

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Teori Koding

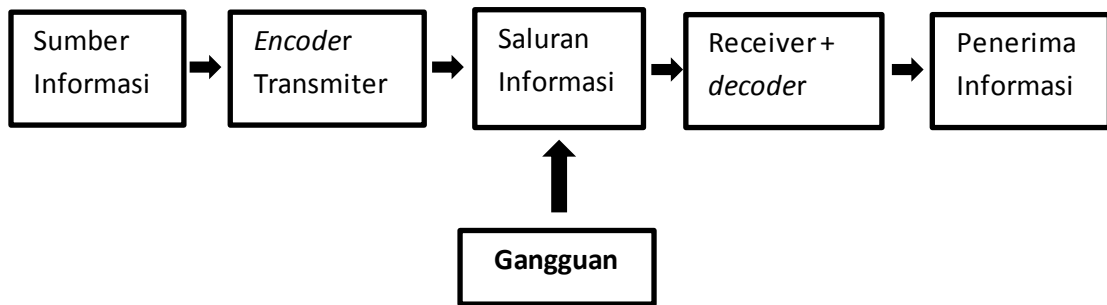
Teori koding adalah ilmu yang mempelajari metode transmisi data melalui saluran komunikasi yang tidak bebas gangguan secara efisien dan akurat. Teori ini berkembang pesat terutama dalam penerapan sistem telekomunikasi. Teori koding sangat diperlukan dalam transmisi data dan penyimpanan data, karena sering terjadinya kerusakan pada media informasi. Data rusak membuatnya tidak dapat terbaca karena data yang diterima tidak sesuai 100% dengan yang dikirim. (Vanstone dan Oorschot, 1989:1)

Teori koding digunakan dalam melakukan pengamanan data dari proses pengiriman sampai proses penerimaan. Teori koding membuat keamanan data dan ketepatan data yang dikirim serta diterima menjadi lebih baik. Berikut pengertian data menurut para ahli adalah sebagai berikut.

1. Data merupakan kumpulan kejadian yang diangkat dari suatu kenyataan, dapat berupa angka, huruf, simbol atau gabungan dari ketiganya (Jogiyanto, 1999:50).
2. Data adalah bahan baku informasi, didefinisikan sebagai kelompok teratur simbol-simbol yang mewakili kuantitas, tindakan, vektor dan sebagainya (Wahyono, 2004:12).

Teori koding digunakan untuk mengoreksi kesalahan pada saluran informasi yang apabila terjadi gangguan dapat membuat data tidak terkirim

sempurna, berikut akan disajikan pada gambar 1 yaitu diagram sistem transmisi informasi yang dapat menggambarkan proses pengiriman data.



Gambar 1. Diagram sistem transmisi informasi secara umum

Encoding atau *enkripsi* adalah suatu cara atau metode dalam teori koding yang mengubah suatu data asli menjadi kode-kode yang melambangkan data tersebut. *Decoding* atau *dekripsi* merupakan suatu proses kebalikan dari *encoding*. Pengertian *decoding* yaitu suatu cara atau metode dalam teori koding yang mengubah kode-kode data tersebut menjadi data asli. (Munir, 2006).

1. Kode atas $\mathbb{F}$

Misalkan $\mathbb{F}$ suatu himpunan hingga dan $\mathbb{F}^n$ adalah himpunan semua n -pasangan terurut (n -tuple). Kemudian C dikatakan kode atas $\mathbb{F}$ dengan panjang n jika C adalah subhimpunan tak kosong dari $\mathbb{F}^n$. Anggota atau elemen dari kode C disebut *codeword*.

2. Kode linear atas $\mathbb{F}_q$

Misalkan $\mathbb{F}_q$ suatu lapangan hingga dengan q elemen, $q = p^m$, p suatu bilangan prima dan m bilangan bulat positif. C suatu kode linear $[n, k]$ atas $\mathbb{F}_q$ merupakan subruang berdimensi k dari $\mathbb{F}_q^n$.

Misalkan $u, v \in \mathbb{F}_q^n$. Hasil kali dalam vector u dan v (ditulis $u \cdot v$) didefinisikan sebagai $u \cdot v = \sum_{j=1}^n u_j v_j$. Jika $u \cdot v = 0$, u dan v dikatakan (saling) *orthogonal*. Kode dual (dinotasikan $C^\perp$) dari kode C didefinisikan sebagai $C^\perp = \{x \in \mathbb{F}_q^n \mid x \cdot c = 0, \text{ untuk setiap } c \in C\}$. Kode ini merupakan kode linear $[n, n - k]$ atas $\mathbb{F}_q$ atau subruang berdimensi $n - k$ dari $\mathbb{F}_q^n$.

B. Lapangan Berhingga

Pembahasan tentang lapangan berhingga akan dimulai dengan memahami dahulu tentang pengertian lapangan.

Definisi 2.1 (Grillet, 2000: 116). *Gelanggang F disebut lapangan jika berlaku sifat-sifat sebagai berikut.*

1. F gelanggang komutatif dan F memiliki elemen satuan.
2. Setiap elemen tak nol di F memiliki invers terhadap operasi perkalian di F .

Kemudian dari definisi lapangan maka perlu diketahui definisi lapangan berhingga sebagai berikut.

Definisi 2.2 (Herstein, 1996: 221). *Suatu lapangan yang memuat elemen sebanyak berhingga disebut lapangan berhingga.*

Sebelum pembahasan lebih jauh tentang lapangan berhingga, berikut diberikan contoh lapangan berhingga yang paling sederhana dan sudah cukup dikenal.

Contoh 2.1

Berikut merupakan contoh dari sebuah lapangan berhingga yaitu $\mathbb{Z}_2$ yang akan ditunjukkan pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. $\mathbb{Z}_2$ dengan operasi penjumlahan

$\mathbb{Z}_2, +$	0	1
0	0	1
1	1	0

Tabel 2. $\mathbb{Z}_2$ dengan operasi perkalian

$\mathbb{Z}_2, *$	0	1
0	0	0
1	0	1

Teorema 2.1 (Lidl dan Harald, 1994: 14). *Himpunan $\mathbb{Z}_n$ merupakan lapangan jika dan hanya jika n adalah bilangan prima.*

Bukti :

($\Rightarrow$) Andaikan n bukan bilangan prima, maka $n = a.b$ dengan $1 < a, b < n$.

Karena $\mathbb{Z}_n$ suatu lapangan maka setiap elemen tak nol di $\mathbb{Z}_n$ memiliki invers.

Padahal $[b]$ elemen di $\mathbb{Z}_n$ berarti terdapat $[c]$ di $\mathbb{Z}_n$ sehingga $[b][c] = [1]$ atau

$b.c \equiv 1 \pmod{n}$. Lebih lanjut diperoleh bahwa $a.b.c \equiv a \pmod{n}$ Karena

$n = a.b$, berarti $a.b \equiv 0 \pmod{n}$ sehingga $0 \equiv a \pmod{n}$. Padahal $1 < a <$

n . Timbul kontradiksi, sehingga haruslah n bilangan prima.

($\Rightarrow$) Diketahui bahwa n bilangan prima. $\mathbb{Z}_n$ sendiri merupakan gelanggang

komutatif. Selanjutnya akan ditunjukkan bahwa $\mathbb{Z}_n$ daerah integral. Untuk setiap

$[a], [b]$ anggota $\mathbb{Z}_n$ andaikan $[a][b] = [0]$ berarti $ab = nk$, untuk

suatu bilangan bulat k . Karena n prima maka n membagi a atau n membagi b .
Jadi, $[a] = [0]$ atau $[b] = [0]$.

Sehingga terbukti $\mathbb{Z}_n$ daerah integral. Berdasarkan teorema 2.1 $\mathbb{Z}_n$ adalah lapangan. Dalam kasus ini karena elemen $\mathbb{Z}_n$ berhingga maka $\mathbb{Z}_n$ suatu lapangan berhingga

Teorema 2.2 (Lidl dan Harald, 1994: 16). *Karakteristik dari lapangan berhingga adalah berupa bilangan prima.*

Bukti :

Ambil sebarang lapangan berhingga F . Misalkan $|F| = n$.

Perhatikan himpunan $\{l_p, 2.l_p, 3.l_p, \dots, (n+l).l_p\}$ kelipatan dari l_p yang semuanya termuat di F . Karena F hanya terdiri dari n elemen, berarti terdapat bilangan bulat k, m dimana $l \leq k < m \leq (n+l)$ sedemikian sehingga $k.l_F = m.l_F$ atau $(m-k).l_F = 0_F$. atau $(m-k).1 = 0$. Selanjutnya, untuk sebarang $a \in F$ berlaku $(m-k).a = (m-k).l_F.a = 0_F.a = 0_F$. Karena $m-k > 0$, maka F memiliki karakteristik berupa bilangan bulat positif. Katakanlah karakteristik dari F adalah p , karena F memuat elemen tak nol maka $p \geq 2$. Andaikan p bukan prima, berarti $p = x.y$ dengan $1 < x, y < p$.

Perhatikan bahwa, $0_F = p.l_F = (x.y).l_F = (x.l_F).(y.l_F)$. Padahal, F adalah lapangan yang berarti juga suatu daerah integral. Sehingga haruslah $x.l_F = 0_F$ atau $y.l_F = 0_F$. Selanjutnya, untuk sebarang $a \in F$ berlaku $x.a = x.l_F.a = 0_F.a = 0_F$ atau $y.a = y.l_F.a = 0_F.a = 0_F$.

Hal ini kontradiksi dengan fakta bahwa p karakteristik dari F . Sehingga terbukti p prima.

Teorema 2.3 (Gallian, 1990:309). *Jika F adalah lapangan berhingga dengan karakteristik p , maka F memuat p^n elemen dengan n suatu bilangan bulat positif.*

Bukti :

Karena F merupakan lapangan berhingga dengan karakteristik p maka F merupakan perluasan lapangan dari $\mathbb{Z}_p$. Jadi, pandang F sebagai ruang vektor atas $\mathbb{Z}_p$. Karena F berhingga maka dimensi F juga hingga, katakanlah $\dim_F = n$. Misalkan pula $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ basis dari F . Perhatikan pula bahwa setiap $v \in F$, dapat dinyatakan sebagai

$$v = \mu_1 x_1 + \mu_2 x_2 + \dots + \mu_n x_n, \mu_i \in \mathbb{Z}_p \quad (2.1)$$

dan penyajian ini tunggal. Jadi, banyak elemen dari F adalah p^n .

Teorema 2.3 menyatakan bahwa banyaknya elemen dari lapangan berhingga berupa bilangan prima atau pangkat dari bilangan prima. Akan tetapi, untuk setiap bilangan prima p dan bilangan bulat positif n belum ada jaminan ditemukan lapangan berhingga F yang banyak elemennya p^n . Lapangan Berhingga $GF(p^n)$ dengan $\mathbb{Z}_2[x]$ merupakan dasar perhitungan pada proses *encode* data *Reed-Solomon Code*. Selanjutnya akan dijelaskan beberapa contoh lapangan berhingga yaitu sebagai berikut.

1. lapangan berhingga $F = GF(2^3)$

Pertama, dipilih polinomial tak tereduksi berorder 3 atas $\mathbb{Z}_2$, yaitu $f(x) = x^3 + x + 1$. Elemen-elemen dari $F = \{[0], [1], [x], [1+x], [x^2], [1+x^2], [x+x^2], [1+x+x^2]\}$.

Pergandaan dari elemen-elemen F adalah pergandaan modulo $f(x)$, yaitu $x^3 + x + 1 \equiv 0 \pmod{f(x)}$, maka diperoleh $x^3 \equiv -x - 1 \equiv x + 1 \pmod{f(x)}$,

sebab $1 = -1$ dalam $\mathbb{Z}_2$. Untuk suatu elemen lapangan $a_0 + a_1x + a_2x^2$ dapat disajikan dalam 3-tuple $(a_0a_1a_2)$ dengan mengurutkan dari pangkat terkecil ke pangkat yang besar. Setiap elemen F akan diubah kedalam bentuk biner seperti pada tabel 3 sehingga akan menjadi dasar perhitungan *error correction*, pada QR Code akan digunakan $GF(256)$ sebagai dasar perhitungannya.

Tabel 3. Bentuk biner data lapangan F

Elemen F	bilangan biner
0	000
1	100
x	010
x^2	001
$1 + x$	110
$1 + x^2$	101
$x + x^2$	011
$1 + x + x^2$	111

Jika diambil $a = x$, maka dapat dengan mudah ditunjukkan bahwa a membangun F. khusus untuk lapangan ini maka dapat ditunjukkan bahwa setiap elemen yang bukan 1 merupakan pembangun. Misal diambil $\beta = (101)$ dan akan dihitung $m_\beta(x)$. Maka

$$m_\beta(x) = \prod_{\delta \in C(\beta)} (y - \delta) = (y - \beta)(y - \beta^2)(y - \beta^4), \text{ sebab } \beta^8 = \beta$$

Sehingga diperoleh

$$\begin{aligned} & (y - \beta)(y - \beta^2)(y - \beta^4) \\ &= y^3 + (\beta + \beta^2 + \beta^4)y^2 + (\beta\beta^2 + \beta\beta^4 + \beta^2\beta^4)y + \beta\beta^2\beta^4 \end{aligned}$$

Untuk mempermudah perhitungan, elemen-elemen tak nol dari F dibuat penyajiannya dalam bentuk pangkat dari pembangunnya, yaitu $\alpha = x$.

$$\begin{array}{ll} \alpha^0 = (100) & \alpha^4 = (011) \\ \alpha^1 = (010) & \alpha^5 = (111) \\ \alpha^2 = (001) & \alpha^6 = (101) \\ \alpha^3 = (110) & \alpha^7 = \alpha^0 = (100) \end{array}$$

Karena $\beta = \alpha^6$ maka $\beta^2 = \alpha^{12} = \alpha^5$ dan $\beta^4 = \alpha^{24} = \alpha^3$. Perlu diingat bahwa pangkatnya dikerjakan dengan modulo 8-1=7, yaitu order dari grup siklik yang dibangun oleh α . Jadi diperoleh

$$\beta + \beta^2 + \beta^4 = \alpha^6 + \alpha^5 + \alpha^3 = (101) + (111) + (110) = 1$$

$$\beta\beta^2 + \beta\beta^4 + \beta^2\beta^4 = \beta^3 + \beta^5 + \beta^6 = \alpha^{18} + \alpha^{30} + \alpha^{36}$$

$$= \alpha^4 + \alpha^2 + \alpha = 0$$

$$\beta\beta^2\beta^4 = \beta^7 = \alpha^{42} = 1$$

Sehingga diperoleh $m_\beta(y) = y^3 + y^2 + 1$. Polinomial minimal tersebut juga merupakan polinomial minimal untuk β^2 dan β^4 . Polinomial minimal untuk α dapat dihitung sebagai berikut.

$$m_\alpha(x) = \prod_{\delta \in C(\alpha)} (y - \delta) = (y - \alpha)(y - \alpha^2)(y - \alpha^4) \quad (2.2)$$

Seperti untuk β , kemudian dihitung

$$\begin{aligned} (y - \alpha)(y - \alpha^2)(y - \alpha^4) &= y^3 + (\alpha + \alpha^2 + \alpha^4)y^2 + (\alpha\alpha^2 + \alpha\alpha^4 + \\ &\alpha^2\alpha^4)y + \alpha\alpha^2\alpha^4 \end{aligned}$$

$$\alpha + \alpha^2 + \alpha^4 = (010) + (001) + (011) = 0$$

$$\alpha\alpha^2 + \alpha\alpha^4 + \alpha^2\alpha^4 = \alpha^3 + \alpha^5 + \alpha^6 = (110) + (111) + (101) = 1$$

$$\alpha\alpha^2\alpha^4 = \alpha^7 = 1.$$

Jadi polinomial minimal untuk α akan sama dengan polinomial minimal untuk α^2 dan α^4 , yaitu $m_\alpha(y) = y^3 + y + 1$.

2. Lapangan berhingga $F = GF(2^4)$

Dengan menggunakan polinomial $f(x) = x^4 + x + 1 \in \mathbb{Z}_2[x]$. Dalam hal ini $\alpha = x$ merupakan pembangun lapangan F . maka akan diperoleh bentuk biner dari setiap elemen F yaitu sebagai berikut.

$\alpha^0 = (1000)$	$\alpha^8 = (1010)$
$\alpha^1 = (0100)$	$\alpha^9 = (0101)$
$\alpha^2 = (0010)$	$\alpha^{10} = (1110)$
$\alpha^3 = (0001)$	$\alpha^{11} = (0111)$
$\alpha^4 = (1100)$	$\alpha^{12} = (1111)$
$\alpha^5 = (0110)$	$\alpha^{13} = (1011)$
$\alpha^6 = (0011)$	$\alpha^{14} = (1001)$
$\alpha^7 = (1101)$	$\alpha^{15} = \alpha^0 = (1000)$

Polinomial minimal untuk $\beta \in F$ adalah

$$m_\beta(y) = \prod_{\delta \in C(\beta)} (y - \delta)$$

$$= (y - \beta)(y - \beta^2)(y - \beta^4)(y - \beta^8), \text{ karena } \beta^{16} = \beta$$

$$= y^4 + (\beta + \beta^2 + \beta^4 + \beta^8)y^3 + (\beta\beta^2 + \beta\beta^4 + \beta\beta^8 + \beta^2\beta^4 + \beta^2\beta^8 + \beta^4\beta^8)y^2 + (\beta\beta^2\beta^4 + \beta\beta^2\beta^8 + \beta\beta^4\beta^8 + \beta^2\beta^4\beta^8)y + \beta\beta^2\beta^4\beta^8$$

$$= y^4 + (\beta + \beta^2 + \beta^4 + \beta^8)y^3 + (\beta^3 + \beta^5 + \beta^9 + \beta^6 + \beta^{10} + \beta^{12})y^2 + (\beta^7 + \beta^{11} + \beta^{13} + \beta^{14})y + \beta^{15}.$$

Jadi, untuk $\beta = \alpha$, karena $C(\alpha) = \{\alpha + \alpha^2 + \alpha^4 + \alpha^8\}$, maka $m_1(y) = m_2(y) = m_3(y) = m_4(y)$.

$$\beta + \beta^2 + \beta^4 + \beta^8 = \alpha + \alpha^2 + \alpha^4 + \alpha^8$$

$$= (1000) + (0010) + (1100) + (1010) = 0$$

$$\beta^2 + \beta^5 + \beta^9 + \beta^6 + \beta^{10} + \beta^{12} = \alpha^2 + \alpha^5 + \alpha^9 + \alpha^6 + \alpha^{10} + \alpha^{12}$$

$$= (0001) + (0110) + (0101) + (0011) + (1110) + (1111)$$

$$= 0$$

$$\beta^7 + \beta^{11} + \beta^{13} + \beta^{14} = \alpha^7 + \alpha^{11} + \alpha^{13} + \alpha^{14}$$

$$= (1101) + (0111) + (1011) + 1001$$

$$= 1$$

$$\beta^{15} = \alpha^{15} = \alpha^0 = 1.$$

Jadi, diperoleh $m_1(y) = y^4 + y + 1 = m_2(y) = m_4(y) = m_8(y)$.

Untuk $\beta = \alpha^3$, maka $C(\alpha^3) = \{\alpha^3, \alpha^6, \alpha^{12}, \alpha^{24}\} = \{\alpha^3, \alpha^6, \alpha^{12}, \alpha^9\}$.

Jadi diperoleh $m_3(y) = m_6(y) = m_9(y) = m_{12}(y)$, dan

$$\beta + \beta^2 + \beta^4 + \beta^8 = \alpha^3 + \alpha^6 + \alpha^{12} + \alpha^9$$

$$= (0001) + (0011) + (1111) + (0101)$$

$$= 1$$

$$\beta^3 + \beta^5 + \beta^9 + \beta^6 + \beta^{10} + \beta^{12} = \alpha^9 + \alpha^{15} + \alpha^{12} + \alpha^3 + \alpha^0 + \alpha^{12}$$

$$= (0101) + (0011) + (1111) +$$

$$(0001) + (1000) + (1111)$$

$$= 1$$

$$\beta^7 + \beta^{11} + \beta^{13} + \beta^{14} = \alpha^6 + \alpha^3 + \alpha^9 + \alpha^{12}$$

$$= (0011) + (0001) + (0101) + (1111)$$

$$= 1$$

$$\beta^{15} = \alpha^0 = 1$$

Jadi, diperoleh $m_2(y) = y^4 + y^3 + y^2 + y + 1 = m_6(y) = m_9(9) = m_{12}(12)$. Untuk $\beta = \alpha^5$ maka $C(\alpha^5) = \{\alpha^5, \alpha^{10}\}$ sehingga $m_5(y) = m_{10}(y)$, yaitu

$$m_5(y) = \prod_{\delta \in C(\beta)} (y - \delta) = (y - \alpha^5)(y - \alpha^{10})$$

$$= y^2 + (\alpha^5 + \alpha^{10})y + \alpha^5 \alpha^{10}$$

dengan $\alpha^5 + \alpha^{10} = (0110) + (1110) = 1$ dan $\alpha^{15} = \alpha^0 = 1$.

Sehingga diperoleh $m_5(y) = y^2 + y + 1 = m_{10}(y)$.

Untuk $\beta = \alpha^7, C(\alpha^7) = \{\alpha^7, \alpha^{14}, \alpha^{13}, \alpha^{11}\}$ sehingga dengan cara yang sama diperoleh $m_7(y) = y^4 + y^3 + 1 = m_{14}(y) = m_{13}(y) = m_{11}(y)$.

Selanjutnya, diperoleh $m_0(y) = y + 1$.

3. Lapangan berhingga $F = GF(256)$

Lapangan berhingga $GF(256)$ merupakan dasar perhitungan pada algoritma *Reed-Solomon Code*. Tabel 4 adalah tabel representasi integer dan pangkat dari α .

Tabel 4. Representasi integer dari $GF(256)$

Sumber: www.thonky.com

Pangkat dari α	Integer	integer	Pangkat dari α
0	1		
1	2	1	0
2	4	2	1
3	8	3	25
4	16	4	2
5	32	5	50
6	64	6	26
7	128	7	198
8	29	8	3
9	58	9	223
10	116	10	51
...	...	...	...
...	...	...	...
...	...	...	...
255	1	255	175

Pembangunan *QR Code* perlu dilengkapi dengan adanya koreksi kesalahan karena data yang tersimpan rentan mengalami kerusakan. penggunaan koreksi

kesalahan akan membuat *QR Code* tahan terhadap kerusakan apapun dengan tingkat kerusakan hingga batas tertentu. Algoritma *Reed-Solomon Code* merupakan salah satu algoritma pada koreksi kesalahan yang mudah diterapkan dan memiliki hasil yang baik.

C. *Reed-Solomon Code*

Reed-Solomon Code adalah salah satu teknik *error and erasure correction* yang banyak digunakan pada bidang komunikasi satelit dan *mobile, magnetic recording*, dan *high-definition television*. Dalam komunikasi nirkabel, data yang dikirim *transmitter* tentu akan mendapat *noise* dari kanal (*channel*) yang bisa mengakibatkan kerusakan pada data. *Reed-Solomon decoder* mampu mengembalikan data yang rusak tersebut. Salah satu kelebihan *Reed-Solomon* adalah *non-binary code* (data diolah dalam word) sehingga koreksi data menjadi lebih baik.

Reed-Solomon Code merupakan kode blok, yang berarti pesan yang akan ditransmisikan dibagi menjadi blok-blok data yang terpisah. Kode ini disebut juga kode sistematis yang artinya proses encoding tidak merubah simbol-simbol pesan dan simbol proteksi ditambahkan pada tempat yang terpisah pada blok data tersebut. *Reed-Solomon Code* disebut juga kode linear (dengan menjumlahkan dua *codeword* akan menghasilkan *codeword* yang lain), dan juga *cyclic* (dengan menggeser sebuah *codeword* secara *cyclic* akan menghasilkan *codeword* lain). *Reed-Solomon Code* termasuk dalam keluarga pengkodean *Bose-Choundhuri-Hocquenghem* (BCH) non biner. *Reed-Solomon Code* (n, k) artinya dengan masukan sejumlah k simbol informasi maka akan menghasilkan blok kode

sebanyak n symbol dan m adalah jumlah bit pada setiap simbol maka $n = 2^m - 1$, kemampuan deteksi dan koreksi *error*nya adalah $t < n - k$.

Proses perhitungan dalam *Reed-Solomon Code* menggunakan aturan lapangan berhingga atau *Galois Field* $GF(2^m)$ artinya setiap simbol dalam *Reed-Solomon Code* merupakan anggota dari $GF(2^m)$ tersebut. *Encode* pada *Reed-Solomon Code* membentuk kode blok $C(x) = x^{n-k}m(x) + r(x)$ dengan $r(x)$ adalah sisa pembagian dari polinom simbol masukan $x^{n-k}m(x)$ oleh polinom generator $g(x)$. $G(x)$ adalah polinom generator berderajat $n-k$ dan merupakan faktor dari $x^n + 1$,

$$g(x) = (x - a^1)(x - a^2) \dots (x - a^{n-k}) \quad (2.3)$$

Penerapan rumus encoding $g(x)$ dapat dilakukan pada *encoder Reed-Solomon Code* dengan menggunakan *Linear Feedback Shift Register (LFSR)* dengan *internal feedback* yang bersesuaian dengan $g(x)$. Operasi yang digunakan adalah penjumlahan dan perkalian *Galois Field* (2^m) .

Proses *decoding Reed-Solomon Code* memiliki beberapa tahapan yaitu sebagai berikut.

1. Menghitung nilai *syndrom* (S), jika $S = 0$ berarti informasi masukan *decoder* tidak error tetapi jika $s \neq 0$ berarti ada *error* terdeteksi dan harus dicari dimana posisinya untuk selanjutnya dikoreksi.
2. Perhitungan polinom tempat atau posisi error $(\wedge(x) = \prod a^j) = \sigma_1 + \sigma_1 x + \sigma_2 x^2 + \dots + \sigma_t x^t)$ menggunakan algoritma *Berlekamp & Massey*.

3. Perhitungan nilai *error* pada posisi *error* yang telah diketahui menggunakan metode pencarian *Chien*.

Menjumlahkan polinom *error* dengan kode informasi masukan yang bersesuaian untuk mendapatkan kode simbol yang benar.

D. Barcode

Barcode adalah suatu kumpulan data optik yang dibaca mesin. *Barcode* mengumpulkan data dari lebar garis dan spasi garis paralel dan dapat disebut sebagai kode batang atau simbologi linear atau 1D (1 dimensi). Selain dalam bentuk garis *barcode* juga memiliki bentuk persegi, titik, heksagon dan bentuk geometri lainnya di dalam gambar yang disebut kode matriks atau simbologi 2D (2 dimensi). Selain tak ada garis, sistem 2D sering juga disebut kode batang. Sejarah *barcode* dimulai pada tahun 1932, yaitu Wallace Flint yang membuat sistem pemeriksaan barang di perusahaan retail, kemudian pada tahun 1948 *barcode* mulai dikembangkan ke dalam dunia industri. (Daulay, 2016:1)

Barcode 1D banyak digunakan di bisnis retail, industri, apotik, perpustakaan, buku terbitan (ISBN) seperti pada gambar 2, majalah (ISSN), kartu ID karyawan, kartu anggota organisasi atau kartu anggota pelanggan swalayan atau supermarket, dan masih banyak lagi yang lainnya.

Standar kode batang retail di Eropa dan seluruh dunia kecuali Amerika dan Kanada adalah EAN-13 (*European Article Number*). EAN-13 standar terdiri atas sebagai berikut.

1. Kode negara atau kode sistem: 3 digit pertama kode batang menunjukkan negara dimana manufaktur terdaftar.

2. *Manufaktur Code*: Ini adalah 5 digit kode yang diberikan pada *manufaktur* dari wewenang penomoran EAN.

3. *Product Code*: 5 digit setelah *manufaktur code*. Nomor ini diberikan *manufaktur* untuk merepresentasikan suatu produk yang spesifik.

Check Digit atau *Checksum*: Digit terakhir dari kode batang, digunakan untuk verifikasi bahwa kode batang telah dipindai dengan benar.



Gambar 2. *Barcode* ISBN
Sumber: www.isbn.perpusnas.go.id

Pada perkembangannya *barcode* menggunakan media 2D yang dikenal dengan sebutan *barcode* 2D. penggunaan *barcode* 2D dapat ditemukan di jasa layanan bandara (boarding pass).

Pada tabel 5 merupakan perbandingan kode satu dimensi yang dikenal dengan sebutan *barcode*. Kode satu dimensi yang terdapat pada sistem *barcode* memiliki karakteristik masing-masing yaitu sebagai berikut.

1. Code 128 adalah *barcode* dengan kerapatan tinggi, dapat mengkodekan keseluruhan simbol ASCII (128 karakter) dalam luasan yang paling

minim dibandingkan dengan *barcode* jenis lain, hal ini disebabkan karena code 128 menggunakan 4 ketebalan elemen (bar atau spasi) yang berbeda (jenis yang lain kebanyakan menggunakan 2 ketebalan elemen yang berbeda). Setiap karakter pada code 128 dikodekan oleh 3 bar dan 3 spasi (atau 6 elemen) dengan ketebalan masing-masing elemen 1 sampai 4 kali ketebalan minimum (*module*), jika dihitung dengan satuan *module* maka tiap karakter code 128 terdiri dari 11 *module* kecuali untuk stop karakter yang terdiri dari 4 bar 3 spasi (13 *module*).

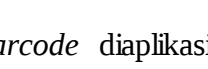
2. Code 39 dapat menyandikan karakter alfanumerik yaitu angka desimal dan huruf besar serta tambahan karakter spesial (- . * \$ / % +). Satu karakter dalam Code 39 terdiri dari 9 elemen yaitu 5 bar (garis vertikal hitam) dan 4 spasi (garis vertikal putih) yang disusun bergantian antara bar dan spasi. Sebayak 3 dari 9 elemen tersebut memiliki ketebalan lebih tebal dari yang lainnya oleh karenanya kode ini biasa disebut juga code 3 of 9, 3 elemen yang lebih tebal tersebut terdiri dari 2 bar dan 1 spasi. Elemen yang lebar mewakili digit biner 1 dan elemen yang sempit mewakili digit biner 0.
3. Code 11 ITF *barcode* atau yang sering disebut dengan kode 11 hanya dapat mengkodekan angka saja sering digunakan pada produk-produk yang memiliki kemasan dengan permukaan yang tidak rata (misalnya *corugated box*), hal ini disebabkan struktur dan cara pengkodean ITF yang unik. Setiap karakter pada ITF *barcode* disandikan dengan 5 elemen yaitu 2 elemen tebal dan 3 elemen sempit, dimana elemen tebal

mewakili digit biner 1 sedangkan elemen tipis mewakili digit biner 0 dengan perbandingan ketebalan antara elemen tebal dengan elemen tipis 2:1 s/d 3:1.

4. Code 93 merupakan pengembangan atau gabungan fungsi dari Simbologi *Barcode*, CODE 39 dan Extended 39. Simbologi jenis ini (termasuk Extended CODE 39 dan CODE 39) bukan jenis *Barcode* yang sering digunakan, Jadi apabila anda ingin menggunakan simbologi ini, scanner *barcode* anda mungkin harus disetting terlebih dahulu.
5. MSI (*Micro Star International*) dikembangkan oleh sebuah perusahaan, kode ini didasarkan pada bahasa asli *plessey*. MSI juga dikenal sebagai modifikasi *Plessey*. MSI merupakan *non-self-checking* simbologi.
6. *One-track pharmacode* menggunakan bar sempit dan bar lebar untuk mengkodekan data yang biner dari sebuah integer dari 3 sampai 131070 Integer terbesar 131070 mengambil 16 bar lebar untuk mewakili. *One-track pharmacode* memiliki versi standar dan sebuah versi mini. Aplikasi untuk ruang terbatas, disarankan untuk menggunakan versi mini dari *one-track pharmacode*.
7. *Two-track pharmacode* menggunakan dua setengah bar dan sebuah bar untuk mengkodekan data yang penuh kode biner dari integer antara 4 sampai 64570080. Setengah bar memiliki tinggi 4 mm, satu bar penuh memiliki tinggi 8 mm. Ketika setengah bar memiliki tinggi 6 mm, maka satu bar penuh harus memiliki tinggi 12 mm.

8. *Flattermarken* adalah *barcode* yang hanya dapat menampung numerik saja dan huruf tidak dapat dimasukan sebagai data di dalam *flattermarken code* tersebut.
9. *Telepen alpha* merupakan *barcode* yang dapat menampung akan seluruh karakter yang terdapat dalam ASCII yang terkandung di dalamnya.

Tabel 5. Kode satu dimensi
Sumber: www.kiosbarcode.com

Nama	Bentuk	Data
Code-128		Seluruh karakter ASCII [0..127]
Code-11		Karakter[-]dan[0..9]
Code-39full ASCII		Seluruh karakter ASCII [0..127]
Code-93		[0..9A..Z -. /+ %] [spasi]
Flattermarken		Numerik[0..9]
MSI		Numerik[0..9]
Pharmacode One-Track		Numerik [0..9]dan data generic
Pharmacode Two-Track		Numerik [0..9]dan data generic
Telepen Alpha		Seluruh karakter ASCII [0..127]

Dalam praktek utamanya, *barcode* diaplikasikan pada sistim nomor untuk pengidentifikasian barang/jasa perdagangan GTIN (*Global Trade Item Number*), GLN (*Global Location Number*), SSCC (*Serial Shipping Container Code*), buku (ISBN), terbitan berkala (ISSN), dan lain-lain sistem kode nomor identifikasi termasuk yang dibuat untuk keperluan internal. Penggunaan *barcode* dalam pengkode-an GTIN, merupakan salah satu contoh penggunaan *barcode* terbesar yang telah diterapkan oleh lebih dari 1.000.000 perusahaan di dunia.

GTIN (*Global Trade Item Number*) adalah sistim penomoran yang mengidentifikasi secara unik barang dagangan (*trade item*) atau jasa (*services*) yang diperdagangkan secara komersial. Penggunaan GTIN akan memudahkan proses informasi di jalur perdagangan. Pengaturan yang menyangkut pengalokasian nomor GTIN mengikuti standar yang berlaku *universal*. GTIN merupakan nomor index atau kunci untuk mengakses informasi atau data yang terkait pada produk tersebut. GTIN tidak mengandung informasi mengenai produk yang diidentifikasi. Disini GTIN hanya berfungsi seperti misalnya pada nomor Plat Mobil.

E. QR Code

1. Sejarah QR Code

QR Code merupakan *barcode* 2 dimensi yang dikembangkan oleh perusahaan asal jepang yang bernama Denso Wave dimulai pada tahun 1994 yang memiliki bentuk seperti pada gambar 3. QR Code menurut Soon (2008) merupakan matrix code atau *barcode* 2 dimensi dimana isi data *barcode* dapat di-*encode* secara cepat. Berbeda dengan *barcode* yang hanya menyimpan data dalam horizontal saja, QR Code dapat menyimpan data secara horizontal dan vertikal. (Kieseberg, 2010)

Pada dasarnya *barcode* 2 dimensi tidak hanya QR Code saja tetapi ada beberapa bentuk yang lain. Berikut akan diperlihatkan dalam tabel 6 mengenai bentuk-bentuk *barcode* 2 dimensi beserta fitur dan karakteristiknya.



Gambar 3. QR Code
Sumber: www.qr-code-generator.com

Tabel 6. Barcode dua dimensi
Sumber: DENSO ADC, 2011

	QR Code	PDF417	DataMatrix	Maxi Code
				
Developer(country)	DENSO(Japan)	Symbol Technologies (USA)	RVSI Acuity CiMatrix (USA)	UPS (USA)
Type	Matrix	Stacked Bar Code	Matrix	Matrix
Numeric	7,089	2,710	3,116	138
Data Alphanumeric	4,296	1,850	2,355	93
capacity Binary	2,953	1,018	1,556	
Kanji	1,817	554	778	
Main features	Large capacity, small printout size High speed scan	Large capacity	Small printout size	High speed scan
Main usages	All categories	OA	FA	Logistics
Standardization	AIM International JIS ISO	AIM International ISO	AIM International ISO	AIM International ISO

Soon (2008) mengatakan bahwa di Jepang dan Korea QR Code dalam pemanfaatannya ditempelkan pada kemasan buah dan sayuran. Tujuan dari

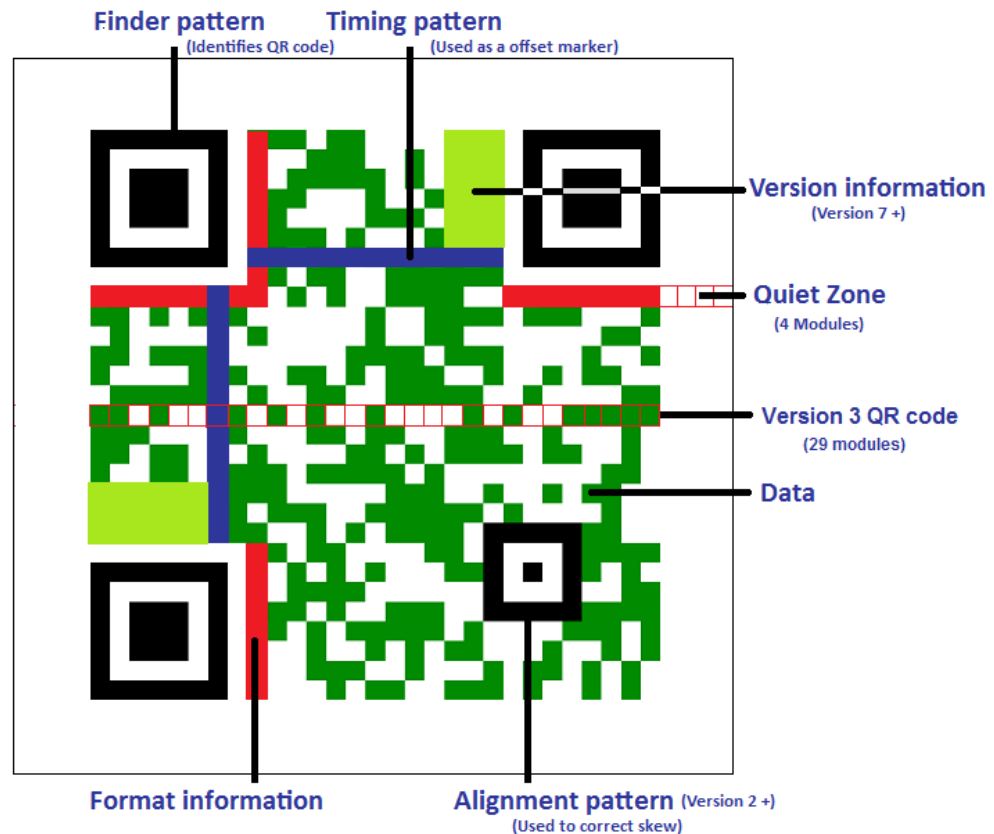
Penempelan *QR Code* tersebut adalah agar pelanggan dapat memperoleh informasi lebih lanjut dengan memindai *QR Code* melalui aplikasi yang sudah terpasang pada telepon seluler. Pada prakteknya alamat website yang memuat informasi tersebut dikonversi menjadi bentuk *QR Code*, dan ketika *QR Code* dipindai oleh aplikasi akan menghasilkan alamat website semula.

Denso Wave Inc (2011) menyatakan bahwa hasil cetakan *QR Code* tahan terhadap kerusakan sampai dengan 30% agar tetap dibaca. Selain itu, *QR Code* dapat dibaca dari segala arah dengan hasil yang sama sehingga meminimalkan kesalahan baca akibat salah posisi *QR Code*. Adapun Soon (2008) mengemukakan tentang perbedaan *QR Code* dan *Barcode* dalam tabel 7 berikut.

Tabel 7. Perbedaan *QR Code* dan *Barcode*

<i>QR Code</i>	<i>Barcode</i>
Kapasitas data hingga ratusan data.	Kapasitas data maksimal 20 digit data.
Tipe data yang disimpan beragam mulai dari angka, huruf bahkan sampai huruf jepang seperti kanji, hiragana dan katakana.	Tipe data yang dapat disimpan hanya angka dan huruf
Ukuran cetak untuk <i>QR Code</i> dapat jauh lebih kecil yaitu 21 piksel untuk versi 1.	Ukuran cetak <i>Barcode</i> minimal adalah 102 piksel.
Hasil cetakan di <i>QR Code</i> lebih tahan terhadap kerusakan seperti debu sampai robek bahkan data di <i>QR Code</i> masih bisa dibaca walaupun sebagian kode sudah rusak atau robek (maksimum tingkat kerusakan 30%).	Hasil cetakan <i>Barcode</i> tidak tahan terhadap kerusakan, jika salah satu bar tertutup atau terputus maka tidak dapat dibaca.
<i>QR Code</i> dapat dibaca dari segala arah atau sudut (360 derajat).	<i>Barcode</i> harus berada didepan scanner pada saat pembacaan.

QR Code memiliki bagian-bagian struktur yang akan dijelaskan pada gambar 4 (Ariadi, 2011).



Gambar 4. Struktur QR Code
Sumber: www.blog.adafruit.com

Berikut merupakan penjelasan dari istilah-istilah yang berkenaan dengan gambar 4 yaitu sebagai berikut.

- Finding Pattern* merupakan pola untuk mendeteksi posisi QR Code.
- Timing Pattern* merupakan pola yang digunakan untuk identifikasi koordinat pusat dari QR Code, dibuat dalam bentuk modul hitam putih bergantian.

- c. *Version Information* merupakan versi dari sebuah *QR Code*, versi terkecil adalah 1 (21 x 21) modul dan versi terbesar adalah 40 (177 x 177) modul.
- d. *Quiet Zone* merupakan daerah kosong dibagian terluar *QR Code* yang mempermudah mengenali pengenalan QR oleh sensor CCD.
- e. *QR Code version* merupakan versi *QR Code*. Pada gambar 4 versi yang digunakan adalah versi 3 (29 x 29 modul).
- f. Data merupakan daerah tempat data tersimpan atau data dikodekan.
- g. *Alignment pattern* merupakan pola yang digunakan untuk memperbaiki penyimpangan *QR Code* terutama *distorsi non linear*.
- h. *Format information* merupakan informasi tentang *error correction level* dan *mask pattern*.

2. Karakteristik dari *QR Code*

Karakteristik dari *QR Code* yaitu dapat menampung jumlah data yang besar. Secara teori sebanyak 7098 karakter numerik data yang dapat tersimpan di dalamnya, kerapatan tinggi (100 kali lebih tinggi dari kode simbol linear) dan pembacaan kode dengan cepat. *QR Code* juga memiliki kelebihan lain baik dalam hal untuk kerja dan fungsi (Ariadi, 2011). Berikut ini merupakan kelebihan yang dimiliki oleh *QR Code*.

a. Pembacaan Data dari Segala Arah (360 derajat)

Pembacaan kode matriks dengan menggunakan sensor kamera CCD (*Charge Coupled Device*) dimana data akan memindai baris per baris dari citra yang ditangkap dan kemudian disimpan dalam memori. Perangkat lunak tertentu

akan digunakan untuk menganalisa detail citra, mengenali *finding pattern* dan mendeteksi posisi sistem. Kode simbol linear ataupun kode dua dimensi lain akan memakan waktu yang lebih lama untuk mendeteksi letak, sudut atau besar dari simbol tersebut.

b. Ketahanan terhadap Penyimpangan simbol

Simbol matriks dua dimensi akan rentan terhadap penyimpangan bentuk ketika ditempatkan pada permukaan yang tidak rata (bergelombang) sehingga sensor pembaca menjadi miring karena sudut antara sensor CCD dan simbol matriks 2 dimensi ini telah berubah. Untuk memperbaiki penyimpangan ini, QR Code memiliki perata pola (*alignment pattern*) yang menyusun dengan jarak teratur dalam suatu daerah. *Alignment pattern* akan memperhitungkan titik pusat dengan daerah terluar dari simbol matriks, sehingga dengan cara ini penyimpangan *linear* maupun *non linear* masih terbaca.

c. Fungsi Pemulihan Data (Ketahanan terhadap kotoran maupun kerusakan)

QR Code mempunyai empat tingkatan koreksi error (7%, 15%, 25%, dan 30%). Dalam mengendalikan kerusakan yang diakibatkan kotor maupun rusak, QR Code memanfaatkan algoritma *Reed-Salomon* yang tahan terhadap kerusakan tingkat tinggi. Jadi, ketika QR Code akan digunakan dalam lingkungan yang rawan kerusakan akibat lingkungan, disarankan menggunakan *error correction* 30%. Berikut pada tabel 8 adalah *format informasi* yang memuat level *error correction* pada QR Code.

Tabel 8. *Format informasi*
Sumber: Swetake, 2011

No	<i>Level Error Correction</i>	Tingkat ketahanan	Indikator
1	L	7%	01
2	M	15%	00
3	Q	25%	11
4	H	30%	10

d. Kemampuan *encode* karakter kanji dan kana Jepang

QR Code telah berkembang pesat di negara Jepang. Hal ini menyebabkan perkembangan *QR Code* untuk dapat menerima input data berupa karakter yang non alfabet. Pembuatan *QR Code* dengan inputan berupa huruf Jepang, maka data tersebut akan diubah kedalam bentuk biner 16 bit (2 *byte*) untuk karakter tunggal sedangkan untuk gabungan karakter akan di-*encode* dalam biner 13 bit. Hal ini memberikan keuntungan lain dimana proses *encode* huruf Jepang akan meningkatkan efisien 20% lebih banyak dari kode simbol dua dimensi lain. Volume data yang sama akan dapat dibuat pada area pencetakan yang lebih kecil.

e. Fungsi *Linking* pada simbol

QR Code memiliki kemampuan untuk dapat dipecah menjadi beberapa bagian dengan maksimum pembagian adalah 16 bagian (Soon, 2008). Fungsi *Linking* ini membuat *QR Code* dapat dicetak pada daerah yang tidak terlalu luas untuk sebuah *QR Code* tunggal.

f. Proses *Masking*

Proses *Masking* pada *QR Code* berperan sangat penting dalam hal penyusunan modul hitam dan modul putih agar memiliki jumlah yang seimbang. Untuk memungkinkan hal ini digunakan operasi XOR (Exclusive OR) yang diaplikasikan antara area data dan daerah *mask pattern*. Ada sebanyak delapan *mask pattern* dalam *QR Code* yang kesemuanya itu dalam bentuk biner 3 bit.

F. Retail

Retail adalah suatu penjualan dari sejumlah kecil komoditas kepada konsumen. Meningkatnya tingkat konsumsi dan hasrat berbelanja masyarakat membuat industri ini semakin dilirik oleh para pelaku bisnis. Berikut adalah definisi retailing menurut para ahli adalah sebagai berikut.

1. Menurut Levy dan Weitz (2001) “Retailing adalah satu rangkaian aktivitas bisnis untuk menambah nilai guna barang dan jasa yang dijual kepada konsumen untuk konsumsi pribadi atau rumah tangga”. Jadi konsumen yang menjadi sasaran dari retailing adalah konsumen akhir yang membeli produk untuk dikonsumsi sendiri.
2. Menurut Berman dan Evans (2001) “Retailing merupakan suatu usaha bisnis yang berusaha memasarkan barang dan jasa kepada konsumen akhir yang menggunakannya untuk keperluan pribadi dan rumah tangga”. Produk yang dijual dalam usaha retailing adalah barang, jasa maupun gabungan dari keduanya.
3. Menurut Kotler (2000) retailing yaitu: “Penjualan eceran meliputi semua aktivitas yang melibatkan penjualan barang atau jasa pada

konsumen akhir untuk dipergunakan yang sifatnya pribadi, bukan bisnis”.

4. Menurut Gilbert (2003) Retail adalah semua usaha bisnis yang secara langsung mengarahkan kemampuan pemasarannya untuk memuaskan konsumen akhir berdasarkan organisasi penjualan barang dan jasa sebagai inti dari distribusi.

Berdasarkan definisi-definisi retailing di atas dapat disimpulkan pengertian retailing adalah semua kegiatan bisnis yang melibatkan penjualan barang dan jasa kepada konsumen akhir untuk dipergunakan sebagai keperluan pribadi dan rumah tangga, bukan bisnis

Menurut Berman dan Evans (2001) pada intinya karakteristik retailing ada tiga, yaitu sebagai berikut.

1. *Small Average Sale*

Tingkat penjualan retailing pada toko tersebut relatif kecil, dikarenakan targetnya merupakan konsumen akhir yang membeli dalam jumlah kecil.

2. *Impulse Purchase*

Pembelian yang terjadi dalam retailing sebagian besar merupakan pembelian yang tidak direncanakan. Hal ini yang harus dicermati pengecer, yaitu bagaimana mencari strategi yang tepat untuk memaksimalkan pembelian untuk mengoptimalkan pendapatan.

3. *Popularity of Stores*

Keberhasilan dari retailing sangat tergantung akan popularitas dan image dari toko atau perusahaan. Semakin terkenal toko atau perusahaan maka semakin tinggi pula tingkat kunjungan yang pada akhirnya berdampak pada pendapatan.

Kotler (2000) mengklasifikasikan pengecer berdasarkan lini produk yang mereka jual.

1. Pengecer Toko (*Store Retailing*), yang termasuk dalam kategori ini adalah sebagai berikut.

- a. *Spesialty Store* (Toko Khusus)

Toko khusus adalah toko spesial yang menjual lini produk sempit dengan suatu ragam barang yang terdapat di dalam lini tersebut. Dalam hal ini, retailer mencoba untuk melayani konsumen dari satu atau sejumlah kecil segmen pasar dengan cara menyediakan produk-produk khusus. Pada umumnya volumenya tidak terlalu besar, milik pribadi, dan badan hukumnya berbentuk usaha perorangan atau CV. Toko khusus dapat diklasifikasikan lagi menurut tingkat kekhususan lini produknya. Toko pakaian merupakan toko lini tunggal, toko pakaian pria merupakan toko sangat khusus.

- b. Toko Serba Ada (*Departement Store*)

Toko serba ada adalah lembaga eceran yang menawarkan berbagai macam lini produk dengan mutu pilihan. Biasanya toko seperti ini mempunyai volume usaha yang besar, kondisi keuangannya lebih kuat, dan badan hukumnya

berbentuk perseorangan terbatas atau paling tidak berbentuk CV. Ada dua macam *departement store* retailing, yaitu:

1) *Line Departement Store*

Menawarkan sejumlah besar jenis barang dagangan.

2) *Limited Line Departement Store*

3) Menawarkan beberapa macam barang, pada umumnya barang-barang lunak seperti pakaian, handuk, sprei dengan orientasi model dan harga yang mahal.

c. Toko Kebutuhan Sehari-hari (*Convenience Store*)

Toko kebutuhan sehari-hari adalah toko yang relatif kecil dan terletak di daerah pemukiman atau di jalur *high traffic*, memiliki jam buka yang panjang (24 jam) selama tujuh hari dalam seminggu, dengan tingkat perputaran yang tinggi dan menjual lini produk *convenience* yang terbatas seperti minuman, makanan ringan, permen, rokok, dll. Jam buka yang panjang dan karena konsumen hanya membeli di toko ini hanya sebagai “pelengkap” menyebabkan toko ini menjadi suatu operasi dengan harga tinggi.

d. Pasar Swalayan (*Supermarket*)

Pasar swalayan adalah toko dengan operasi relatif besar, berbiaya rendah, margin rendah, volume tinggi. Swalayan dirancang untuk melayani semua kebutuhan konsumen seperti produk-produk bahan makanan, daging, ikan segar, sayur, buah-buahan, minuman kaleng, cucian, dan produk-produk perawatan rumah tangga. Kini banyak supermarket yang melengkapi tawarannya dengan barang-barang bukan makanan seperti deterjen, sabun mandi, sendok dan garpu.

e. Toko Diskon (*Discount Store*)

Toko diskon adalah toko yang menjual secara reguler barang-barang standar dengan harga lebih murah karena mengambil margin yang lebih rendah dan menjual dengan volume yang lebih tinggi. Umumnya menjual merek nasional, bukan barang bermutu rendah. Saat ini pengecer diskon telah bergerak dari barang dagangan umum ke khusus, seperti toko diskon alat-alat olahraga, toko elektronik, dan toko buku.

f. Pengecer Potongan Harga (*Off-Price Retailers*)

Pengecer potongan harga adalah pengecer yang membeli pada harga yang lebih rendah daripada harga grosir dan menetapkan harga konsumen lebih rendah daripada harga eceran. Mereka cenderung menjual persediaan barang dagangan yang berubah-ubah dan tidak stabil sering merupakan sisa, tidak laku, dan cacat yang diperoleh dengan harga lebih rendah dari produsen atau pengecer lainnya. Pengecer potongan harga telah berkembang pesat dalam bidang pakaian, aksesoris, dan perlengkapan kaki. Ada tiga jenis utama pengecer potongan harga, yaitu:

1) Toko Pabrik (*Factory Outlet*)

Toko yang dimiliki dan dioperasikan oleh produsen dan biasanya menjual barang yang berlebih, tidak diproduksi lagi dan tidak reguler.

2) Pengecer Potongan Harga Independen (*Independent Off-Price Retailer*)

Toko yang dimiliki dan dijalankan oleh pengusaha atau divisi dari perusahaan pengecer besar.

3) Klub Gudang/Klub Grosir

Toko yang menjual pilihan terbatas dari produk makanan bermerek, perlengkapan rumah tangga, pakaian dan bermacam produk lain dengan diskon besar bagi anggota yang membayar iuran tahunan.

g. Toko Super (*Superstore*)

Toko super adalah kombinasi dari supermarket dan *discount store* (toko yang menyediakan sejumlah besar barang (*full line product*) dengan harga murah. Toko Super rata-rata memiliki ruang jual 35.000 kaki persegi dan bertujuan memenuhi semua kebutuhan konsumen untuk pembelian makanan maupun bukan makanan secara rutin.

Toko super merupakan retail dengan pangsa pasar terbesar baik dalam jumlah barang yang dijual atau pelanggan yang datang berbelanja. Toko super dibagi menjadi dua yaitu:

1) Toko Kombinasi (*Combination Store*)

Toko kombinasi merupakan diversifikasi usaha pasar swalayan ke bidang obat-obatan, dengan luas ruang jual sekitar 55.000 kaki persegi.

2) *Hypermarket*

Hypermarket adalah toko yang lebih luas dari *supermarket* dengan ukuran berkisar antara 80.000 sampai 220.000 kaki persegi.