Penerapan Teori Bilangan dalam Kode Batang

David/13513019
Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
13513019@std.stei.itb.ac.id

***Abstrak*— Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menjumpai yang disebut dengan *barcode* terutama ketika kita membeli barang. *Barcode* dalam Bahasa Indonesia disebut juga sebagai kode batang, dan dapat mengandung data seperti kode produksi, harga barang, dan bahkan untuk barang-barang tertentu dapat mengandung identitas pemilik. Kode batang mengandung karakter-karakter *alphanumerik* yang direpresentasikan oleh susunan baris hitam dan putih. Pada makalah ini akan dibahas mengenai penerapan teori bilangan dalam pengkodean kode batang, serta aplikasi-aplikasi kode batang.**

Kata kunci: *barcode*, kode batang, teori bilangan.

I. PENDAHULUAN

Pada zaman ini telah tersedia banyak sekali informasi, dapat dibilang bahwa semua barang pada zaman sekarang mengandung informasi. Informasi pada suatu barang biasanya disimpan didalam sebuah kode yang disebut dengan kode batang. Misalnya pada produk-produk makanan, kode batang dapat mengandung informasi seperti tanggal kadaluarsa, pabrik produksi, dan lain-lain.

Pada mulanya, penggunaan kode batang digunakan pada sistem pembayaran otomatis pada pasar swalayan. Namun saat ini kemudian digunakan di benda-benda lain seperti kartu identitas, bahkan sebagai link menuju suatu situs web.

Kode batang pada awalnya merepresentasikan informasi dalam garis vertikal hitam (bar) dan putih (spasi) secara sejajar, sehingga disebut sebagai kode batang 1-D. Kemudian kode batang berkembang sehingga ada yang merepresentasikan informasi dalam simbol lain seperti persegi, titik, dan heksagon dan disebut sebagai kode batang 2-D. Alat yang digunakan untuk melakukan pembacaan kode batang biasanya disebut sebagai *barcode scanner*.

Gambar 1: Contoh kode batang 1D
(http://www.themobilists.com/2011/06/02/mobile-barcodes-qr-and-microsoft-tag-primer/)

Gambar 2: Contoh kode batang 2D
(https://worldbarcodes.com/qr-code/)

Kode batang dapat juga direpresentasikan sebagai biner, yaitu hitam melambangkan angka 1, dan putih melambangkan angka 0. Pada berbagai kode batang 1D, dicantumkan pula angka-angka atau huruf-huruf sehingga memungkinkan untuk melakukan pembacaan kode batang secara manual apabila *barcode scanner* tidak dapat membaca sebuah kode batang karena faktor eksternal. Umumnya pada kode batang 1D, kode batang merepresentasikan indeks dari suatu basis data, yang kemudian memuat semua informasi dari suatu barang yang ditempelin dengan kode batang tersebut.

Keuntungan penggunaan kode batang, antara lain:

- Proses input data yang lebih cepat. Hal ini dikarenakan proses pembacaan menggunakan *barcode scanner* jauh lebih cepat dari input secara manual.
- Proses input data yang lebih tepat daripada input secara manual. Hal ini karena manusia kerap untuk melakukan kesalahan, apalagi jika melakukan sesuatu yang berulang-ulang.

II. PENGKODEAN DAN PEMBACAAN KODE BATANG

Kode batang dapat dibagi menjadi berbagai jenis tergantung dari cara pengkodeannya. Pada bab ini akan dibahas berbagai jenis kode batang dan cara pengkodeannya menggunakan teori bilangan bulat.

1. Kode batang 1-D

1.1. *Universal Product Code* (UPC)

UPC adalah salah satu jenis kode batang yang sering digunakan di pasar swalayan, toko serba ada, dan tempat penjualan barang lainnya. Pada ketentuannya, UPC terdiri atas digit pertama yang merupakan nomor sistem. 5 digit berikutnya merupakan ID dari manufaktur, 5 digit berikutnya merupakan kode/nomor dari suatu barang. Nomor sistem telah ditetapkan oleh UPC, dengan ketentuan sebagai berikut:

- 0, 1, 6, 7, 8: Untuk kebanyakan produk reguler.
- 2: Untuk penggunaan lokal seperti daging, buah dan sayuran.
- 3: Untuk obat-obatan.
- 4: Untuk penggunaan lokal seperti *gift card*.
- 5, 9: Untuk kupon.

Gambar 3: Contoh kode batang UPC (http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/upc.htm)

Digit cek digunakan untuk memastikan apakah sebuah input (baik dari *scanner* maupun manual) sahih atau tidak. Langkah-langkah untuk menghitung digit cek pada kode batang UPC adalah sebagai berikut (dengan menggunakan Gambar 3 sebagai contoh):

1. Jumlahkan semua nilai yang ada di posisi ganjil (digit ke 1, 3, 5, 7, 9, 11). **6 + 9 + 8 + 0 + 0 + 9 = 32**
2. Kalikan hasil tersebut dengan 3. **32*3 = 96**
3. Jumlahkan semua nilai yang ada di posisi genap. **3 + 3 + 2 + 0 + 3 = 11**
4. Jumlahkan hasil langkah 2 dan 3. **96 + 11 = 107**
5. Digit cek=10-((hasil langkah 4) mod 10). **10- (107 mod 10) = 10 - 7 = 3.**

Pada kode batang UPC baris hitam melambangkan angka 1 dan spasi melambangkan angka 0. Kode UPC terbagi menjadi dua bagian, yaitu 6 digit awal adalah ruas kiri, dan 6 digit berikutnya adalah ruas kanan. Penyandian (*encoding*) kode batang UPC berbeda diantara ruas kiri dan ruas kanan, dimana ruas kanan merupakan negasi dari ruas kiri untuk suatu karakter. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada tabel di bawah.

Karakter	Karakter Sebelah kiri Paritas ganjil	Karakter Sebelah Kanan Paritas genap	Width Pattern (mark)
0	0001101	1110010	3, 2, 1, 1
1	0011001	1100110	2, 2, 2, 1
2	0010011	1101100	2, 1, 2, 2
3	0111101	1000010	1, 4, 1, 1
4	0100011	1011100	1, 1, 3, 2
5	0110001	1001110	1, 2, 3, 1
6	0101111	1010000	1, 1, 1, 4
7	0111011	1000100	1, 3, 1, 2
8	0110111	1001000	1, 2, 1, 3
9	0001011	1110100	3, 1, 1, 2

Tabel 1. Penyandian pada kode batang UPC. (http://bali-softwaree.blogspot.com/2013/01/barcode-upc.html)

1.2. *Code* 39 (*code* 3 of 9)

Code 39 (disebut juga Alpha39 atau *Code* 3 of 9) merupakan salah satu jenis kode batang yang dapat mengkodekan karakter alphanumerik yaitu angka desimal dan huruf besar serta tambahan karakter special berupa - . * $ / % + dengan symbol * sebagai penanda awal dan akhir dari kode batang.

CHECK VALUE	ASCII CHAR	WIDTH ENCODING	BARCODE ENCODING	CHECK VALUE	ASCII CHAR	WIDTH ENCODING	BARCODE ENCODING
0	0	NNNWWNWNN	101001101101	22	M	WNWNNNNWN	110110101001
1	1	WNNWNNNNW	110100101011	23	N	NNNNWNNWW	101011010011
2	2	NNWWNNNNW	101100101011	24	O	WNNNWNNWN	110101101001
3	3	WNWWNNNNN	110110010101	25	P	NNWNWNNWN	101101101001
4	4	NNNWWNNNW	101001101011	26	Q	NNNNNNWWW	101010110011
5	5	WNNWWNNNN	110100110101	27	R	WNNNNNWWN	110101011001
6	6	NNWWWNNNN	101100110101	28	S	NNWNNNWWN	101101011001
7	7	NNNWNNWNW	101001011011	29	T	NNNNWNWWN	101011011001
8	8	WNNWNNWNN	110100101101	30	U	WNNNNNNNW	110010101011
9	9	NNWWNNWNN	101100101101	31	V	NWWNNNNNW	100110101011
10	A	NNWWNNWNN	110101001011	32	W	WWWNNNNNN	110011010101
11	B	NNWNNNWNW	101101001011	33	X	NWNNWNNNW	100101101011
12	C	WNWNNNWNN	110110100101	34	Y	WNWNNWNNN	110010110101
13	D	NNNNWNWNW	101011001011	35	Z	NWWNWNNNN	100110110101
14	E	WNNNWNWNN	110101100101	36	-	NWNNNNWNW	100101011011
15	F	NNWNWNWNN	101101100101	37	.	WWNNNNWNN	110010101101
16	G	NNNNNWWNW	101010011011	38	SPACE	NWWNNNWNN	100110101101
17	H	WNNNNWWNN	110101001101	39	$	NWNWNWNNN	100100100101
18	I	NNWNNWWNN	101101001101	40	/	NWNWNNNWN	100100101001
19	J	NNNNWWWNN	101011001101	41	+	NWNNNWNWN	100101001001
20	K	WNNNNNNWW	110101010011	42	%	NNNWNWNWN	101001001001
21	L	NNWNNNNWW	101101010011	n/a	*	NWNNWNWNN	100101101101

Tabel 2. Penyandian kode batang Code 39 (http://www.barcodeisland.com/code39.phtml)

Code 39 tidak memiliki digit cek khusus seperti pada kode batang UPC. Ini dikarenakan satu kesalahan pada pencetakan tidak akan menghasilkan karakter yang sahih.

Akan tetapi, pada beberapa aplikasi yang memerlukan tingkat akurasi yang lebih, (hasil penjumlahan) modulo 43 ditambahkan sebelum symbol * di akhir. Sama halnya dengan pada kode batang UPC, angka 0 direpresentasikan dengan spasi dan angka 1 direpresentasikan dengan batang. Penyandian pada kode batang *Code* 39 dapat dilihat pada tabel 2 diatas.

1.3. *Interleaved* 2 *of* 5 (ITF)

Kode batang ITF hanya dapat merepresentasikan angka saja. Kode batang ITF cukup rapat sehingga mampu mencetak hingga 18 digit per inci. Penyandian pada kode batang ITF cukup berbeda dengan UPC ataupun *Code* 39.

Pengunaan batang atau spasi ditentukan dari posisinya sesuai dengan namanya yaitu *interleaved*. Setiap dua dari lima batang atau spasi adalah elemen lebar. Cara penyandiannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Number	Pattern
0	NNWWN
1	WNNNW
2	NWNNW
3	WWNNN
4	NNWNW
5	WNWNN
6	NWWNN
7	NNNWW
8	WNNWN
9	NWNWN

Tabel 3. Penyandian kode batang *interleaved* 2 *of* 5 (http://www.adams1.com/i25code.html)

Lebar dan tinggi kode baris ITF dapat dicari dengan rumus:

L=(C(2R+3)+6+R)X

Dimana:

L: lebar kode baris, tidak termasuk Quiet Zone
C: jumlah karakter
X: lebar elemen tersempit (minimum 0.19 mm)
R: perbandingan elemen lebar dengan elemen sempit (2:1 s/d 3:1)

Quiet Zone minimum 10 kali X.
Tinggi kode baris minimum 0.15 kali lebar kode baris.

Digit cek bersifat opsional dan ditaruh di digit terakhir. Cara perhitungan digit cek sama dengan digit cek dari kode batang UPC.

1.4. *Code* 128

Sesuai dengan namanya, kode batang jenis *Code* 128 dapat merepresentasikan seluruh karakter ASCII 128. Sama halnya seperti pada kode batang UPC atau *Code* 39, kode batang *Code* 128 merepresentasikan angka 1 dengan batang dan angka 0 dengan spasi.

Penyandian pada *Code* 128 dapat dilihat pada tabel berikut.

VALUE	WHICH REPRESENTS IN CHARACTER SET A	B	C	ENCODING
00	SP	SP	00	11011001100
01	!	!	01	11001101100
02	"	"	02	11001100110
03	#	#	03	10010011000
04	$	$	04	10010001100
05	%	%	05	10001001100
06	&	&	06	10011001000
07	'	'	07	10011000100
08	(	(	08	10001100100
09	)	)	09	11001001000
10	*	*	10	11001000100
11	+	+	11	11000100100
12	,	,	12	10110011100
13	-	-	13	10011011100
14	.	.	14	10011001110
15	/	/	15	10111001100
16	0	0	16	10011101100
17	1	1	17	10011100110
18	2	2	18	11001110010
19	3	3	19	11001011100
20	4	4	20	11001001110
21	5	5	21	11011100100
22	6	6	22	11001110100
23	7	7	23	11101101110
24	8	8	24	11101001100
25	9	9	25	11100101100
26	:	:	26	11100100110
27	;	;	27	11101100100
28	<	<	28	11100110100

29	=	=	29	11100110010
30	>	>	30	11011011000
31	?	?	31	11011000110
32	@	@	32	11000110110
33	A	A	33	10100011000
34	B	B	34	10001011000
35	C	C	35	10001000110
36	D	D	36	10110001000
37	E	E	37	10001101000
38	F	F	38	10001100010
39	G	G	39	11010001000
40	H	H	40	11000101000
41	I	I	41	11000100010
42	J	J	42	10110111000
43	K	K	43	10110001110
44	L	L	44	10001101110
45	M	M	45	10111011000
46	N	N	46	10111000110
47	O	O	47	10001110110
48	P	P	48	11101110110
49	Q	Q	49	11010001110
50	R	R	50	11000101110
51	S	S	51	11011101000
52	T	T	52	11011100010
53	U	U	53	11011101110
54	V	V	54	11101011000
55	W	W	55	11101000110
56	X	X	56	11100010110
57	Y	Y	57	11101101000
58	Z	Z	58	11101100010
59	[	[	59	11100011010
60	\	\	60	11101111010
61	]	]	61	11001000010
62	SPACE	SPAE	62	11110001010
63	_	_	63	10100110000
64	NUL	`	64	10100001100
65	SOH	a	65	10010110000
66	STX	b	66	10010000110
67	ETX	c	67	10000101100
68	EOT	d	68	10000100110
69	ENQ	e	69	10110010000
70	ACK	f	70	10110000100
71	BEL	g	71	10011010000
72	BS	h	72	10011000010
73	HT	I	73	10000110100
74	LF	j	74	10000110010
75	VT	k	75	11000010010
80	DLE	p	80	10100111100
81	DC1	q	81	10010111100
82	DC2	r	82	10010011110
83	DC3	s	83	10111100100
84	DC4	t	84	10011110100
85	NAK	u	85	10011110010
86	SYN	v	86	11110100100
87	ETB	w	87	11110010100
88	CAN	x	88	11110010010
89	EM	y	89	11011011110
90	SUB	z	90	11011110110
91	ESC	{	91	11110110110
92	FS	|	92	10101111000
93	GS	}	93	10100011110
94	RS	~	94	10001011110
95	US	DEL	95	10111101000
96	FNC3	FNC3	96	10111100010
97	FNC2	FNC2	97	11110101000
98	SHIFT	SHIFT	98	11110100010
99	Code C	Code C	99	10111011110
100	Code B	FNC4	Code B	10111101110
101	FNC4	Code A	Code A	11101011110
102	FNC1	FNC1	FNC1	11110101110
103	START A	START A	START A	11010000100
104	START B	START B	START B	11010010000
105	START C	START C	START C	11010011100

Tabel 4. Penyandian pada *Code* 128

Digit cek pada kode batang *Code* 128 menggunakan modulo 103 dari jumlah digit-digit sebelumnya.

2. Kode batang 2-D

Kode batang 2-D (kadang disebut juga sebagai kode matriks) menampung informasi secara 2 arah, yakni secara horizontal dan vertikal. Dengan ini, kode batang 2-D dapat menampung lebih banyak informasi dibandingkan dengan kode batang 1-D.

Kode batang 2-D sebelumnya kurang popular karena

jauh lebih kompleks daripada kode batang 1-D sehingga membutuhkan *barcode scanner* yang lebih canggih. Akan tetapi, kode batang 2-D mulai popular dikarenakan *smartphone* yang memiliki fitur untuk membaca kode batang 2-D. Pembacaan kode batang 2-D pada *smartphone* digunakan untuk mendapatkan informasi dengan cepat. Seringkali terdapat kode batang 2-D di sebuah iklan, dan apabila di *scan* akan menuju suatu situs web.

III. Aplikasi Kode Batang

1. *Self-Checkout*

Meskipun di Indonesia *self-checkout* saat ini belum ada/jarang, sistem pembayaran otomatis di luar negeri sudah merupakan hal yang umum. Kode batang digunakan untuk melakukan pengecekan harga barang sehingga pembeli akan melakukan tugas seorang kasir sendirinya. Keuntungan dari sistem ini adalah tidak perlunya untuk mempekerjakan kasir, dan tidak perlu khawatir pembeli yang tersinggung akibat servis dari kasir yang tidak sesuai ekspektasi. Kerugian dari sistem ini tentunya adalah kerentanan terhadap pencurian menjadi lebih tinggi akibat kurang diawasi.

2. Iklan

Tidak jarang lagi untuk menjumpai kode batang 2-D apabila melihat sebuah iklan yang mempromosikan sebuah produk. Kode batang digunakan oleh perusahaan yang mempromosikan barang tersebut agar bakal pembeli mengunjungi situs mereka, sehingga tidak banyak yang perlu dicantumkan di iklan tersebut. Kegunaan lainnya adalah untuk mengetahui efisiensi dari iklan tersebut dengan menghitung jumlah pengunjung yang menuju situs mereka dari iklan tersebut.

3. Sistem parkir otomatis

Pada sistem parkir otomatis, sebelum masuk ke gerbang, pengendara harus memencet suatu tombol dan akan mendapatkan karcis yang berisi jumlah tempat parkir yang masih kosong, tempat yang harus diparkir, dan sebuah barcode. Ketika pengemudi ingin keluar, pengemudi harus melakukan *scanning* terhadap barcode tersebut dan melakukan pembayaran sesuai dengan harga yang tertera.

IV. Kesimpulan

1. Kode batang adalah kode yang pada umumnya terdiri atas sejumlah batang (hitam) yang merepresentasikan angka 1, dan spasi (putih) yang merepresentasikan angka 0.
2. Kode batang dapat berisi informasi sesuai dengan kebutuhan, seperti harga barang, kode produksi, identitas, maupun indeks menuju suatu basis data.
3. Kode batang dapat dibagi berdasarkan cara penyandiannya.
4. Penyandian kode batang menggunakan teori bilangan bulat khusunya saat menentukan digit cek.
5. Beberapa aplikasi dari kode batang berupa sistem pembayaran otomatis, sistem parkir bahkan untuk komersial.

VI. Ucapan Terima Kasih

Pertama-tama penulis ingin bersyukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya oleh rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan tulisan ini. Penulis juga berterima kasih kepada dosen Dr. Ir. Rinaldi Munir beserta Dra. Harlili S., M.Sc. karena atas bimbingan mereka penulis dibekali dengan pengetahuan untuk membuat tulisan ini. Tak lupa pula penulis berterima kasih atas rekan-rekan yang telah membantu dalam pembuatan tulisan ini dalam bentuk dorongan dan semangat.

Referensi

http://www.adams1.com/i25code.html, 9 Desember 2014
http://bali-softwaree.blogspot.com/2013/01/barcode-upc.html, 9 Desember 2014
http://www.barcodeisland.com/code39.phtml, 9 Desember 2014
http://courses.cs.washington.edu/courses/cse370/01au/minirproject/BarcodeBattlers/barcodes.html, 9 Desember 2014
http://www.denso-wave.com/en/adcd/fundamental/barcode/index.html, 8 Desember 2014
http://electronics.howstuffworks.com/gadgets/high-tech-gadgets/upc.htm, 8 Desember 2014
http://perdiansyahdotcom.wordpress.com/2012/09/19/definisi-pengertian-barcode-scanner/, 8 Desember 2014

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.

Bandung, 9 Desember 2014

David / 13513019