PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
Sekolah Teknik Elrektro dan Informatika

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Pengantar Strategi Algoritma

Bahan Kuliah IF2211 Strategi Algoritma

RINALDI MUNIR

Lab Ilmu dan Rekayasa Komputasi
Kelompok Keahlian Informatika

Institut Teknologi Bandung

Kampus ITB yang indah…

Foto oleh Eko Purwono (AR ITB)

Inilah STEI-ITB…

LabTek V, di sini Informatika ITB berada

Foto oleh Budi Rahardjo (EL ITB)

Salah satu mata kuliahnya….

IF2211 Strategi Algoritma

Apakah Strategi Algoritma itu?

Strategi algoritma (*algorithm strategies*) adalah:

- pendekatan umum
- untuk memecahkan persoalan secara algoritmis
- yang dapat diterapkan pada bermacam-macam persoalan
- dari berbagai bidang komputasi [Levitin, 2003]

- Nama lain: *algorithm design technique*

Persoalan (*Problem*)

- **Persoalan:** pertanyaan atau tugas yang kita cari jawabannya.

- Contoh-contoh persoalan:

1. [**Persoalan pengurutan**] Diberikan senarai (*list*) *S* yang terdiri dari *n* buah *integer*. Bagaimana mengurutkan *n* buah *integer* tersebut sehingga terurut secara menaik?

   Jawaban: barisan nilai di dalam senarai yang terurut menaik.

2. [**Persoalan pencarian**] Tentukan apakah suatu bilangan *x* terdapat di dalam sebuah senarai *S* yang berisi *n* buah bilangan bulat!

Jawaban: "ya" jika x ditemukan di dalam senarai, atau "tidak" jika x tidak terdapat di dalam senarai.

- **Instansiasi persoalan**: parameter nilai yang diasosiasikan di dalam persoalan.

- Jawaban terhadap instansiasi persoalan disebut **solusi**

- Contoh: Selesaikan persoalan pengurutan untuk

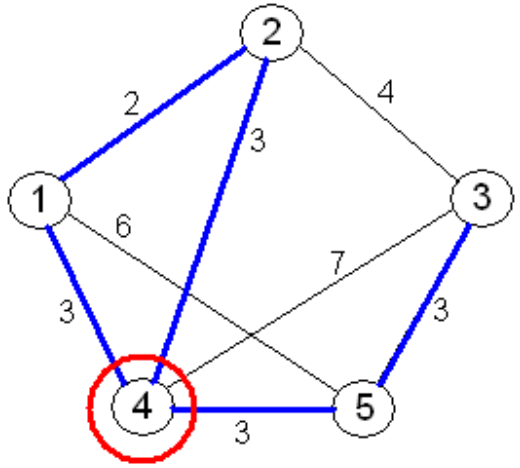
  S = [15, 4, 8, 11, 2, 10, 19] n = 7

  Solusi: S = [2, 4, 8, 10, 11, 15, 19].

Beberapa Contoh Persoalan Klasik

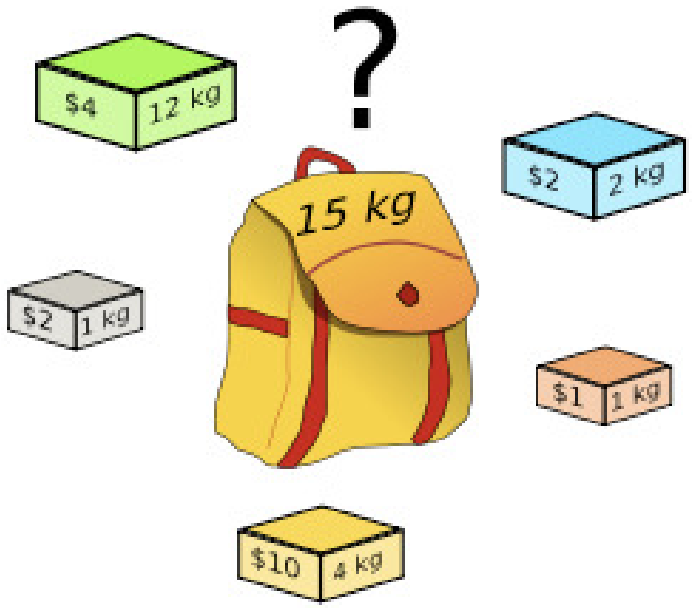
1. *Travelling Salesperson Problem* (*TSP*)

Persoalan: Diberikan *n* buah kota serta diketahui jarak antara setiap kota satu sama lain. Temukan perjalanan (*tour*) terpendek yang dimulai dari sebuah kota dan melalui setiap kota lainnya hanya sekali dan kembali lagi ke kota asal keberangkatan.



2. *Integer Knapsack Problem*

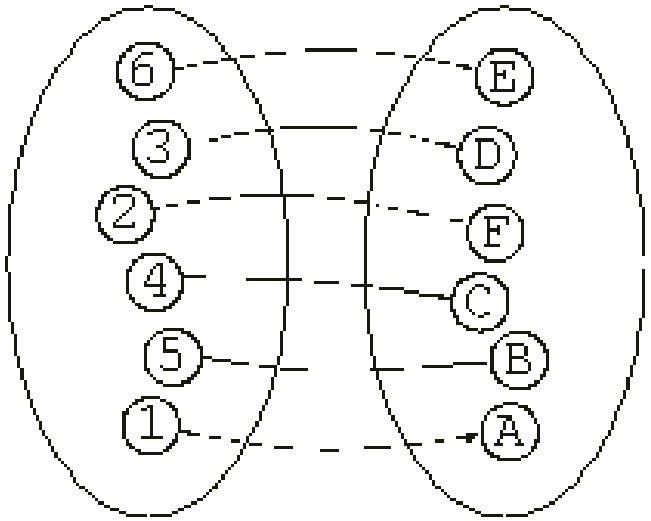
Persoalan: Diberikan *n* buah objek dan sebuah *knapsack* (karung, tas, buntilan, dsb) dengan kapasitas bobot *K*. Setiap objek memiliki properti bobot (*weigth*) w_i dan keuntungan (*profit*) p_i.



Bagaimana memilih objek-objek yang dimasukkan ke dalam *knapsack* sedemikian sehingga tidak melebihi kapasitas *knapsack* namun memebrikan keuntungan maksimal?

3. Persoalan penugasan (*assignment problem*)

Misalkan terdapat *n* orang dan *n* buah pekerjaan (*job*). Setiap orang akan di-*assign* dengan sebuah pekerjaan. Penugasan orang ke-*i* dengan pekerjaan ke-*j* membutuhkan biaya sebesar *c*(*i*, *j*). Bagaimana melakukan penugasan sehingga total biaya penugasan adalah seminimal mungkin?

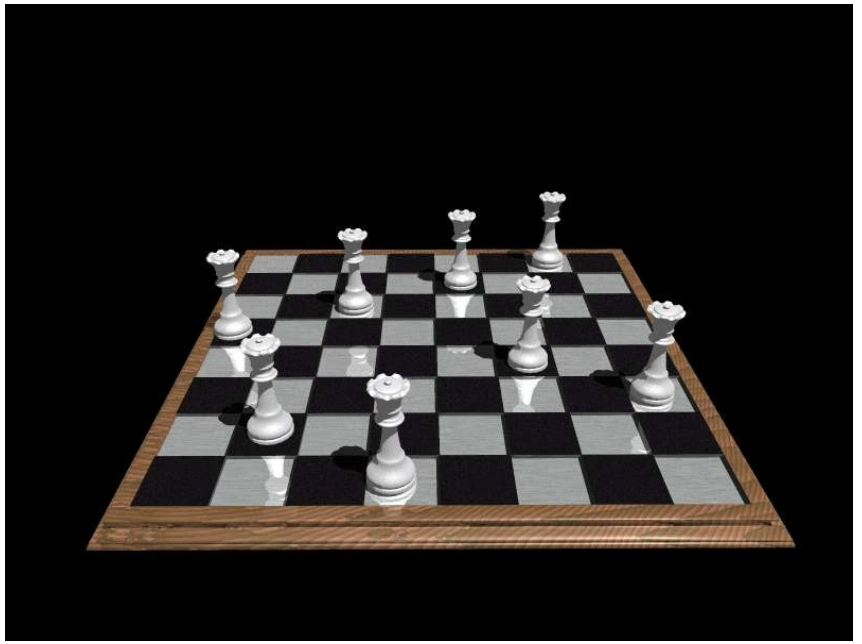


Contoh instansiasi persoalan:

$$C = \begin{bmatrix} Job\,1 & Job\,2 & Job\,3 & Job\,4 & \\ 9 & 2 & 7 & 8 & \text{Orang } a \\ 6 & 4 & 3 & 7 & \text{Orang } b \\ 5 & 8 & 1 & 4 & \text{Orang } c \\ 7 & 6 & 9 & 4 & \text{Orang } d \end{bmatrix}$$

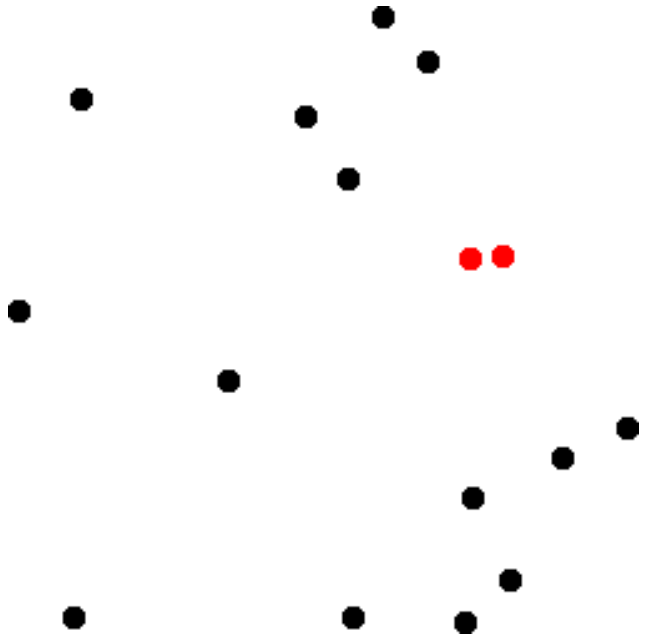
4. Persoalan N-Ratu *(The N-Queens Problem)*

Persoalan: Diberikan sebuah papan catur yang berukuran $N \times N$ dan N buah bidak ratu. Bagaimana menempatkan N buah ratu (Q) itu pada petak-petak papan catur sedemikian sehingga tidak ada dua ratu atau lebih yang terletak pada satu baris yang sama, atau pada satu kolom yang sama, atau pada satu diagonal yang sama ?



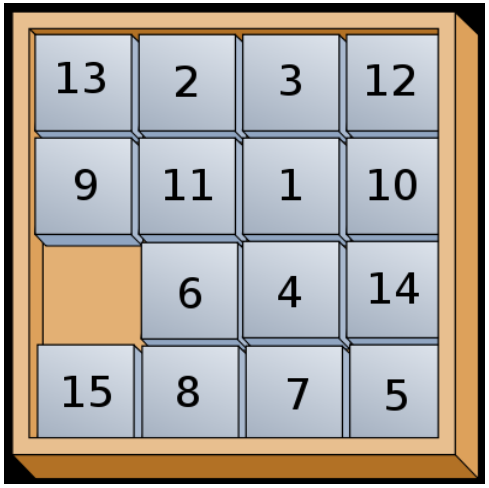
5. Mencari Pasangan Titik Terdekat *(Closest Pair)*

Persoalan: Diberikan *n* buah titik, tentukan dua buah titik yang terdekat satu sama lain.



6. Permainan *15-Puzzle*

Persoalan: Diberikan sebuah 15-*puzzle* yang memuat 15 buah ubin (*tile*) yang diberi nomor 1 sampai 15, dan satu buah slot kosong yang digunakan untuk menggerakkan ubin ke atas, ke bawah, ke kiri, dan ke kanan. Misalkan diberikan keadaan awal dan keadaaan akhir susunan ubin. Kita ingin menransformasikan susunan awal menjadi susunan akhir.

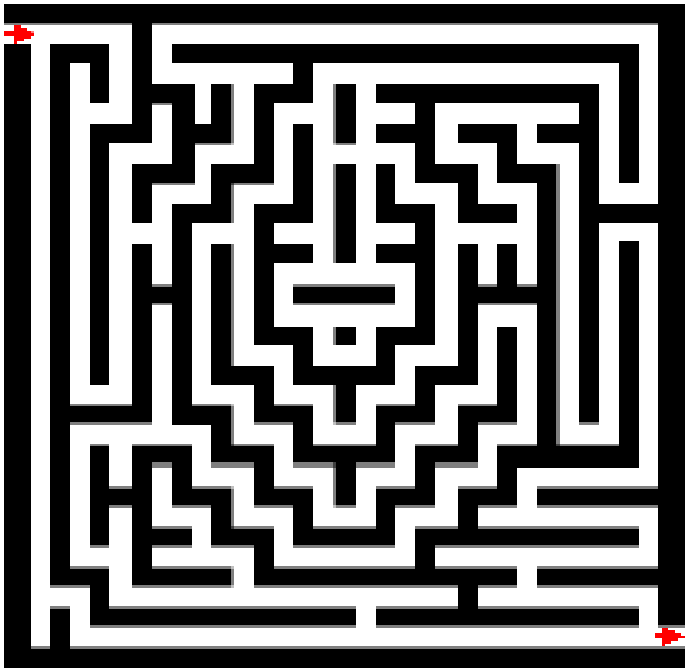


(a) Susunan awal

(b) Susunan akhir

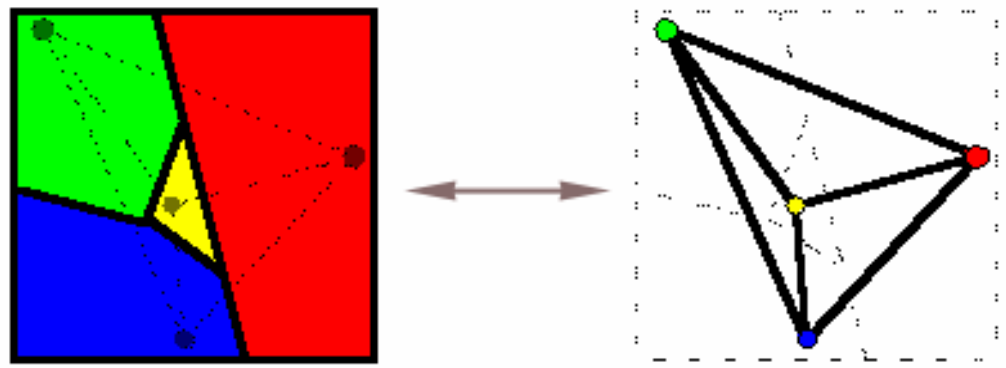
7. Menemukan jalan keluar dari labirin (Maze Problem)

Persoalan: Diberikan sebuah labirin dengan satu atau lebih pintu masuk dan satu atau lebih pintu keluar. Temukan jalan yang harus dilalui sehingga seseorang dapat keluar dengan selamat dari labirin tersebut (tidak tersesat di dalamnya).



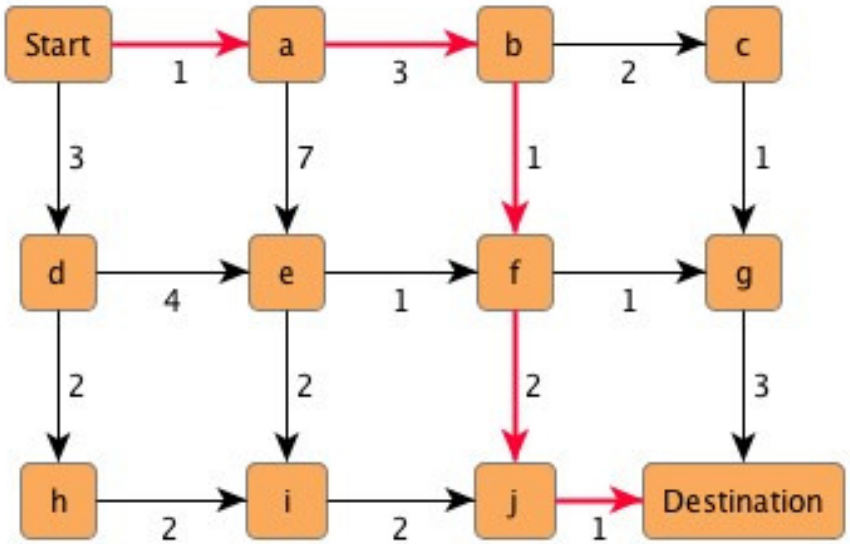
8. Pewarnaan Graf *(Graph Colouring)*

Persoalan: Diberikan sebuah graf *G* dengan *n* buah simpul dan disediakan m buah warna. Warnailah seluruh simpul graf *G* sedemikian sehingga tidak ada dua buah simpul bertetangga yang mempunyai warna sama (Perhatikan juga bahwa tidak seluruh warna harus dipakai)



9. Lintasan terpendek (*shortest path*)

Persoalan: Diketahui *n* buah kota dan diberikan jarak antara dua buah kota yang bertetangga. Tentukan lintasan terpendek dari sebuah kota asal ke sebuah kota tujuan.



Algoritma

- Untuk persoalan dengan instansiasi yang besar, solusinya menjadi lebih sulit ditentukan.

- Perlu sebuah prosedur umum yang berisi langkah-langkah penyelesaian persoalan → **algoritma**

- **Algoritma**: urutan langkah-langkah untuk memecahkan suatu persoalan, dengan memproses masukan menjadi keluaran.

Analisis Algoritma

- Tujuan analis: mengukur kinerja (performance) algoritma dari segi kemangkusannya (*efficient*)

- Alat ukur kemangkusan algoritma:
  1. Kompleksitas waktu, $T(n)$
  2. Kompleksitas ruang, $S(n)$

- n = ukuran masukan yang diproses oleh algoritma

- $T(n)$: jumlah tahap komputasi yang dilakukan untuk menjalankan sebuah algoritma sebagai fungsi dari ukuran masukan n.

- $S(n)$: ruang memori yang dibutuhkan algoritma sebagai fungsi dari ukuran masukan n .

- Tiga notasi kebutuhan waktu asimptotik:

  1. $O(g(n))$: batas lebih atas kebutuhan waktu algoritma
  2. $\Omega(g(n))$: batas lebih bawah kebutuhan waktu algoritma
  3. $\Theta(g(n))$: jika dan hanya jika $O(g(n)) = \Omega(g(n))$

Strategi Algoritma

1. Algoritma *Brute-Force*
2. Algoritma *Greedy*
3. Algoritma *Divide and Conquer*
4. Algoritma *Decrease and Conquer*
5. Algoritma *Bactracking*
6. Algoritma *Branch and Bound*
7. *Dynamic programming*

Mengapa Perlu Mempelajari Strategi Algoritma?

- Ada dua alasan (Levitin, 2003):
  1. Memberikan panduan (*guidance*) untuk merancang algoritma bagi persoalan baru.

  2. Dapat mengklasifikasikan algoritma berdasarkan gagasan perancangan yang mendasarinya.

Klasifikasi Strategi Algoritma:

1. Strategi solusi langsung (*direct solution strategies*)
   - Algoritma *Brute Force*
   - Algoritma *Greedy*

2. Strategi berbasis pencarian pada ruang status (*state-space base strategies*)
   - Algoritma *Backtracking*
   - Algoritma *Branch and Bound*

3. Strategi solusi atas-bawah (*top-down solution strategies*)

   - Algoritma *Divide and Conquer*.

   - Algoritma *Decrease and Conquer*

4. Strategi solusi bawah-atas (*bottom-up solution strategies*)

   - *Dynamic Programming*.

- **Catatan**: klasifikasi ini tidak kaku, bisa berbeda bergantung pendekatan ayng digunakan.