Sorting Algorithms

1. Insertion
2. Selection
3. Bubble
4. Shell
5. Quick
6. Merge

Buble Sort

- Metode gelembung (*bubble sort*) disebut dengan metode penukaran (*exchange sort*) adalah metode yang mengurutkan data dengan cara membandingkan masing-masing elemen, kemudian melakukan penukaran bila perlu.
- Metode ini mudah dipahami dan diprogram, tetapi bila dibandingkan dengan metode lain yang kita pelajari, metode ini merupakan metode yang paling tidak efisien.

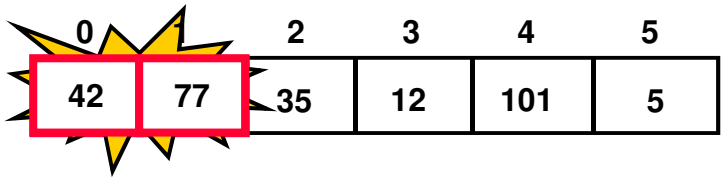
"Bubbling Up" the Largest Element

- Mengecek sekumpulan elemen
  - Memindahkannya dari posisi awal ke akhir
  - "Menggelembungkan" nilai terbesar ke bagian akhir menggunakan metode pembandingan sepasang dan penukaran

0	1	2	3	4	5
77	42	35	12	101	5

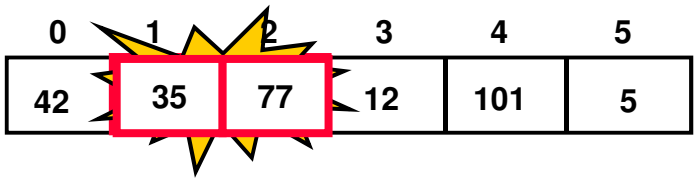
"Bubbling Up" the Largest Element

- Traverse a collection of elements
  - Move from the front to the end
  - "Bubble" the largest value to the end using pair-wise comparisons and swapping



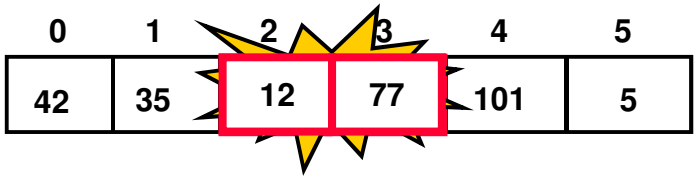
"Bubbling Up" the Largest Element

- Traverse a collection of elements
  - Move from the front to the end
  - "Bubble" the largest value to the end using pair-wise comparisons and swapping



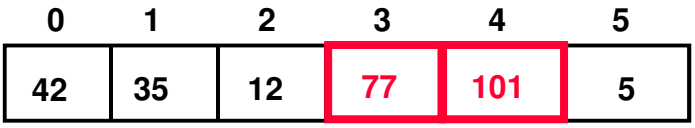
"Bubbling Up" the Largest Element

- Traverse a collection of elements
  - Move from the front to the end
  - "Bubble" the largest value to the end using pair-wise comparisons and swapping



"Bubbling Up" the Largest Element

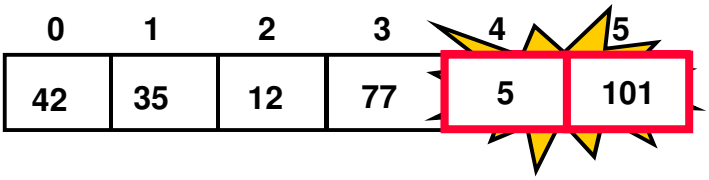
- Traverse a collection of elements
  - Move from the front to the end
  - "Bubble" the largest value to the end using pair-wise comparisons and swapping



No need to swap

"Bubbling Up" the Largest Element

- Traverse a collection of elements
  - Move from the front to the end
  - "Bubble" the largest value to the end using pair-wise comparisons and swapping



"Bubbling Up" the Largest Element

- Traverse a collection of elements
  - Move from the front to the end
  - "Bubble" the largest value to the end using pair-wise comparisons and swapping

0	1	2	3	4	5
42	35	12	77	5	101

Nilai terbesar telah menempati posisinya

Algoritma Metode Bubble Sort

untuk satu kali iterasi

1. `index ← 0`
2. `pos_akhir ← n-2`
3. selama `index <= pos_akhir` kerjakan baris 4 dan 5
4. Jika `A[index] > A[index+1]`
   `Swap(A[index], A[index+1])`
5. `index ← index + 1`

Algoritma Metode Bubble Sort

versi 2

```
index <- 0
pos_akhir <- n - 2

loop
  while(index < pos_akhir)
  if(A[index] > A[index + 1]) then
    Swap(A[index], A[index + 1])
  endif
  index <- index + 1
endloop
```


Yang perlu diperhatikan....

- Perhatikan bahwa hanya nilai terbesar yang sudah menempati posisinya
- Seluruh nilai yang lain masih belum terurutkan
- Sehingga kita perlu mengulang proses ini

0	1	2	3	4	5
42	35	12	77	5	101

Nilai terbesar telah menempati posisinya

Repeat "Bubble Up" How Many Times?

- Jika kita punya N elemen…
- Dan jika setiap kali kita menggelembung kan sebuah elemen, kita menempatkannya pada posisi yang tepat…
- Berarti, kita mengulang proses "bubble up" sebanyak N – 1 kali.
- Hal ini menjamin kita akan menempatkan seluruh N elemen secara tepat.

"Bubbling" All the Elements

N - 1

0	1	2	3	4	5
42	35	12	77	5	101
0	1	2	3	4	5
35	12	42	5	77	101
0	1	2	3	4	5
12	35	5	42	77	101
0	1	2	3	4	5
12	5	35	42	77	101
0	1	2	3	4	5
5	12	35	42	77	101

Mengurangi Jumlah Pembandingan

0	1	2	3	4	5
77	42	35	12	101	5
42	35	12	77	5	101
35	12	42	5	77	101
12	35	5	42	77	101
12	5	35	42	77	101

Mengurangi Jumlah Pembandingan

- Pada proses "bubble up" ke-N, kita hanya butuh untuk melakukan sebanyak MAX-N pembandingan.
- Contoh:
  - Ini adalah proses "bubble up" ke-4
  - MAX adalah 6
  - So, kita punya 2 pembandingan yang harus dilakukan

0	1	2	3	4	5
12	35	5	42	77	101

Putting It All Together

```
N adalah … //Ukuran array

Arr_Type define as Array[0..N-1] of Num

Procedure Swap(n1, n2 isoftype in/out Num)
  temp isoftype Num
  temp <- n1
  n1   <- n2
  n2   <- temp
endprocedure      //Swap
```

```
procedure Bubblesort(A isoftype in/out Arr_Type)
    pos_akhir, index isoftype Num
    pos_akhir <- N - 2

    loop
      while(pos_akhir > 0)
      index <- 0
      loop
        while(index <= pos_akhir)
        if(A[index] > A[index + 1]) then
          Swap(A[index], A[index + 1])
        endif
        index <- index + 1
      endloop
      pos_akhir <- pos_akhir - 1
    endloop
endprocedure // Bubblesort
```

Inner loop

Outer loop

Apakah seluruh elemen telah terurut?

- Bagaimana jika seluruh elemen telah terurut?
- Bagaimana jika hanya sedikit elemen yang tidak pada posisinya, dan setelah beberapa operasi "bubble up," seluruh elemen telah terurut?

- Kita menginginkan untuk bisa mendeteksi kondisi ini dan "stop early"!

0	1	2	3	4	5
5	12	35	42	77	101

Gunakan sebuah "Flag" Boolean

- Kita bisa menggunakan sebuah variabel boolean untuk menentukan apakah terjadi operasi swapping selama proses "bubble up."
- Jika tidak terjadi, maka kita akan mengetahui bahwa seluruh elemen telah terurut!
- "flag" boolean ini perlu di-RESET setiap kali selesai satu kali operasi "bubble up."


```
did_swap isoftype Boolean
did_swap <- true

i <- 0
  while (i < n-1 AND did_swap)
  j <- 0
  did_swap <- false          //did_swap diRESET
  while(j < n-i-1)
    if(A[j] > A[j + 1]) then
      Swap(A[j], A[j + 1])
      did_swap <- true
    endif
    j <- j + 1
  endloop
  i <- i + 1
endloop
```

Summary

- Algoritma "Bubble Up" akan memindahkan nilai terbesar ke posisinya yang tepat (di sebelah kanan)
- Ulangi proses "Bubble Up" sampai seluruh elemen telah menempati posisinya yang tepat:
  - Maximum sebanyak N-1 kali
  - Bisa berakhir lebih cepat jika tidak lagi terjadi swapping (penukaran)
- Kita mengurangi jumlah pembandingan elemen setiap kali satu elemen berhasil diletakkan pada posisinya yang tepat.

Analysis of Bubble Sort

- Berapa kali pembandingan pada inner loop?
  - `pos_akhir` dimulai dari nilai N-2 turun sampai dengan 0 , sehingga pembandingan pada inner loop adalah N-1 kali
  - Average: N/2 untuk setiap kali "pass" outer loop.
- Berapa kali "pass" outer loop?
  → N – 1

```
procedure BubbleSort(A isoftype in/out Arr_Type)
  pos_akhir, index isoftype Num
  pos_akhir <- N - 2

  loop
    while(pos_akhir > 0)
    index <- 0
    loop
      while(index < pos_akhir)
      if(A[index] > A[index + 1]) then
        Swap(A[index], A[index + 1])
      endif
      index <- index + 1
    endloop
    pos_akhir <- pos_akhir - 1
  endloop
endprocedure // Bubblesort
```

N-1

pos_akhir

Bubble Sort → Analysis

- BEST CASE:
  - Array sudah dalam keadaan terurut naik
  - Jumlah pembandingan key (C) : n-1
  - Jumlah swap = 0
  - Jumlah pergeseran (M) : 0
- WORST CASE
  - Array dalam urutan kebalikannya
  - Jumlah pembandingan key (C) :
    (n-1) + (n-2) + .. + 1 = n * (n-1) / 2
  - Jumlah swap = (n-1) + (n-2) + .. + 1 = n * (n-1) / 2
  - Jumlah pergeseran (M) : 3 * n * (n-1) / 2

Kompleksitas Bubble Sort

Perhatikan pada hubungan antara 2 loop yang ada:

- **Inner loop bersarang di dalam outer loop**
- **Inner loop akan dieksekusi untuk setiap iterasi dari outer loop**

Bubble Sort

- Mirip dengan Selection, setiap kali proses “Bubble Up” akan memilih nilai maksimum dari elemen yang ada pada sisi unsorted
- Wastes time imparting some order to the unsorted part of the array

O(N^2) Runtime Example

- Assume you are sorting 250,000,000 items
- N = 250,000,000
- $N^2 = 6.25 \times 10^{16}$
- If you can do one operation per nanosecond (10^{-9} sec) *which is fast!*
- It will take 6.25×10^7 seconds
- So $\frac{6.25 \times 10^7}{60 \times 60 \times 24 \times 365}$

= 1.98 years