaimana kartu SIM pada telepon GSM. Modem Iridium 9601 hanya bergantung pada nomor IMEI untuk identifikasi dan tidak menggunakan kartu SIM. Walaupun begitu, Iridium adalah jaringan tertutup dan perangkatnya tidak kompatibel dengan jaringan GSM pada umumnya.

2.1.3 IMEI dan Hukum

Banyak negara telah mengakui manfaat IMEI dalam pengurangan jumlah pencurian perangkat telepon seluler. Di Inggris, mengubah nomor IMEI sebuah perangkat atau sekedar memiliki alat untuk mengubahnya dianggap melanggar hukum pada situasi tertentu.

2.1.4. Blacklist untuk Perangkat yang Dicuri

Ketika sebuah perangkat seluler hilang atau dicuri, pihak operator jaringan atau pemilik perangkat dapat menghubungi *Central Equipment Identity Register* (CEIR) yang akan memblokir perangkat tersebut di seluruh operator yang akan mengakibatkan perangkat tersebut tidak dapat digunakan dan mematikan bisnis perangkat telepon curian.

Nomor IMEI diharapkan supaya susah untuk diubah sehingga blacklist yang dilakukan oleh CEIR efektif. Walaupun begitu, nomor IMEI dapat diubah dengan mudah dengan alat khusus dan kadang operator telepon mengabaikan blacklist dari CEIR.

3. ARITMATIKA MODULO

Aritmatika modulo (*modular arithmetic*) memiliki peranan yang penting dalam perhitungan bilangan bulat. Operator yang dipakai pada aritmatika modulo adalah **mod** yang memberikan sisa pembagian. Contohnya 10 dibagi 3 akan memberikan hasil = 3 dan sisa = 1 sehingga dapat ditulis $10 \bmod 3 = 1$. Definisi operator **mod** dinyatakan sebagai berikut [4]:

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 . Dengan kata lain, $a \bmod m = r$ sedemikian hingga $a = mq + r$, dengan $0 \leq r < m$.

Bilangan m disebut modulus atau modulo dan hasil aritmatika modulo m terletak di dalam himpunan $\{0, 1, 2, 3, \dots, m - 1\}$.

Kadang-kadang dua buah bilangan bulat a dan b mempunyai sisa yang sama jika dibagi dengan bilangan bulat positif m . Hal ini dapat dikatakan bahwa a dan b kongruen dalam modulo m , dilambangkan dengan

$$a \equiv b \pmod{m} \quad (1)$$

Jika a tidak kongruen dengan b dalam modulus m , ditulis:

$$a \not\equiv b \pmod{m} \quad (2)$$

Contohnya $12 \bmod 5 = 2$ dan $22 \bmod 5 = 2$, maka $12 \equiv 22 \pmod{5}$. Definisi formal kongruen adalah sebagai berikut [4]:

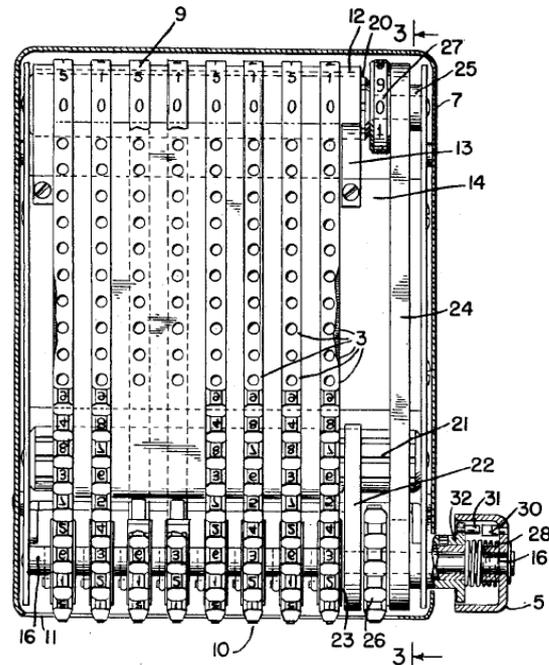
Misalkan a dan b adalah bilangan bulat dan m adalah bilangan bulat > 0 , maka $a \equiv b \pmod{m}$ jika m membagi habis $a - b$.

4. ALGORITMA LUHN

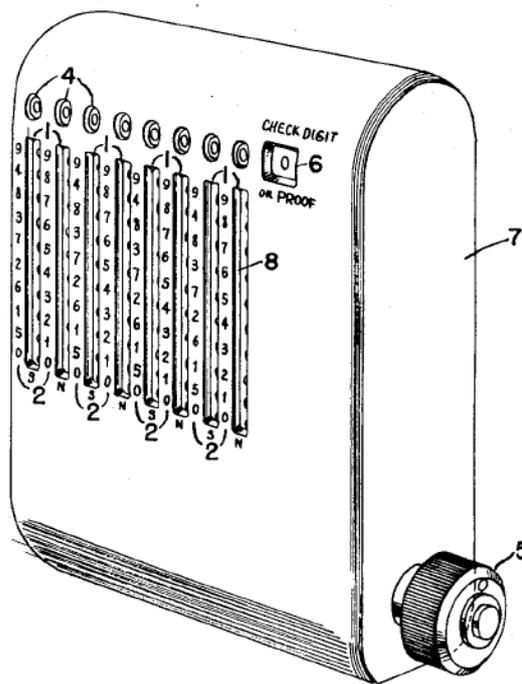
Algoritma Luhn atau formula Luhn, yang juga dikenal sebagai algoritma 'modulus 10', adalah sebuah algoritma sederhana yang dapat digunakan untuk memeriksa validitas sebuah nomor identifikasi atau nomor seri seperti nomor kartu kredit, ISBN, atau IMEI pada perangkat komunikasi seluler. Algoritma ini dibuat oleh ilmuwan dari IBM yang bernama Hans Peter Luhn dan sudah dipatenkan di Amerika Serikat dengan nomor paten 2.950.048 pada 23 Agustus 1960 [2].

Algoritma ini merupakan public domain dan sudah digunakan secara luas. Sebagian besar layanan penyedia kartu kredit dan beberapa instansi lainnya menggunakan algoritma ini sebagai cara yang sederhana untuk memilah nomor-nomor yang absah dari sekian banyak nomor acak.

Dulunya algoritma Luhn ini direalisasikan dalam bentuk mesin genggam. Alat ini menghitung nilai dari operasi **mod** menggunakan cara mekanik.

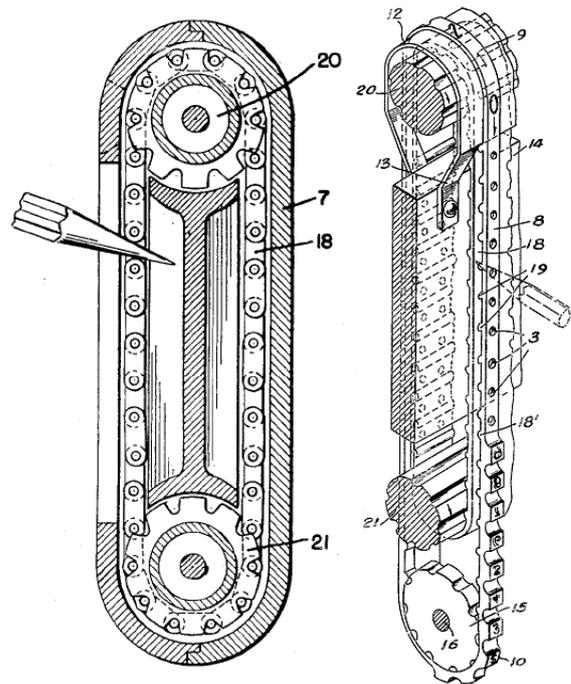


Gambar 2: Tampak dalam mesin



Gambar 1: Mesin yang dibuat oleh Luhn

Alat ini digunakan memasukkan nomor seri yang akan diperiksa dengan cara menggeser angka-angka dengan pensil atau semacamnya. Nilai cek digit hasil perhitungan mesin akan keluar di bagian 'check digit'.



Gambar 3: Bagian untuk memilih angka

Algoritma Luhn akan dapat mendeteksi kesalahan pada sebuah digit dengan baik, namun tidak dapat mendeteksi adanya dua digit berurutan yang ditukar. Contohnya adalah '09' ditukar menjadi '90' atau sebaliknya.

Algoritma Luhn bekerja pada angka dengan memproses dari kanan ke kiri dan angka nol hanya akan mempengaruhi hasil perhitungan jika menyebabkan pergeseran pada nomor. Oleh karena

itu, penambahan angka nol di bagian kiri angka untuk keperluan normalisasi akan tetap menghasilkan nilai yang sama jika diproses dengan algoritma Luhn. Contohnya adalah nomor 1234 yang dinormalisasi menjadi 00001234 akan tetap mengeluarkan hasil yang sama.

Algoritma sederhana untuk pemeriksaan keabsahan nomor seri adalah algoritma 'Modulus 10', yaitu digit-digit sebelum cek digit dijumlahkan dan satu digit terakhir pada jumlah dipakai untuk cek digit. Contohnya adalah nomor 4563 9601 2200 1997 jumlahnya adalah 57, maka cek digitnya adalah 7 sehingga nomor tersebut menjadi 4563 9601 2200 1997.

Perhitungan di atas adalah sebagai berikut:
Jumlah dari seluruh digit pada nomor seri di atas adalah $4+5+6+3+9+6+0+1+2+2+0+0+1+9+9 = 57$, maka cek digitnya adalah $57 \bmod 10 = 7$. Maka nomor seri utuhnya adalah 4563 9601 2200 1997.

Jika salah satu digit dari nomor tersebut salah dituliskan, algoritma ini mampu mendeteksinya. Akan tetapi algoritma ini tidak dapat mendeteksi jika dua digit ditukar tempatnya. Meskipun algoritma ini mampu melakukan deteksi kesalahan nomor, algoritma ini tidak cukup baik untuk penerapannya.

Algoritma Luhn menggunakan 'bobot' untuk mengalikan tiap digit nomor. Misalkan nomor seri adalah 4563 9601 2200 1999. Jika penjumlahan digit dilakukan dengan mengalikan digit yang bertetangga dengan konstanta yang berbeda, misal 1 dan 2, digit berpasangan yang tertukar tempatnya tidak menjadi masalah lagi. Jika hasil perkalian berbobot memiliki digit lebih dari satu, hasil tersebut dikurangi dengan sembilan. Digit terakhir dihitung sehingga jumlah seluruh hasil perkalian merupakan kelipatan 10. Dengan kata lain, jumlah perkalian di-mod 10 menghasilkan 0. Dalam contoh ini, 70 adalah kelipatan 10.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada keterangan di bawah ini.

4	5	6	3	9	6	0	1	2	2	0	0	1	9	9	9
8	5	12	3	18	6	0	1	4	2	0	0	2	9	18	9
8	5	3	3	9	6	0	1	4	2	0	0	2	9	9	9

- Baris pertama adalah nomor seri sebelum dilakukan perkalian.
- Baris kedua adalah nomor seri setelah dilakukan perkalian.
- Baris ketiga adalah hasil perkalian yang sudah dinormalisasi.

Jumlah angka-angka pada baris ketiga adalah 70 dan $70 \bmod 10 = 0$. Dengan demikian nomor seri tersebut adalah absah.

Algoritma Luhn secara umum memiliki langkah-langkah sebagai berikut:

Langkah 1: Kalikan dengan dua setiap digit nomor seri secara berselang-seling dari kanan selain cek digit dimulai dari digit paling kanan (cek digit dihitung sebagai digit yang pertama).

Langkah 2: Jika ada hasil perkalian yang lebih dari sembilan, kurangkan angka tersebut dengan angka sembilan.

Langkah 3: Jumlahkan seluruh digit termasuk cek digit. Jika diperoleh hasil yang kongruen dengan 10 (**mod** 10), nomor tersebut adalah absah. Jika tidak, nomor tersebut tidak absah.

Jika sebuah digit diganti angkanya, jumlah total perhitungan haruslah berubah, tidak peduli apakah digit tersebut dikali dengan dua atau tidak. Kesalahan sebuah digit akan selalu dapat dideteksi karena setiap kemungkinan angka memiliki kontribusi yang unik dan perubahan sebuah angka tidak akan menyebabkan jumlah perhitungan berubah dengan kelipatan 10.

Algoritma Luhn tidak sempurna dalam mendeteksi kesalahan karena adanya dua digit yang ditukar tempatnya. Walaupun menukar dua digit yang bertetangga pada umumnya akan menghasilkan perhitungan yang salah, ada kasus di mana kesalahan tidak terdeteksi.

Diketahui bahwa kontribusi angka '0' dan angka '9' tidak berubah seiring dengan berubahnya posisi. Jika angka '0' dan '9' berdampingan dan ditukar tempatnya dari '09' menjadi '90' atau sebaliknya, kontribusi digit-digit tersebut dalam jumlah perhitungan akan tidak berubah.

Jika digit yang ditukar tidak berdampingan, kemungkinannya ada 2 yaitu kesalahan tidak terdeteksi sama sekali (karena kedua digit tersebut sama-sama dikali dengan 1 atau sama-sama dikali dengan 2) atau keadaannya sama dengan menukar dua buah digit yang berdampingan.

Jika seluruh digit pada sebuah nomor seri diubah, penggunaan modulus 10 berimplikasi pada adanya kemungkinan 1 dari 10 nomor acak akan lolos dari pendeteksian kesalahan. Atau dengan kata lain, 9 dari 10 nomor seri acak akan dapat terdeteksi kesalahannya.

5. VALIDASI NOMOR SERI

5.1. Validasi Nomor IMEI

Digit terakhir nomor IMEI adalah cek digit yang

dihitung menggunakan algoritma Luhn. Menurut *IMEI Allocation and Approval Guidelines* [1]:

The Check Digit is calculated according to Luhn formula (ISO/IEC 7812). See GSM 02.16 / 3GPP 22.016. The Check Digit shall not be transmitted to the network. The Check Digit is a function of all other digits in the IMEI. The Software Version Number (SVN) of a mobile is not included in the calculation. The purpose of the Check Digit is to help guard against the possibility of incorrect entries to the CEIR and EIR equipment [registries]. The presentation of the Check Digit (CD), both electronically and in printed form on the label and packaging, is very important. Logistics (using bar-code reader) and EIR/CEIR administration cannot use the CD unless it is printed outside of the packaging, and on the ME IMEI/Type Accreditation label. The check digit shall always be transmitted to the network as "0".

Nilai cek digit divalidasi dalam tiga langkah berikut:

1. Mulai dari digit yang paling kanan, kalikan dua kali tiap dua digit.
2. Jumlahkan semua digit tersebut.
3. Periksa apakah jumlahnya bisa dibagi 10.

Sebaliknya, nomor IMEI dapat dikalkulasi dengan memilih cek digit sehingga jumlahnya dapat dibagi dengan 10. Contohnya adalah nomor IMEI 49015420323751?. Jumlah setelah dikalikan adalah 52+?. Untuk membuat jumlahnya dapat dibagi dengan 10, maka kita ganti '?' dengan angka 8. Jadi nomor IMEI menjadi 490154203237518.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada keterangan di bawah ini.

4	9	0	1	5	4	2	0	3	2	3	7	5	1	?
4	18	0	2	5	8	4	0	6	4	6	14	5	2	?
4	9	0	2	5	8	2	0	3	4	3	5	5	2	?

- Baris pertama adalah nomor seri sebelum dilakukan perkalian.
- Baris kedua adalah nomor seri setelah dilakukan perkalian.
- Baris ketiga adalah hasil perkalian yang sudah dinormalisasi.

Dari keterangan di atas dapat dilihat bahwa hasil penjumlahan seluruh digit di atas adalah $4+9+0+2+5+8+2+0+3+4+3+5+5+2+? = 52+?$. Untuk

mendapatkan jumlah yang benar, '?' diganti dengan '8' sehingga jumlahnya 60 dan $60 \bmod 10$ adalah 0 sehingga nomor seri di atas menjadi benar.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Teori bilangan bulat dapat diaplikasikan pada persoalan yang nyata, contohnya adalah algoritma Luhn.
2. Algoritma Luhn dapat dimanfaatkan untuk memeriksa keabsahan sebuah nomor seri menggunakan prinsip aritmatika modulo.
3. Algoritma Luhn tidak dapat mendeteksi semua macam kesalahan nomor seri.
4. Algoritma Luhn dimaksudkan untuk menerima kesalahan dalam menuliskan nomor seri bukan menerima kesalahan akibat serangan jahat.
5. Algoritma Luhn dapat diterapkan untuk memeriksa keabsahan nomor seri IMEI.

DAFTAR REFERENSI

- [1] GSMA Association. *IMEI Allocation and Approval Guidelines*
<http://gsmworld.com/documents/twg/tw06.pdf>
diakses pada 03-01-2009 16:41
- [2] Luhn, P. Hans. *Computers for Verifying Numbers*.
<http://www.pat2pdf.org/patents/pat2950048.pdf>
diakses pada 03-01-2009 15:38
- [3] Munir, Rinaldi. *Matematika Diskrit*. Penerbit Informatika. 2005.
- [4] Stiles, Harrell W. *Credit Card Validation-Check Digits*
<http://www.beachnet.com/~hstiles/cardtype.html>
diakses pada 04-01-2009 21:16
- [5] Tervo, Richard. *Secrets of the LUHN-10 Algorithm - An Error Detection Method*
<http://www.ee.unb.ca/tervo/ee4253/luhn.html>
diakses pada 04-01-2009 21:21
- [6] Wikipedia. *Luhn Algorithm*.
http://en.wikipedia.org/wiki/Luhn_algorithm
diakses pada 04-01-2009 20:55
- [7] Wikipedia. *International Mobile Equipment Identity* <http://en.wikipedia.org/wiki/IMEI>
diakses pada 04-01-2009 21:53