



07. Algoritma Pengurutan (Insertion Sort dan Selection Sort)

ARNA FARIZA
YULIANA SETIOWATI

POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

Capaian Pembelajaran

- Mahasiswa mampu memahami algoritma pengurutan yaitu Insertion Sort dan Selection Sort
- Mahasiswa dapat mengimplementasikan fungsi algoritma pengurutan Insertion Sort dan Selection Sort



POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

Materi

- Algoritma Insertion Sort
- Algoritma Selection Sort



Algoritma Insertion Sort

- Merupakan algoritma sorting yang paling sederhana.
- Pada dasarnya memilah data yang akan diurutkan menjadi 2 bagian, yang belum diurutkan dan yang sudah diurutkan
- Cara Kerja :
 - Elemen pertama diambil dari bagian array yang belum diurutkan dan kemudian diletakkan sesuai posisinya pada bagian lain dari array yang telah diurutkan
 - Langkah ini dilakukan secara berulang hingga tak ada lagi elemen tersisa pada bagian array yang belum diurutkan.



Algoritma Insertion Sort

Misal pada data array ke-k, data tersebut akan disisipkan pada data yang sudah terurut, pada indeks sebelum k, sesuai dengan urutannya. Proses ini dilakukan berulang-ulang sehingga seluruh data terurut



POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

Algoritma Insertion Sort

1. $i \leftarrow 1$
2. selama ($i < N$) kerjakan baris 3 sampai dgn 9
3. $key \leftarrow A[i]$
4. $j \leftarrow i - 1$
5. selama $j \geq 0$ dan ($A[j] > key$) kerjakan baris 6 dan 7
6. $A[j + 1] \leftarrow A[j]$ ← **M = Move**
7. $j \leftarrow j - 1$
8. $A[j+1] \leftarrow key$ ← **M = Move**
9. $i \leftarrow i + 1$



POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

Proses Insertion Sort

| | | | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 10 | 4 | 6 | 8 | 9 | 7 | 2 | 1 | 5 |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|

Nilai yang paling kiri (3) terurut terhadap dirinya sendiri. Sehingga kita tidak perlu melakukan apa-apa



POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

Prinsip Dasar Insertion Sort

| | | | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 10 | 4 | 6 | 8 | 9 | 7 | 2 | 1 | 5 |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 10 | 4 | 6 | 8 | 9 | 7 | 2 | 1 | 5 |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|

Key = 10

- Cek apakah nilai pada indek ke-2 (10) lebih kecil dari indek ke-1 (3). Jika ya maka tukar. Jika tidak maka data tidak perlu ditukar.
- Kondisi diatas, karena $10 > 3$ maka data tidak perlu ditukar



POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

Prinsip Dasar Insertion Sort

| | | | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 10 | 4 | 6 | 8 | 9 | 7 | 2 | 1 | 5 |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|

Dua data pertama sudah terurut

| | | | | | | | | | |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 10 | 4 | 6 | 8 | 9 | 7 | 2 | 1 | 5 |
|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|

Selanjutnya menyisipkan 4 di data yang sudah terurut (daerah abu-abu), sehingga setelah penyisipan daerah abu-abu menjadi urut.



POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

Cara Kerja Insertion Sort

1. Simpan nilai yang akan diurutkan dalam variabel key. Dalam studi kasus ini nilai yang akan diurutkan adalah 4, berada pada indeks ke-2 (indeks i), sehingga key bernilai 4 (key=4).
2. Selanjutnya key dibandingkan dengan data pada indeks ke-1 (indeks ke-j), yang diperoleh dari $j = i - 1$. Bandingkan data pada $A[j]$ dengan $A[key]$, karena $10 > 4$ maka $A[j + 1] = A[j]$, $A[2] = A[1]$, $A[2] = 10$.
3. Nilai j dikurangi 1, sehingga menjadi $j = 0$.
4. Pada saat membandingkan 10 dengan 4, maka variabel Comparison(C) ditambah dengan nilai 1. Sedangkan proses memindahkan data $A[j]$ ke data $A[j+1]$ disebut Move, sehingga variabel Move(M) bertambah dengan satu.



Nilai 10 digeser pada index ke-2



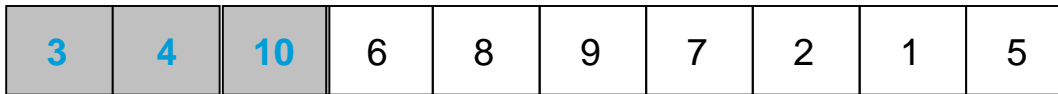
POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

Cara Kerja Insertion Sort

- Selanjutnya data pada indeks ke-0 (j) dibandingkan dengan key, karena $3 < 4$ (var C bertambah 1), maka proses membandingkan selesai.
- Selanjutnya sisipkan key pada data indeks ke-1 (j+1). $A[j+1] \leftarrow \text{key}$, maka $A[1] = 4$. Variabel M bertambah 1. Sekarang 3 data pertama sudah terurut secara relatif



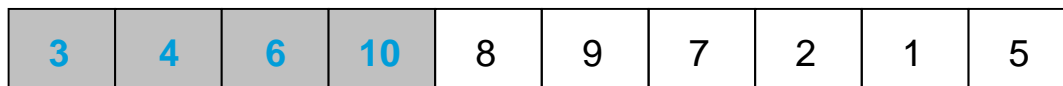
Sisipkan 4 pada posisi yang tepat



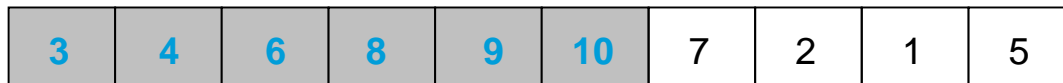
POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

Cara Kerja Insertion Sort

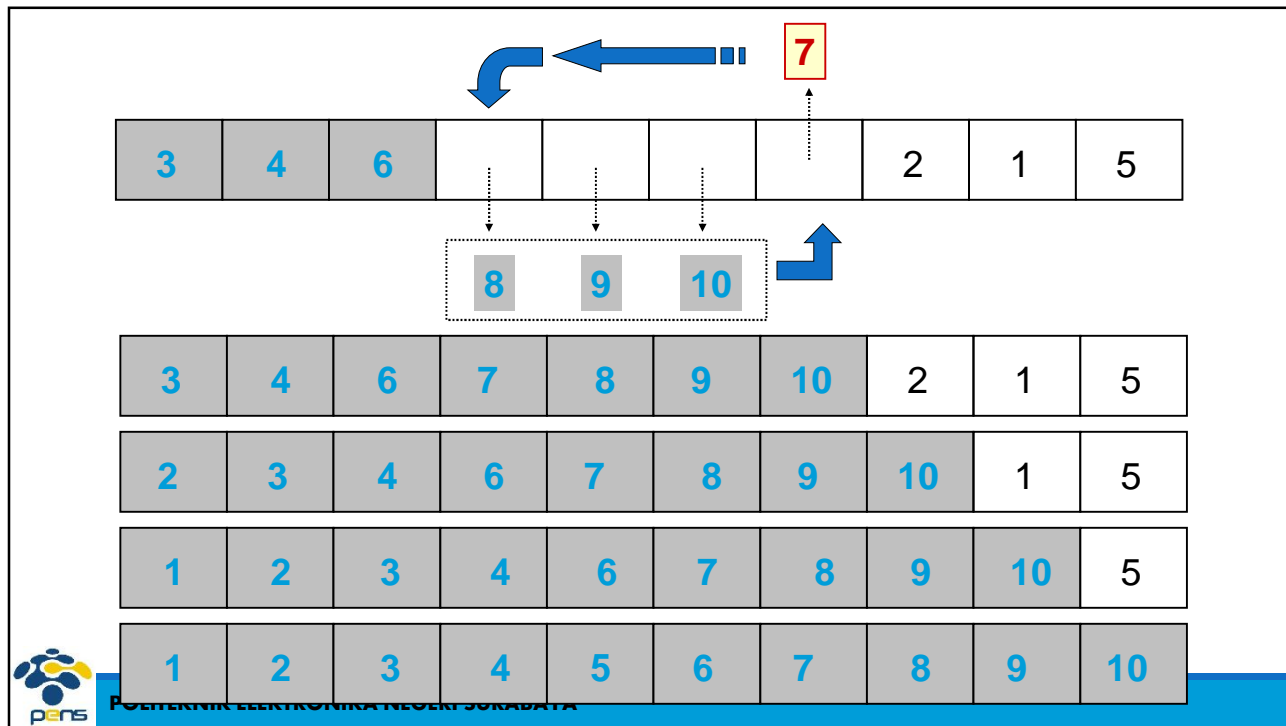
Sisipkan data pada indeks ke-3 (6) ke daerah abu-abu. 4 Data pertama sudah terurut secara relatif



Ulangi Proses ini sampai data terurut semuanya.



POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA



Analisa Insertion Sort

Basic Operation terdapat pada perbandingan key

$(A[j] > \text{key})$

Analisa Insertion Sort Best Case

- Array sudah dalam keadaan terurut naik
- Data ke-k yang akan diurutkan dibandingkan sebanyak satu kali dengan data ke- (k-1)
- Loop terdalam tidak pernah dieksekusi
- Jumlah pergeseran (*movement*) $\rightarrow M = 0$
- Jumlah perbandingan key (*comparison*)

$$C = n - 1$$



Analisa Insertion Sort *Worst Case:*

- Array dalam urutan kebalikannya
- Loop terdalam dieksekusi sebanyak p-1 kali, untuk p = 2,3,...,n
- Jumlah pergeseran

$$M = (n-1) + (1 + 2 + \dots + n-1)$$

$$M = (n-1) + n * (n-1) / 2$$

- Jumlah perbandingan key

$$C = (1 + 2 + \dots + n-1) = n * (n-1) / 2$$





Selection Sort

POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

Algoritma Selection Sort

1. $i \leftarrow 0$
2. selama ($i < N-1$) kerjakan baris 3 sampai dengan 11
3. $\text{min} \leftarrow i$
4. $j \leftarrow i + 1$
5. Selama ($j < N$) kerjakan baris 6 dan 7
6. Jika ($A[j] < A[\text{min}]$) maka $\text{min} \leftarrow j$
7. $j \leftarrow j + 1$
8. $\text{temp} = A[i]$
9. $A[i] = A[\text{min}]$
10. $A[\text{min}] = \text{temp}$
11. $i \leftarrow i + 1$

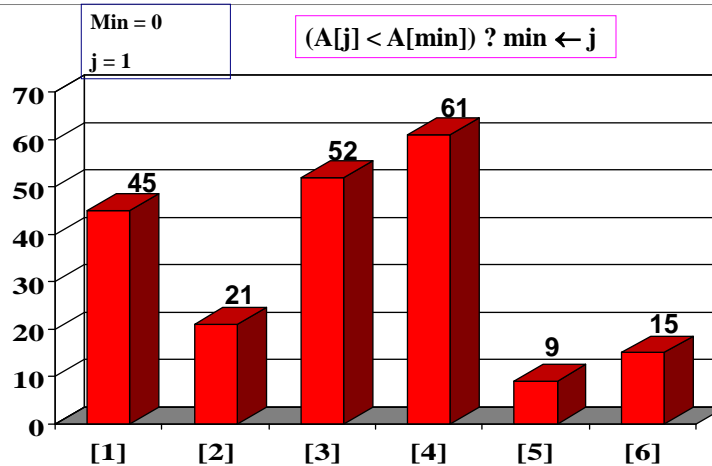


POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

Algoritma Selection Sort

Pada dasarnya memilah data yang akan diurutkan menjadi 2 bagian, yang belum diurutkan dan yang sudah diurutkan

Ide utama dari algoritma *selection sort* adalah pada elemen acuan pada indeks ke- i , akan memilih elemen dengan nilai paling kecil pada indeks berikutnya (ke- $j=i+1$ s/d ke- n) dan menukar elemen acuan dengan elemen terkecil.



Algoritma Selection Sort

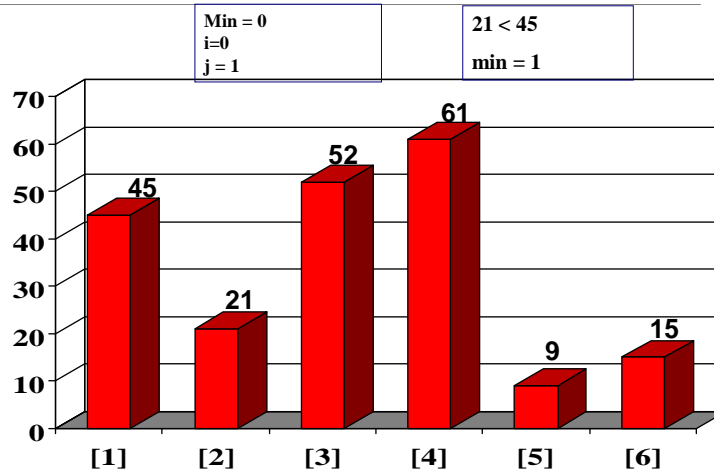
Penggunaan variabel

- i : sebagai indeks dari data acuan
- j : sebagai indeks dari data ke - ($i+1$)
- min : untuk menandai indeks dengan data yang paling kecil



Algoritma Selection Sort – 1 (1)

- Data acuan adalah data ke-0 ($i=0$).
- Pada saat awal $\text{min} = i$, sehingga $\text{min} = 0$
- Membandingkan Data $A[j]$ dengan $A[\text{min}]$, sehingga data ke-1 ($j=1$) dibandingkan dengan data ke-0 ($\text{min}=0$),
yaitu $A[1] < A[0]$, $21 < 45$, sehingga data min pada indeks ke-1 ($\text{min}=1$).
- Selanjutnya $j++$, sehingga $j=2$

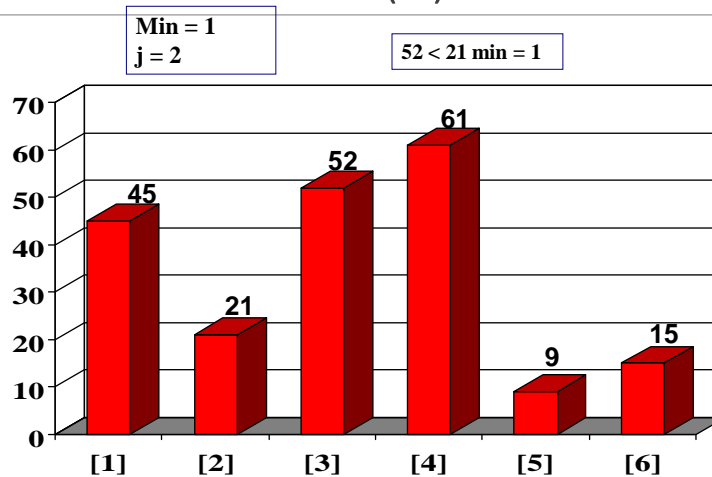


Algoritma Selection Sort – 1(2)

Data ke-2 ($j=2$) dibandingkan dengan Data ke-1 ($\text{min}=1$).

Karena $52 > 21$, maka nilai yang paling kecil tetap pada data indeks ke-1

Selanjutnya $j++$, sehingga $j=3$

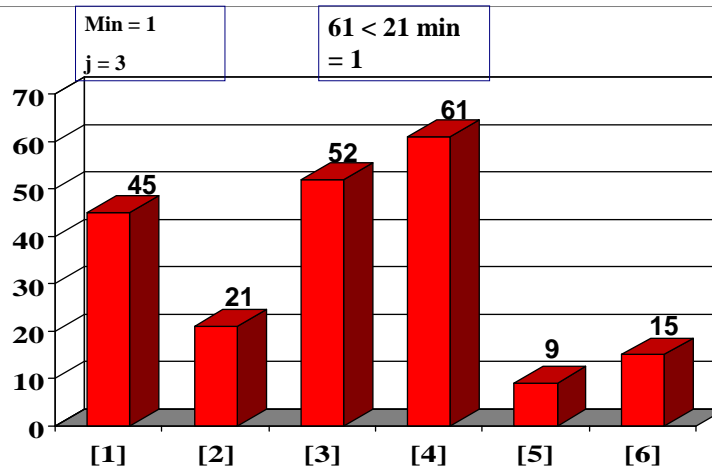


Algoritma Selection Sort – 1(3)

Data ke-3 ($j=3$) dibandingkan dengan Data ke-1 ($\text{min}=1$).

Karena $61 > 21$, maka nilai yang paling kecil tetap pada data indeks ke-1

Selanjutnya $j++$, sehingga $j=4$

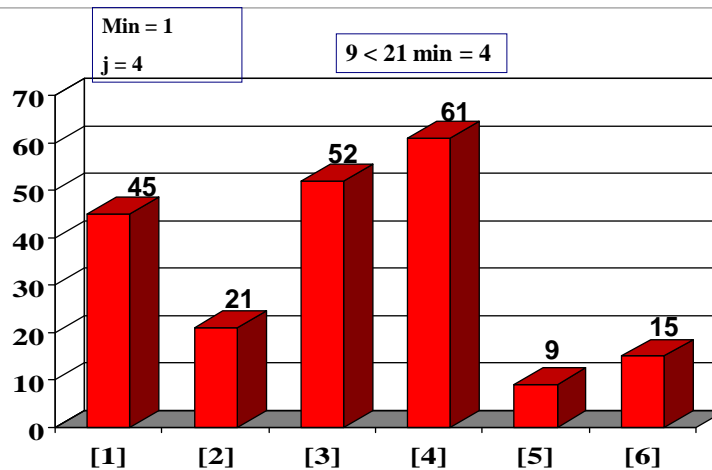


Algoritma Selection Sort – 1(4)

Data ke-4 ($j=4$) dibandingkan dengan Data ke-1 ($\text{min}=1$).

Karena $9 < 21$, sehingga data min pada indeks ke-4 ($\text{min}=4$).

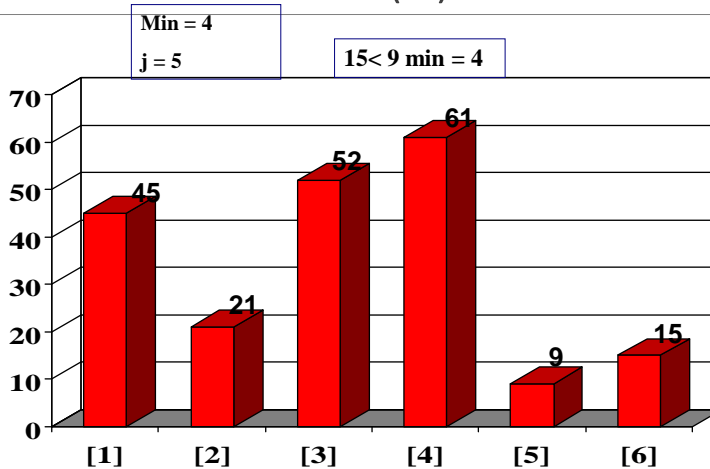
Selanjutnya $j++$, sehingga $j=5$



Algoritma Selection Sort – 1(5)

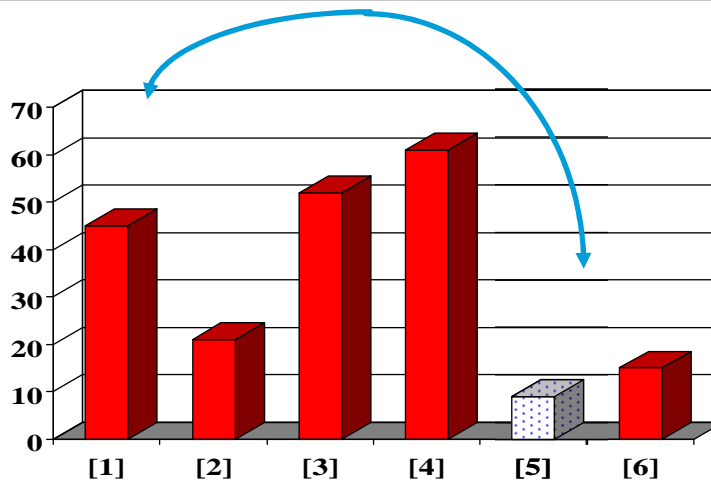
Data ke-5 ($j=5$)
dibandingkan dengan Data
ke-4 ($\text{min}=4$).

Karena $15 > 9$, maka nilai
yang paling kecil tetap pada
data indeks ke-4



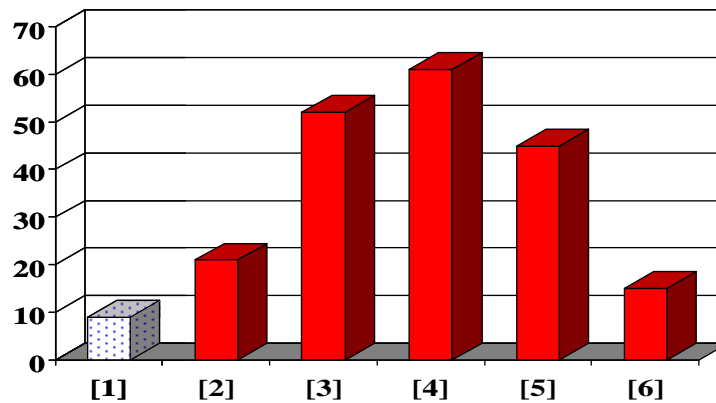
Algoritma Selection Sort – 2

Data yang paling kecil pada
indeks ke-4



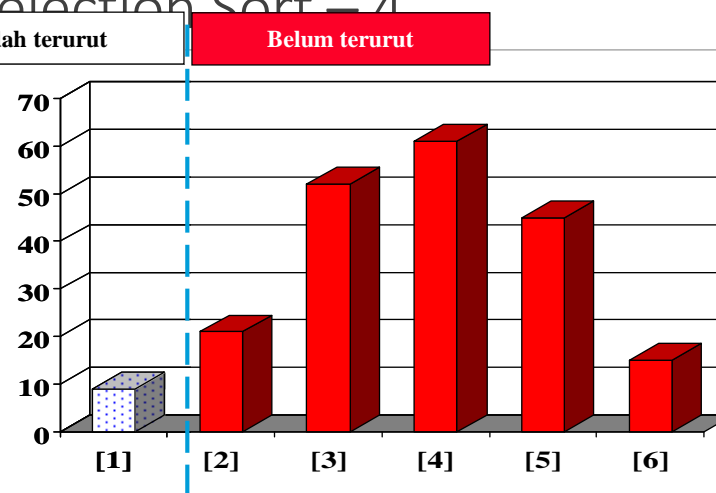
Algoritma Selection Sort – 3

Tukar data yang paling kecil (data indeks ke-4) dengan data indeks ke-0



Algoritma Selection Sort – 4

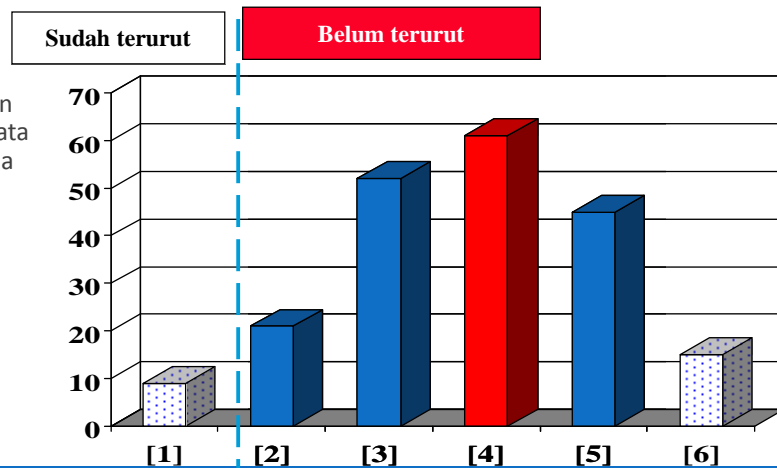
Bagian dari Data yang sudah terurut dan belum terurut



Algoritma Selection Sort – 5

Data acuan pada data ke-1.

Cari data terkecil pada bagian yang belum terurut, mulai data ke-2, 3,4,5. Data terkecil pada indeks ke-5.

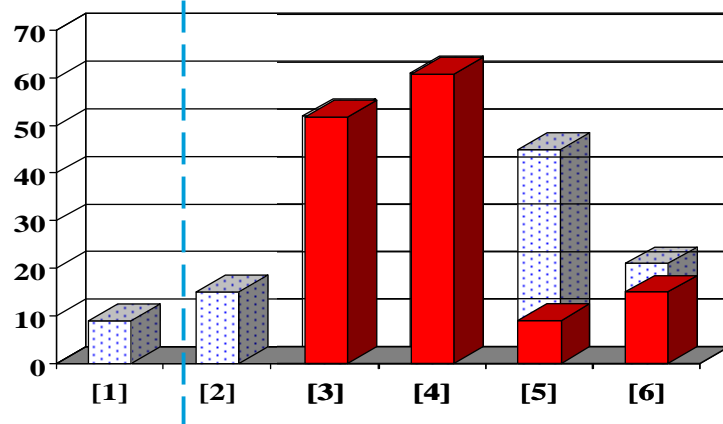


Algoritma Selection Sort– 6

Tukar data yang paling kecil (data indeks ke-5) dengan data indeks ke-1

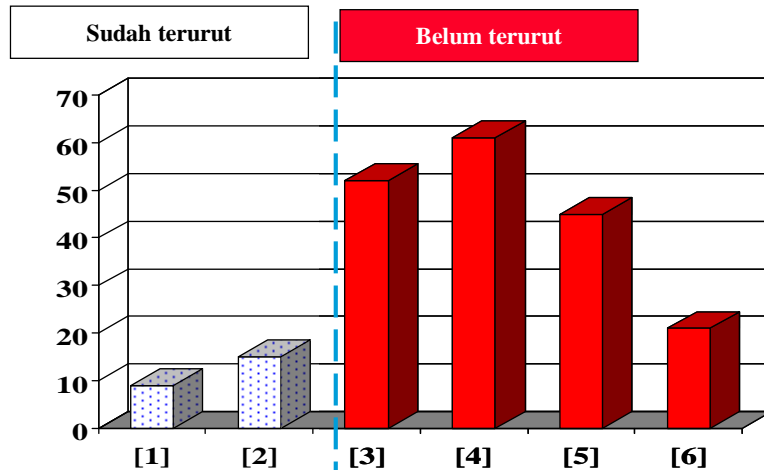
Sudah terurut

Belum terurut



Selection Sort Algorithm – 7

Dua data telah terurut



POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

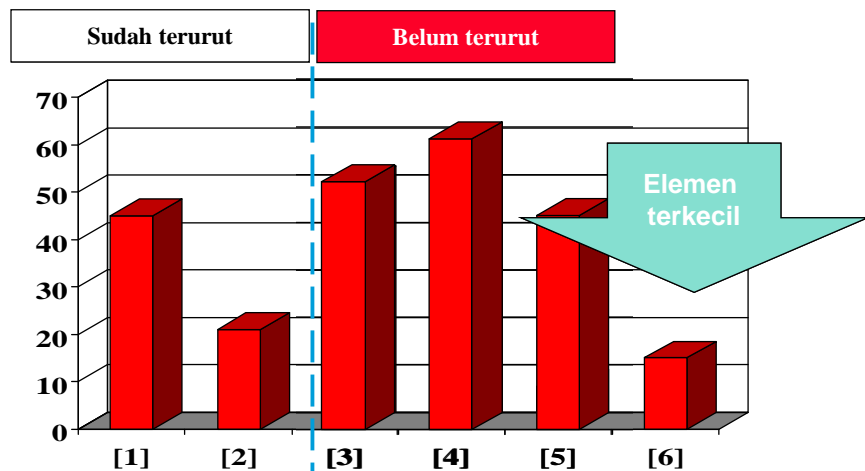
31

Algoritma Selection Sort – 8

Proses dilanjutkan

Data acuan pada data ke-2.

Cari data terkecil pada bagian yang belum terurut, mulai data ke-3,4,5. Data terkecil pada indeks ke-5.



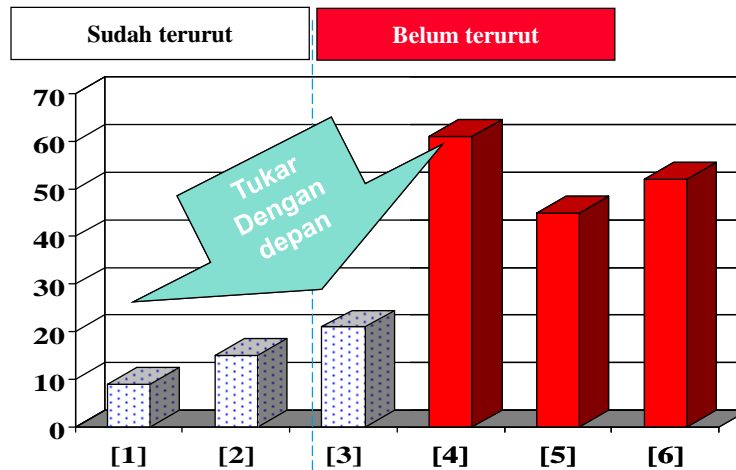
POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

32

Algoritma Selection Sort – 9

Proses dilanjutkan

Tukar data yang paling kecil (data indeks ke-5) dengan data indeks ke-2



POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

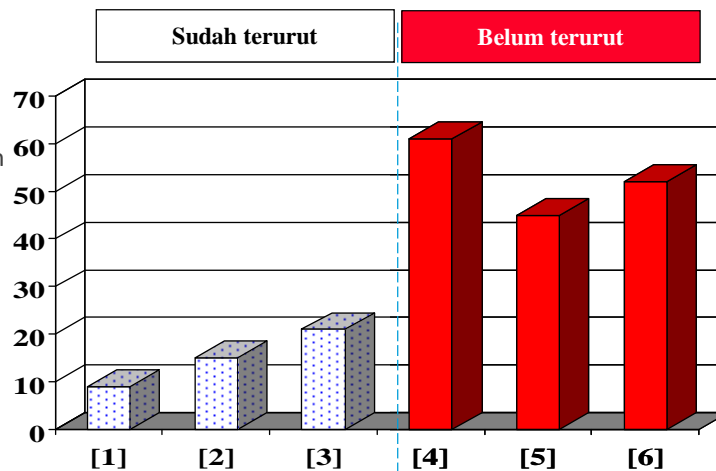
33

Algoritma Selection Sort – 10

Proses dilanjutkan

Data acuan pada data ke-3.

Cari data terkecil pada bagian yang belum terurut, mulai data ke-4,5. Data terkecil pada indeks ke-4.

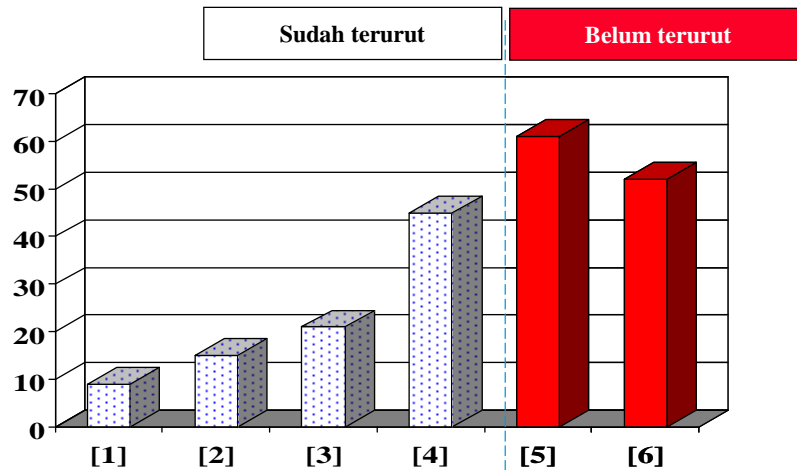


POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

34

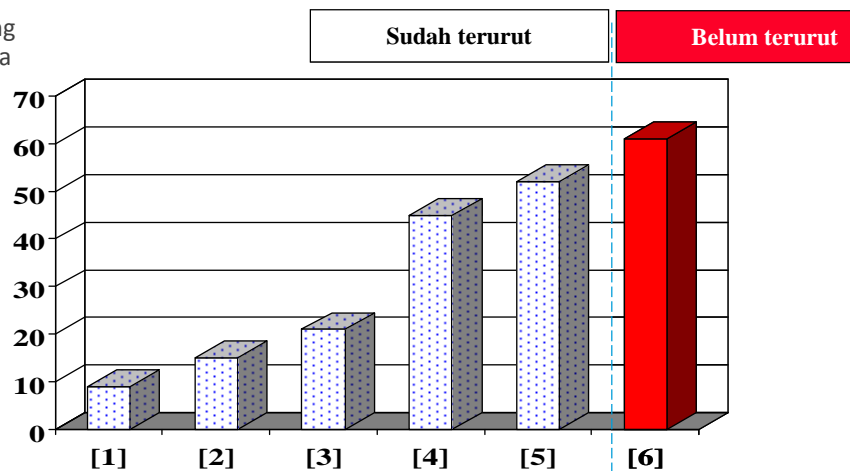
Selection Sort Algorithm – 11

Tukar data yang paling kecil (data indeks ke-4) dengan data indeks ke-3



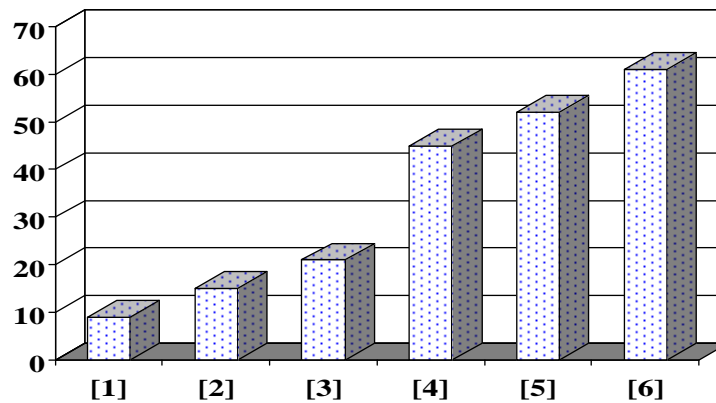
Selection Sort Algorithm – 12

Berhenti pada saat bagian yang terurut tinggal hanya satu Data karena Data yang ada pasti bilangan yang paling besar



Selection Sort Algorithm – 13

Data sudah terurut



POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

37

Analisa Selection Sort

Basic Operasi ($A[j] < A[\min]$)

Tidak ada Best Case dan Worst Case

Total pergeseran

$M = 3 * n - 1$ (pada setiap penukaran terjadi 3 x pergeseran)

Jumlah pembandingannya

$C = 1 + 2 + \dots + n - 1 = n * (n - 1) / 2$



POLITEKNIK ELEKTRONIKA NEGERI SURABAYA

Rangkuman

- Pada dasarnya memilah data yang akan diurutkan menjadi 2 bagian, yang belum diurutkan dan yang sudah diurutkan
- Cara Kerja Algoritma Insertion Sort
 - Elemen pertama diambil dari bagian array yang belum diurutkan dan kemudian diletakkan sesuai posisinya pada bagian lain dari array yang telah diurutkan
 - Langkah ini dilakukan secara berulang hingga tak ada lagi elemen tersisa pada bagian array yang belum diurutkan.
- Cara Kerja Algoritma Selection Sort adalah pada elemen acuan pada indeks ke- i , akan memilih elemen dengan nilai paling kecil pada indeks berikutnya (ke- $j=i+1$ s/d ke- n) dan menukar elemen acuan dengan elemen terkecil.



Latihan Soal

- Urutkan data di bawah ini dengan Algoritma Insertion Sort dan Selection Sort, jelaskan pula langkah-langkahnya !
- **9 1 2 5 6 4**

