Queue (Antrian)

IF2110 – Algoritma dan Struktur Data
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung


He thinks he has to wait in line to get a treat.

Queue

Queue adalah sederetan elemen yang:

- dikenali elemen pertama (HEAD) dan elemen terakhirnya (TAIL).
- aturan penambahan dan penghapusan elemennya didefinisikan sebagai berikut:
  Penambahan selalu dilakukan setelah **elemen terakhir**,
  Penghapusan selalu dilakukan pada **elemen pertama**.

Queue

Elemen Queue tersusun secara **FIFO** (*First In First Out*)

Contoh pemakaian Queue:

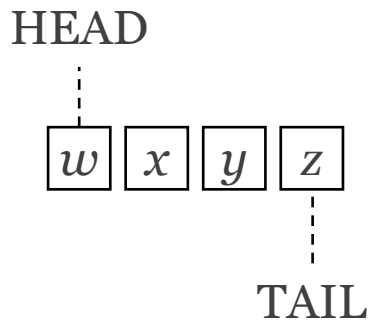
- antrian job yang harus ditangani oleh sistem operasi (*job scheduling*).
- antrian pemrosesan *request* oleh *web server*.
- antrian dalam dunia nyata.

Queue seperti sebuah List dengan batasan lokasi penambahan & penghapusan elemen.

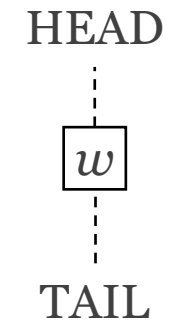
Queue

Secara lojik:

- Elemen
- Head (elemen terdepan)
- Posisi tail (elemen paling belakang)
- Queue kosong



Queue dengan 4 elemen



Queue dengan 1 elemen

Queue kosong

Definisi operasi

Jika diberikan *Q* adalah Queue dengan elemen *ElmtQ*

CreateQueue: $\longrightarrow Q$	{ Membuat sebuah antrian kosong }
head: $Q \longrightarrow ElmtQ$	{ Mengirimkan elemen terdepan Q saat ini }
length: $Q \longrightarrow$ *integer*	{ Mengirimkan banyaknya elemen Q saat ini }
enqueue: $ElmtQ \times Q \longrightarrow Q$	{ Menambahkankan sebuah elemen setelah elemen paling belakang Queue }
dequeue: $Q \longrightarrow Q \times ElmtQ$	{ Menghapus kepala Queue, mungkin Q menjadi kosong }
isEmpty: $Q \longrightarrow$ *boolean*	{ Tes terhadap Q: true jika Q kosong, false jika Q tidak kosong }

Axiomatic semantics (fungsional)

1) new() returns a queue
2) head(enqueue(*v*, new())) = *v*
3) dequeue(enqueue(*v*, new())) = new()
4) head(enqueue(*v*, enqueue(*w*, *Q*))) = head(enqueue(*w*, *Q*))
5) dequeue(enqueue(*v*, enqueue(*w*, *Q*))) = enqueue(*v*, dequeue(enqueue(*w*, *Q*)))

Di mana *Q* adalah Queue dan *v*, *w* adalah value.

Implementasi Queue dengan array

Memori tempat penyimpan elemen adalah sebuah array dengan indeks 0..CAPACITY-1.

Perlu informasi indeks array yang menyatakan posisi Head dan Tail.

ADT Queue dengan array

```
KAMUS UMUM
constant IDX_UNDEF: integer = -1
constant  CAPACITY: integer = 100

type ElType: integer { elemen Queue }

{ Queue dengan array statik }
type Queue: < buffer: array [0..CAPACITY-1] of ElType, { penyimpanan elemen }
              idxHead: integer, { indeks elemen terdepan }
              idxTail: integer > { indeks elemen terakhir }
```

ADT Queue – Konstruktor, akses, & predikat

```
procedure CreateQueue(output q: Queue)
{ I.S. Sembarang
  F.S. Membuat sebuah Queue q yang kosong berkapasitas CAPACITY
       jadi indeksnya antara 0..CAPACITY-1
       Ciri Queue kosong: idxHead dan idxTail bernilai IDX_UNDEF }

function head(q: Queue) → ElType
{ Prekondisi: q tidak kosong.
  Mengirim elemen terdepan q, yaitu q.buffer[q.idxHead]. }
function length(q: Queue) → integer
{ Mengirim jumlah elemen q saat ini }

function isEmpty(q: Queue) → boolean
{ Mengirim true jika q kosong: lihat definisi di atas }
function isFull(q: Queue) → boolean
{ Mengirim true jika penyimpanan q penuh }
```

ADT Queue - Operasi

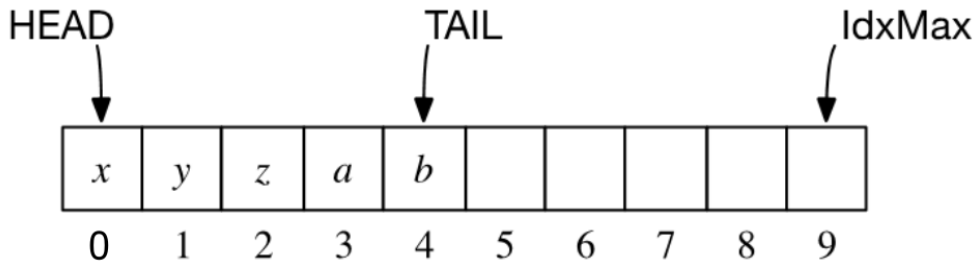
```
procedure enqueue (input/output q: Queue, input val: ElType)
{ Menambahkan val sebagai elemen Queue q.
  I.S. q mungkin kosong, TIDAK penuh
  F.S. q bertambah elemen val sebagai tail yang baru }

procedure dequeue (input/output q: Queue, output val: ElType)
{ Menghapus head dari Queue q.
  I.S. q tidak kosong
  F.S. val berisi nilai head yang lama.
       Jika q tidak menjadi kosong,
         q.idxHead berpindah ke elemen berikutnya pada q.
       Jika q menjadi kosong,
         q.idxHead dan q.idxTail menjadi bernilai IDX_UNDEF. }
```

Implementasi Queue dengan array – alt-1

Jika Queue tidak kosong: idxTail adalah indeks elemen terakhir, idxHead selalu diset = 0.

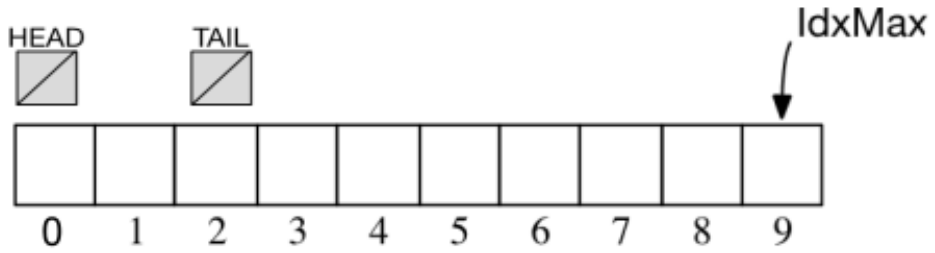
Jika Queue kosong, maka idxHead dan idxTail diset = IDX_UNDEF.

- Ilustrasi Queue tidak kosong dengan 5 elemen:



*dengan IdxMax = CAPACITY-1

- Ilustrasi Queue kosong:



Implementasi Queue dengan array – alt-1

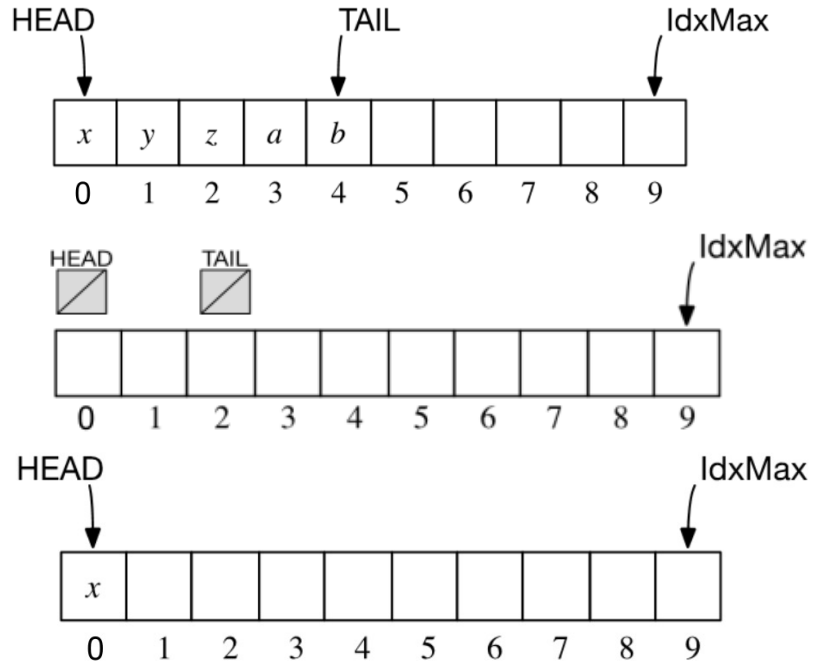
Algoritma **penambahan elemen**:

- **Jika masih ada tempat:** geser TAIL ke kanan.
- **Kasus khusus** (Queue kosong): idxHead dan idxTail diset = 0.

Algoritma paling sederhana dan "naif" untuk **penghapusan elemen**:

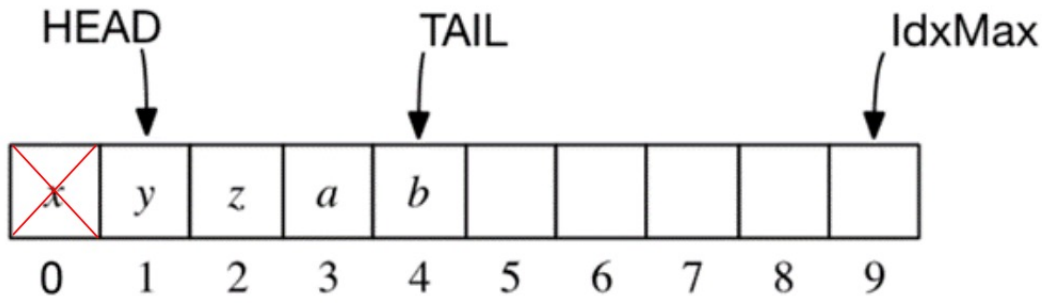
- **Jika Queue tidak kosong:** ambil nilai elemen HEAD, geser semua elemen mulai dari idxHead+1 s.d. idxTail, kemudian geser TAIL ke kiri.
- **Kasus khusus** (Queue berelemen 1): idxHead dan idxTail diset = IDX_UNDEF.

Algoritma ini mencerminkan pergeseran orang yang sedang mengantri di dunia nyata, tapi tidak efisien.

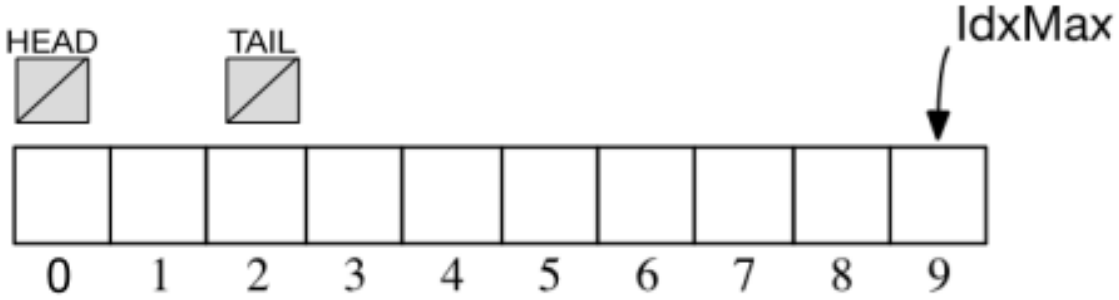


Implementasi Queue dengan array – alt-2

Tabel dengan representasi HEAD dan TAIL yang mana **HEAD bergeser ke kanan** ketika sebuah elemen dihapus.

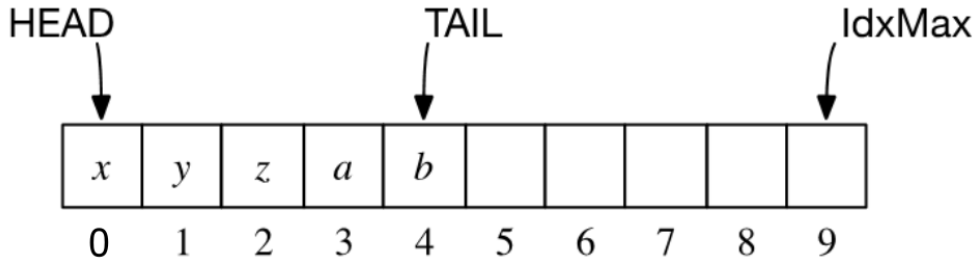


Jika Queue kosong, maka idxHead dan idxTail diset = IDX_UNDEF.

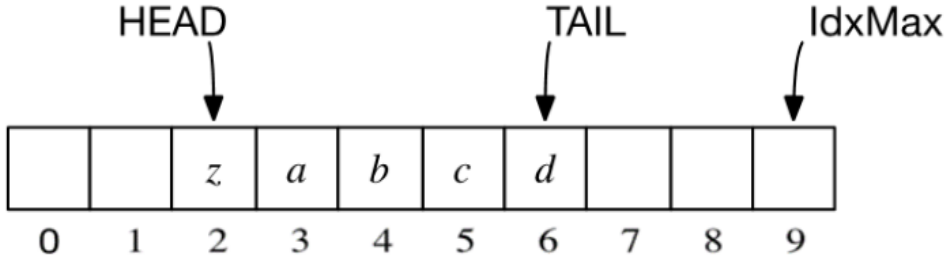


Implementasi Queue dengan array – alt-2

Ilustrasi Queue tidak kosong, dengan 5 elemen, kemungkinan pertama HEAD sedang berada di indeks 0:



Ilustrasi Queue tidak kosong, dengan 5 elemen, kemungkinan lain HEAD tidak berada di indeks 0 (akibat algoritma penghapusan):



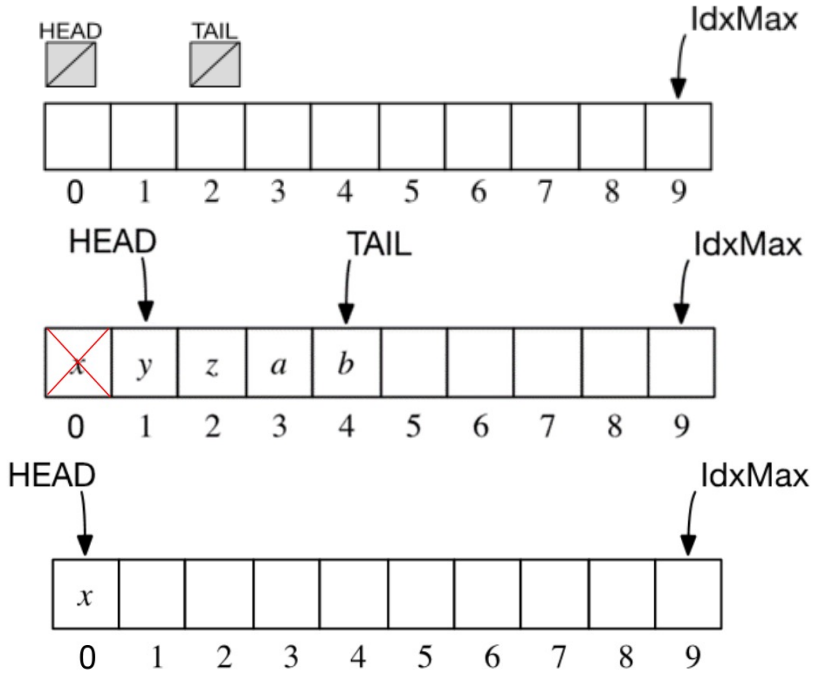
Implementasi Queue dengan array – alt-2

Algoritma **penambahan elemen** sama dengan alt-1, kecuali pada saat "penuh semu" (lihat slide berikutnya.)

Algoritma **penghapusan elemen**:

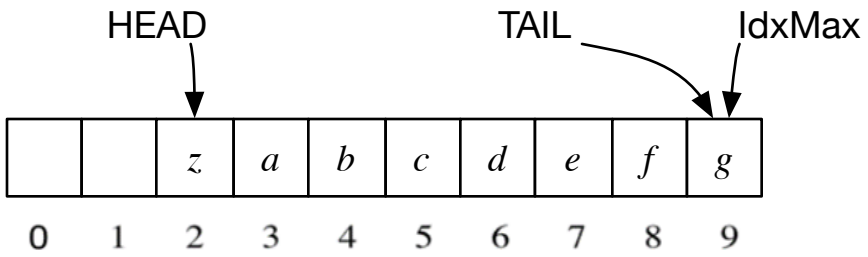
- **Jika Queue tidak kosong:** ambil nilai elemen HEAD, kemudian HEAD digeser ke kanan.
- **Kasus khusus (Queue berelemen 1):** idxHead dan idxTail diset = IDX_UNDEF.

Algoritma ini **TIDAK** mencerminkan pergeseran orang yang sedang mengantri di dunia nyata, tapi **efisien**.



Implementasi Queue dengan array – alt-2

Keadaan Queue penuh tetapi “semu” sebagai berikut:



Harus dilakukan aksi menggeser elemen untuk menciptakan ruangan kosong.

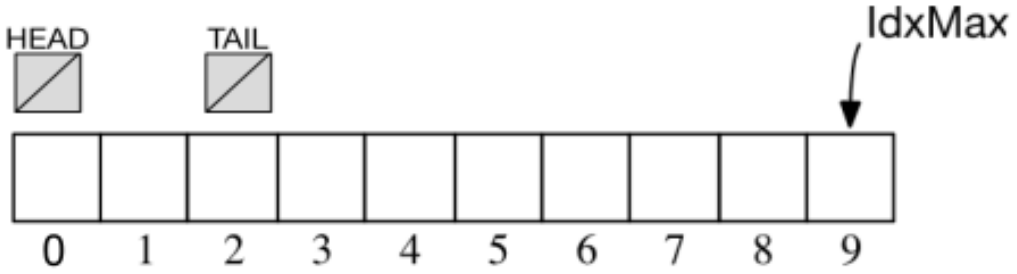
Pergeseran hanya dilakukan jika dan hanya jika idxTail = IdxMax,
i.e., idxTail = CAPACITY-1.

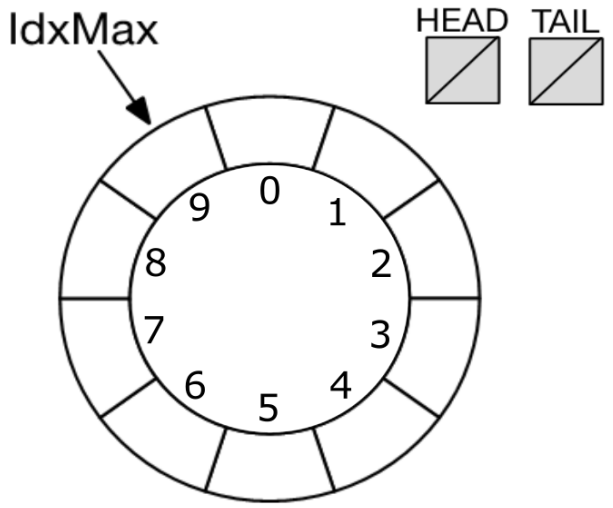
Implementasi Queue dengan array – alt-3 (sirkuler)

Tabel dengan representasi HEAD dan TAIL yang “berputar” mengelilingi indeks tabel dari awal sampai akhir, kemudian kembali ke awal.

Jika Queue kosong, maka idxHead dan idxTail = IDX_UNDEF.

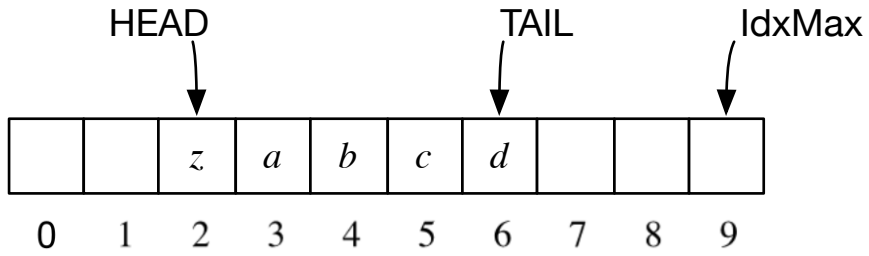
Representasi ini memungkinkan tidak perlu lagi ada pergeseran yang harus dilakukan seperti pada alt-1 dan alt-2.

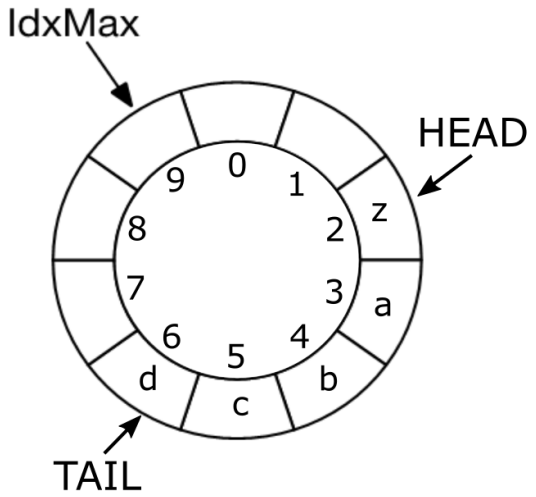




Implementasi Queue dengan array – alt-3 (sirkuler)

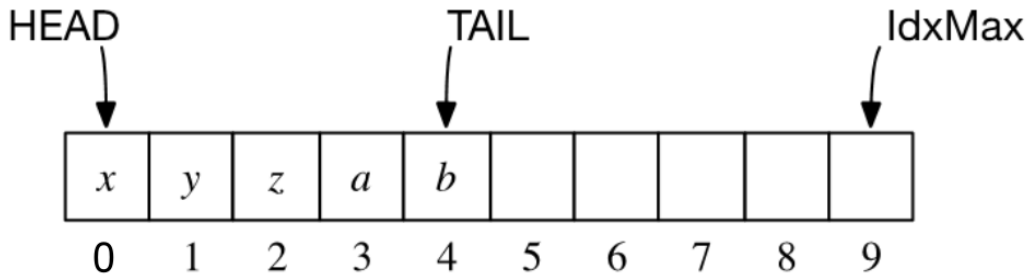
Ilustrasi Queue tidak kosong, dengan 5 elemen, dengan HEAD tidak berada di indeks 0, tetapi **masih "lebih kecil" atau "sebelum" TAIL** (akibat penghapusan/ penambahan):

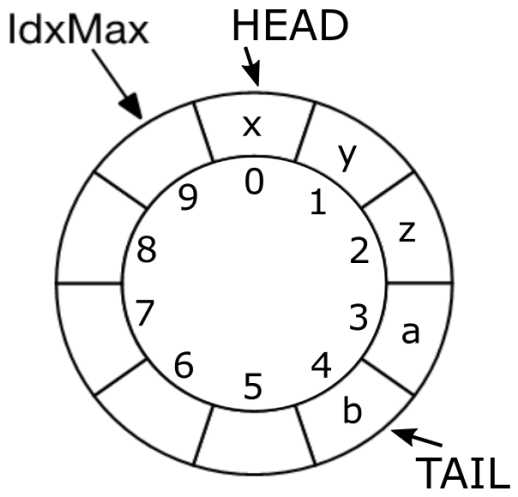




Implementasi Queue dengan array – alt-3 (sirkuler)

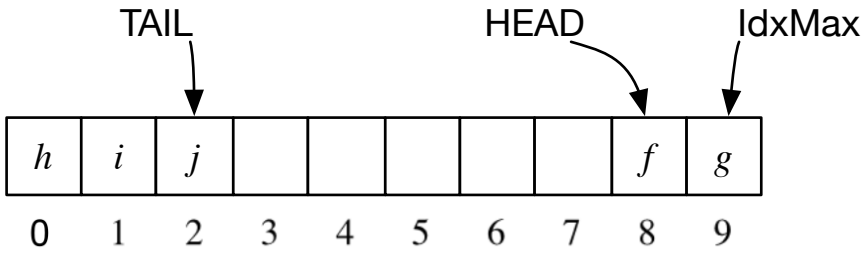
Ilustrasi Queue tidak kosong, dengan 5 elemen, dengan HEAD sedang berada di indeks 0:

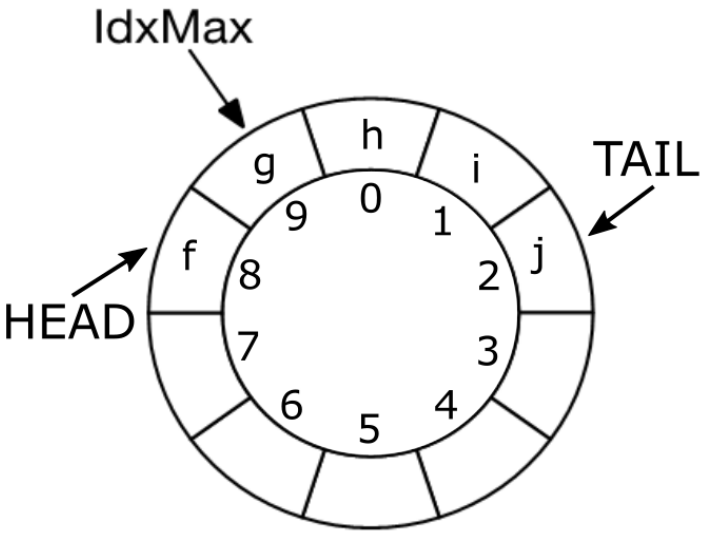




Implementasi Queue dengan array – alt-3 (sirkuler)

Ilustrasi Queue tidak kosong, dengan 5 elemen, HEAD tidak berada di indeks 0, dan **"lebih besar" atau "sesudah" TAIL** (akibat penghapusan/penambahan):

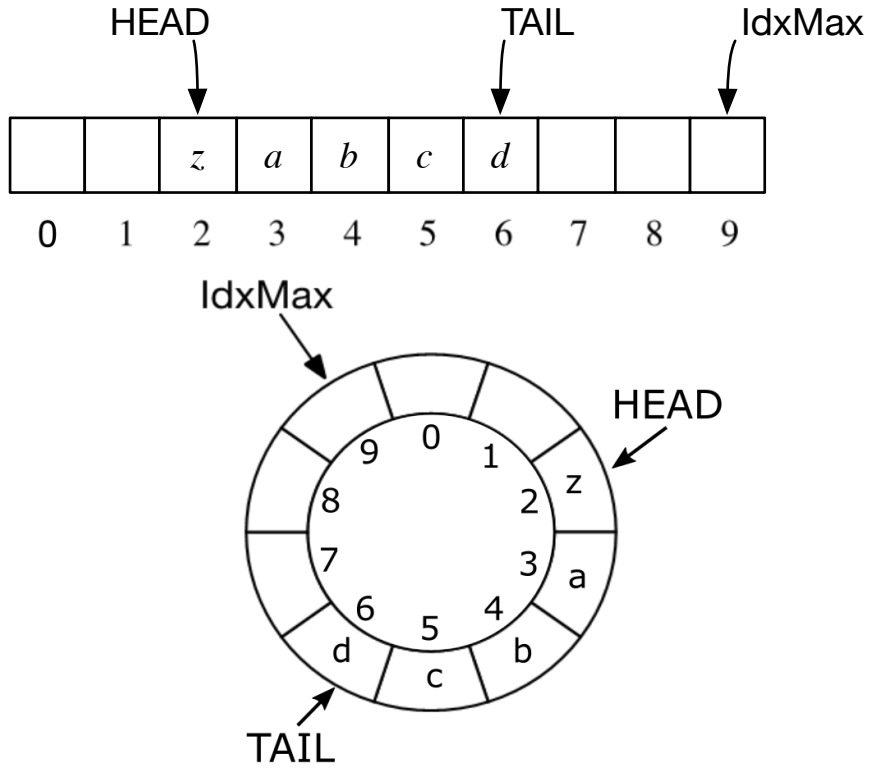




Implementasi Queue dengan array – alt-3 (sirkuler)

Algoritma **penambahan elemen**:

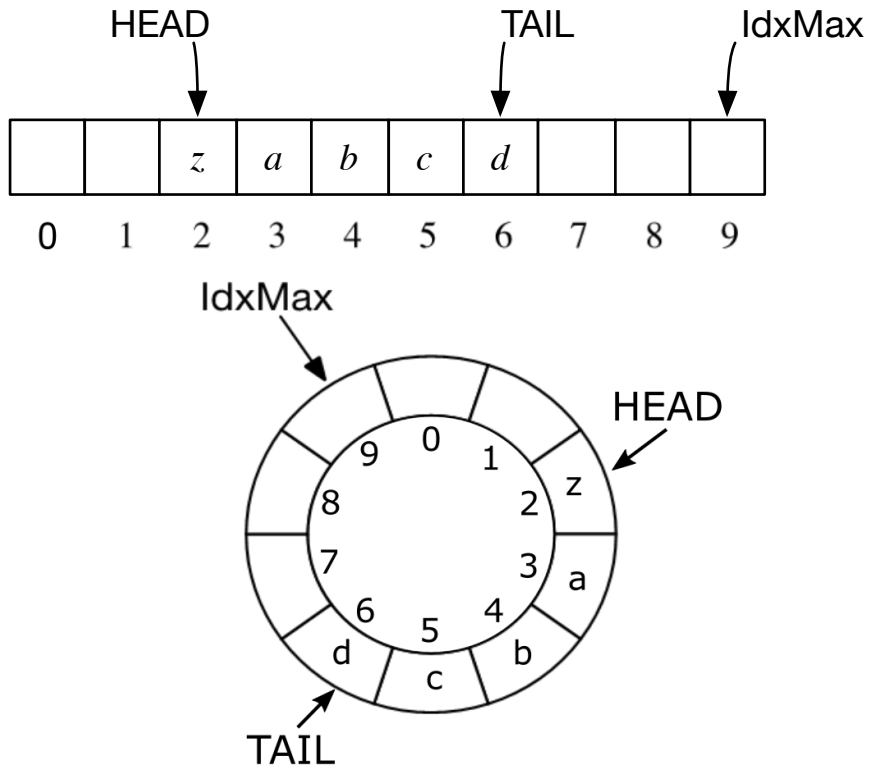
- **Jika masih ada tempat:** geser TAIL
  - **Jika idxTail<IdxMax:** algoritma penambahan elemen sama dengan alt-1 dan alt-2.
  - **Jika idTail=IdxMax:** suksesor dari IdxMax adalah 0 sehingga idxTail yang baru adalah 0.
- **Kasus khusus (Queue kosong):** idxHead dan idxTail diset = 0.



Implementasi Queue dengan array – alt-3 (sirkuler)

Algoritma **penghapusan elemen**:

- **Jika Queue tidak kosong:**
  - Ambil nilai elemen HEAD, kemudian HEAD digeser ke kanan.
  - **Jika idxHead=IdxMax:** idxHead yang baru adalah 0.
- **Kasus khusus (Queue berelemen 1):** idxHead dan idxTail diset = IDX_UNDEF.



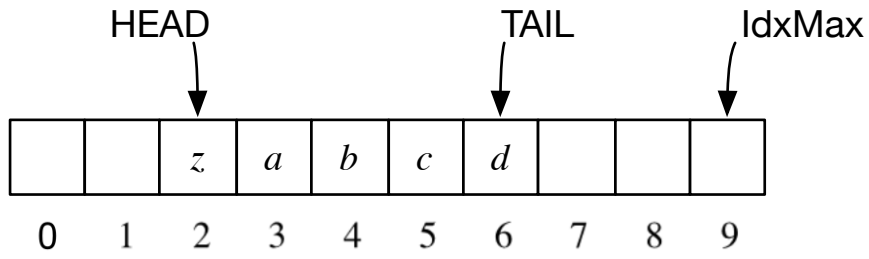
Implementasi Queue dengan array – alt-3 (sirkuler)

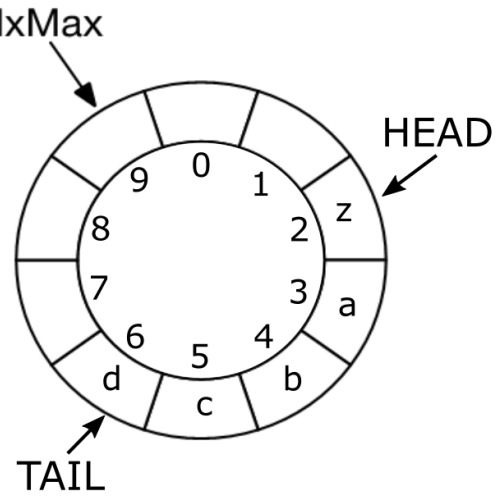
Algoritma ini **efisien** karena tidak perlu pergeseran.

Seringkali strategi pemakaian tabel semacam ini disebut sebagai ***circular buffer***.

Salah satu variasi dari representasi pada alt-3:

Menggantikan representasi TAIL dari "idxTail" menjadi "count" (banyaknya elemen Queue).





Thought exercise

Contoh-contoh sebelumnya menggunakan buffer yang terbatas dan statis.
Di sini “isFull” menjadi relevan meskipun tidak ada di bagian “definisi operasi”.

Renungkan apa yang perlu diubah untuk membuat:

1) ukuran buffer dapat berbeda untuk setiap queue
   (contoh: *q1*, *q2*: Queue; *q1* memiliki kapasitas 100 sedangkan *q2* 150)
2) queue tidak boleh memiliki batas length
   (ukuran buffer bisa ∞ secara teoretis)

Apa konsekuensinya terhadap model alt-1, alt-2, dan alt-3?