Greedy

Tim Olimpiade Komputer Indonesia

Pendahuluan

Melalui dokumen ini, kalian akan:

- Memahami konsep *greedy*.
- Menyelesaikan beberapa contoh persoalan *greedy* sederhana.

Greedy

Greedy merupakan sebuah teknik dalam strategi penyelesaian masalah, bukan suatu algoritma khusus.

Konsep Greedy

Suatu persoalan dapat diselesaikan dengan teknik *greedy* jika persoalan tersebut memiliki memiliki sifat berikut:

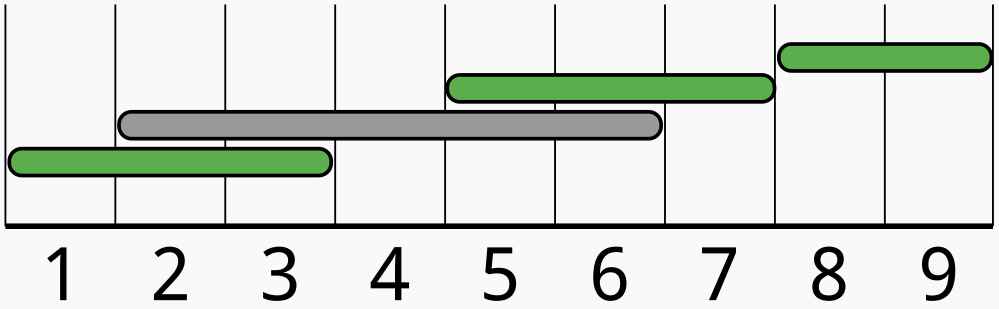
- Solusi optimal dari persoalan dapat ditentukan dari solusi optimal subpersoalan tersebut.
- Pada setiap subpersoalan, ada suatu langkah yang bisa dilakukan yang mana langkah tersebut menghasilkan solusi optimal pada subpersoalan tersebut. Langkah ini disebut juga **greedy choice**.

Contoh Soal: Activity Selection

- Diberikan N buah aktivitas.
- Aktivitas ke-i dinyatakan dalam $(a_i.start, a_i.end)$.
- Artinya, aktivitas ini dimulai pada waktu $a_i.start$ dan berakhir pada waktu $a_i.end$.
- Pada setiap satuan waktu, Anda dapat mengikuti paling banyak satu aktivitas.
- Anda ingin mengatur jadwal sedemikian sehingga Anda bisa ikut aktivitas sebanyak mungkin.

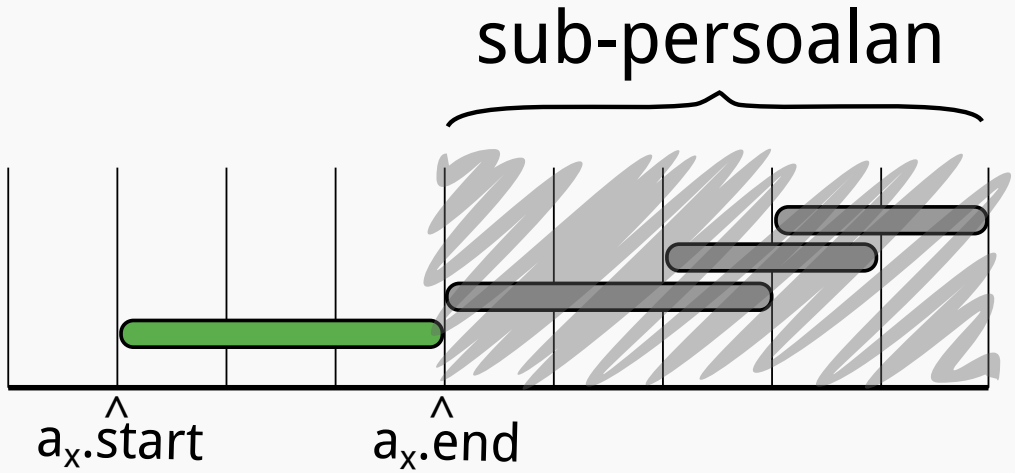
Contoh Activity Selection

- Sebagai contoh, diberikan 4 buah aktivitas: $[(1,3),(2,6),(5,7),(8,9)]$.
- Anda dapat hadir di 3 aktivitas berbeda yang tidak saling tindih, yaitu $(1,3),(5,7),\mathit{dan}(8,9)$.



Solusi Activity Selection

- Misalkan kegiatan pertama yang kita ikuti adalah kegiatan ke-x.
- Kegiatan selanjutnya yang diikuti haruslah memiliki waktu awal $\geq a_x.end$.
- Lebih jauh lagi, ternyata kita mendapat persoalan yang serupa, hanya saja ukurannya lebih kecil.
- Dengan kata lain, kita memperoleh subpersoalan.



Solusi Activity Selection (lanj.)

Pertanyaan: aktivitas mana yg akan pertama kali dipilih?

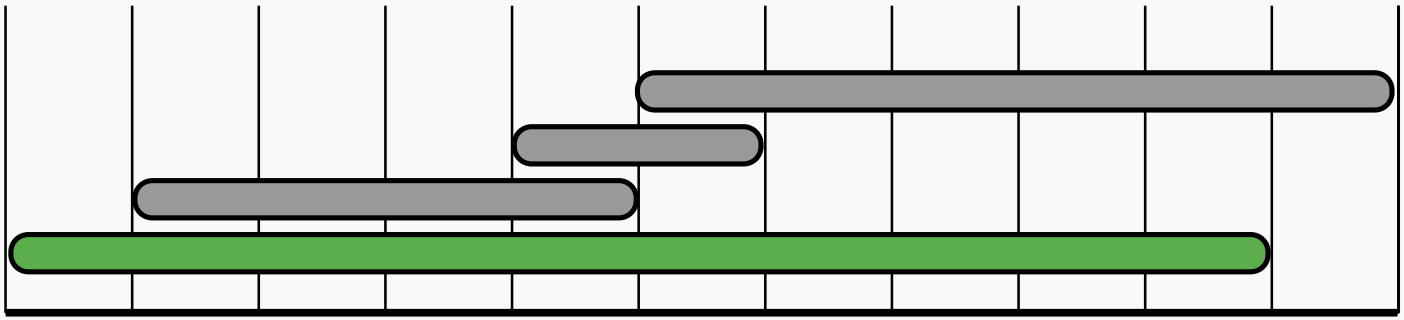
Perhatikan pilihan berikut:

- Memilih aktivitas dengan waktu mulai paling awal.
- Memilih aktivitas dengan durasi paling singkat.
- Memilih aktivitas dengan waktu akhir paling awal.

Memilih Aktivitas Pertama

Memilih aktivitas dengan waktu mulai paling awal:

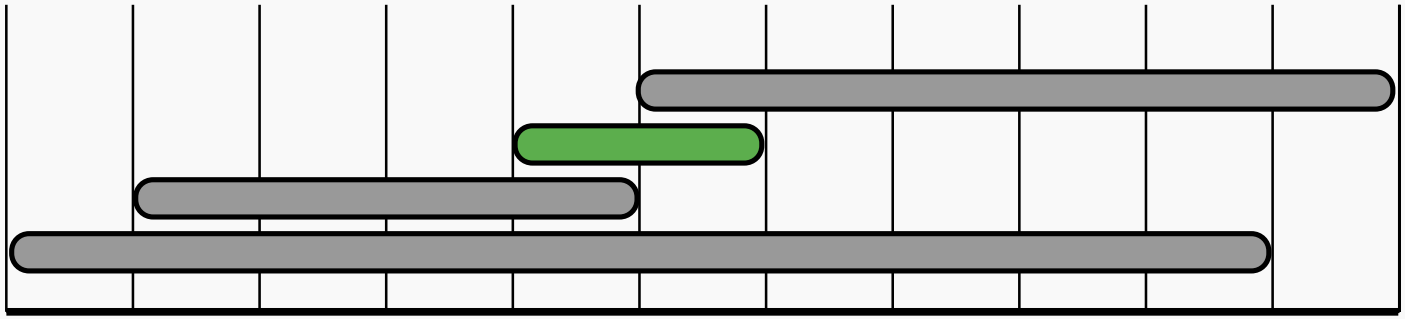
- Bisa jadi ada aktivitas yang mulai lebih awal, tetapi memiliki durasi yang sangat panjang sehingga menyita waktu.
- Memilih aktivitas yang mulai paling awal belum pasti optimal.



Memilih Aktivitas Pertama (lanj.)

Memilih aktivitas dengan durasi paling singkat:

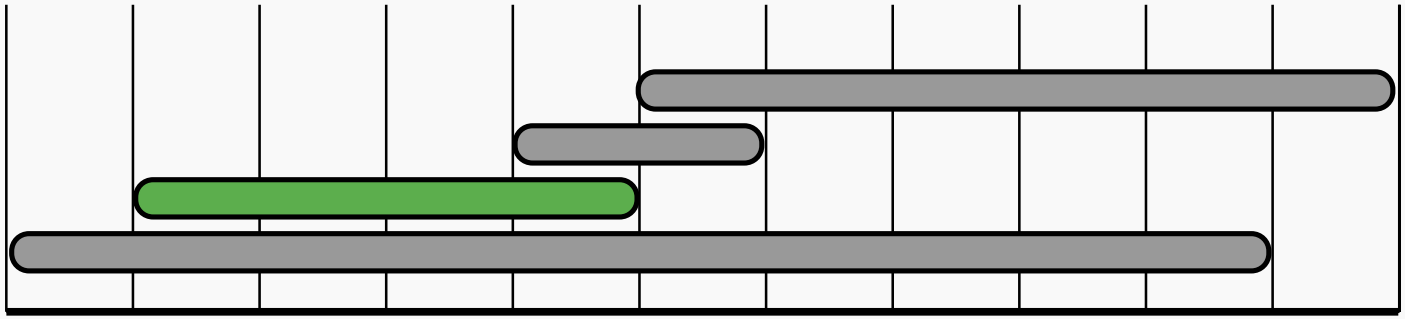
- Bisa jadi aktivitas dengan durasi paling singkat ini memotong dua aktivitas lain yang sebenarnya dapat kita ikuti.
- Pilihan ini juga belum pasti menghasilkan solusi optimal.



Memilih Aktivitas Pertama (lanj.)

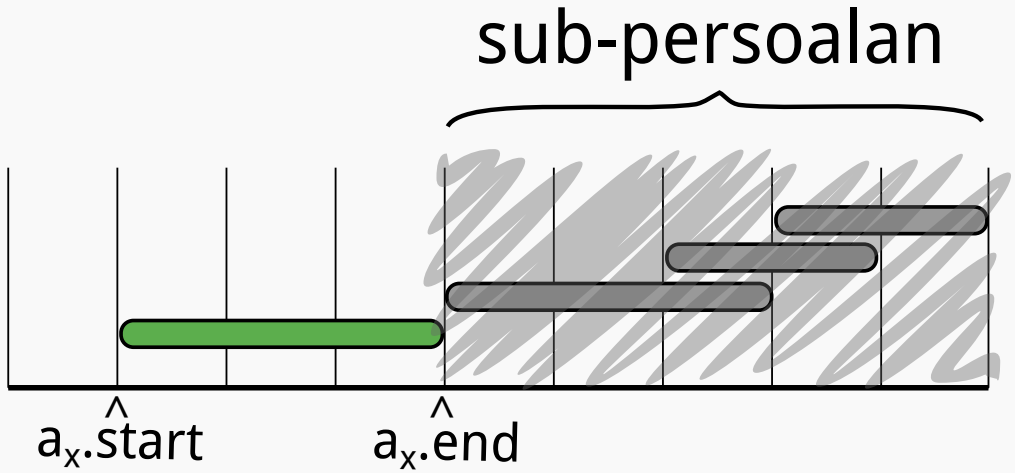
Memilih aktivitas dengan waktu akhir paling awal:

- Dengan memilih aktivitas yang selesai lebih awal, kita mempunyai sisa waktu lebih banyak untuk aktivitas lainnya.
- Tanpa peduli kapan aktivitas ini mulai atau berapa durasinya, memilih yang selesai lebih awal pasti menguntungkan.
- Pilihan ini adalah merupakan *greedy choice*, yang selalu menghasilkan solusi optimal.



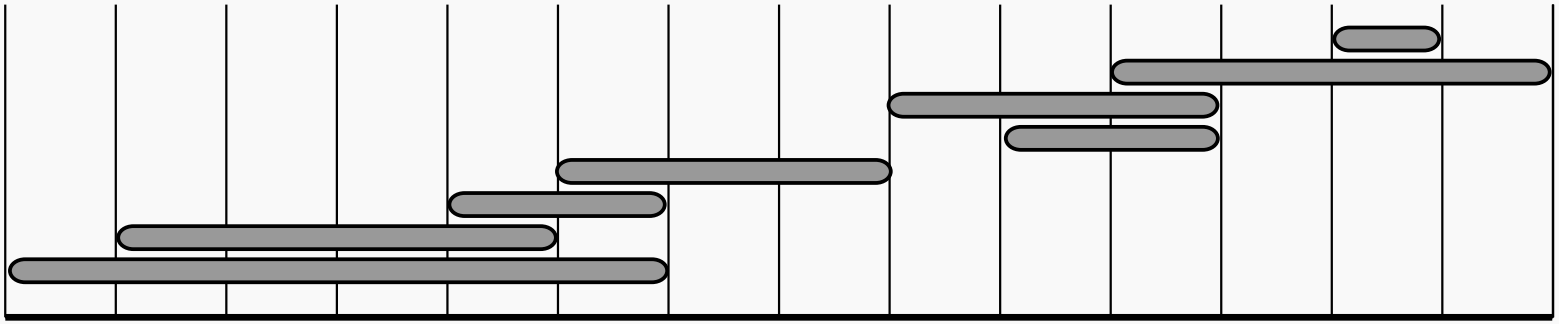
Penyelesaian Activity Selection

- Kini kita dapat menentukan aktivitas yang akan diikuti pertama kali.
- Selanjutnya kita mendapatkan subpersoalan, yang ternyata dapat diselesaikan dengan cara serupa!



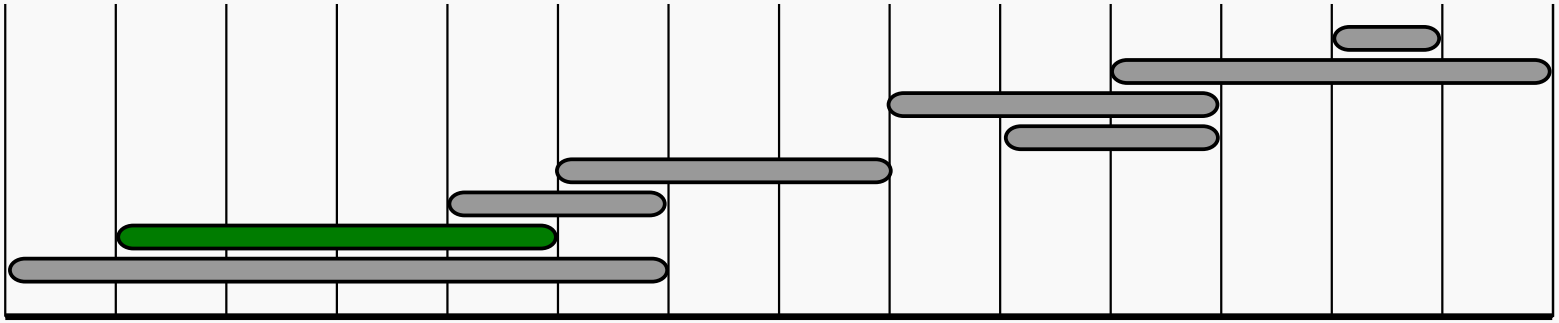
Contoh Eksekusi Activity Selection

Berikut contoh cara pemilihan aktivitas yang optimal.



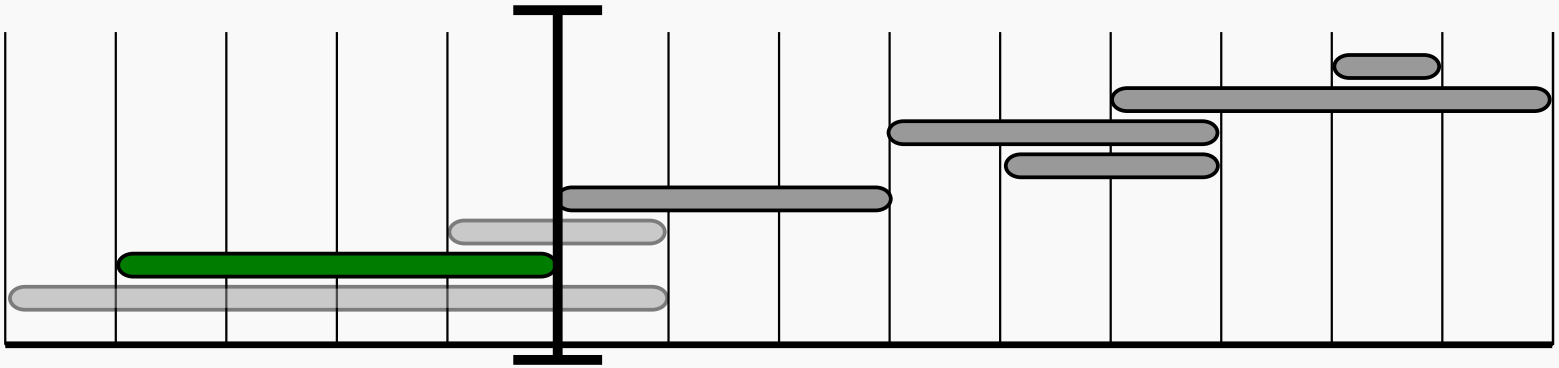
Contoh Eksekusi Activity Selection (lanj.)

Dimulai dari memilih aktivitas pertama.



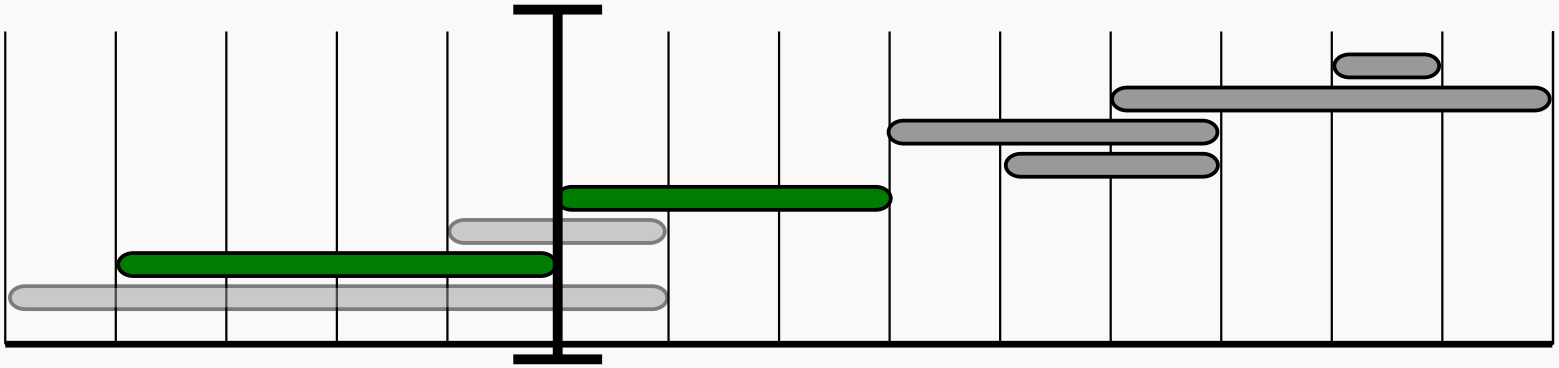
Contoh Eksekusi Activity Selection (lanj.)

Selanjutnya kita mendapatkan subpersoalan.
Beberapa aktivitas kini tidak dapat dipilih lagi.



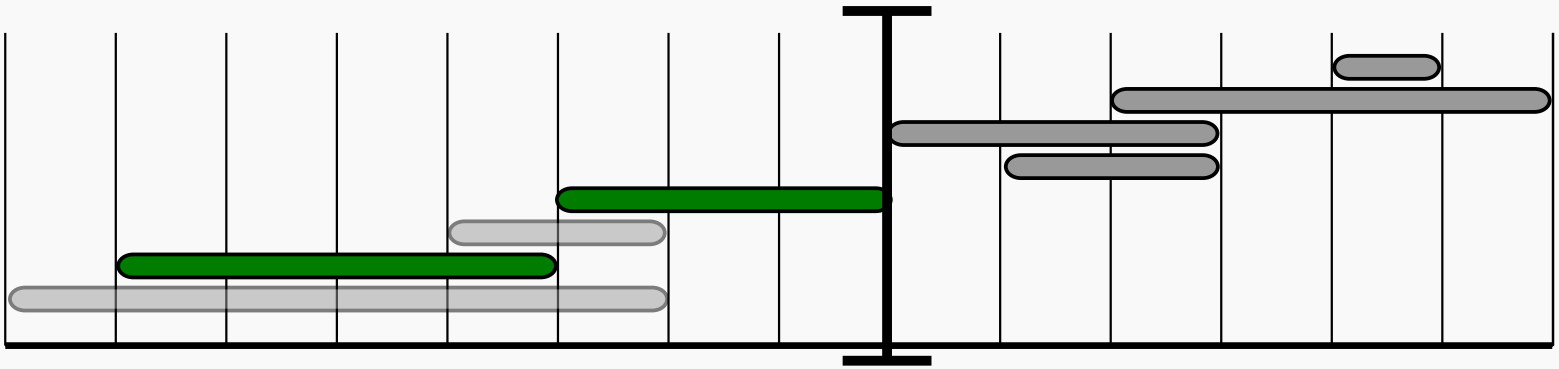
Contoh Eksekusi Activity Selection (lanj.)

Masalah yang kita hadapi serupa dengan masalah sebelumnya.
Kita tinggal memilih aktivitas yang berakhir paling awal.



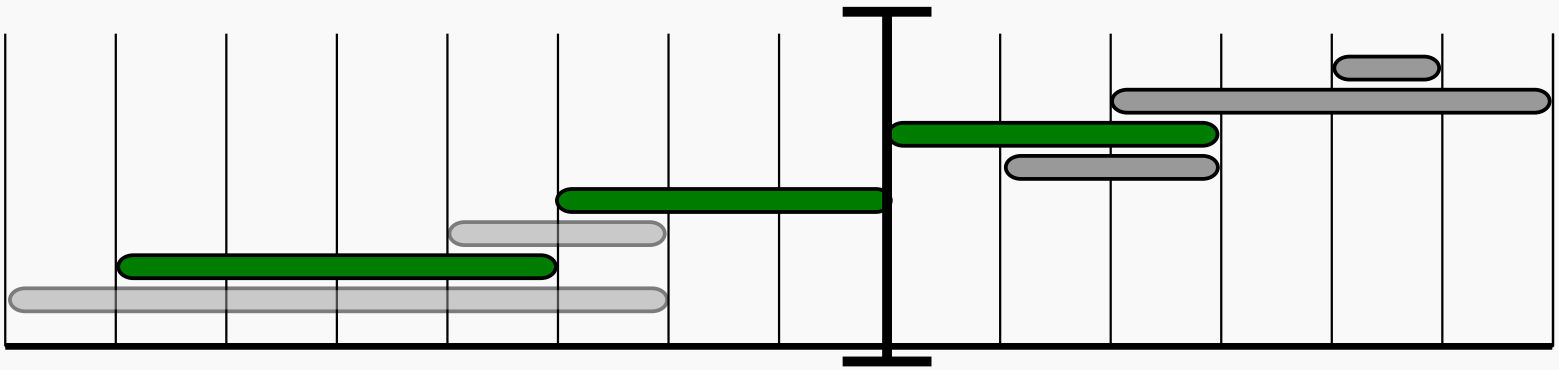
Contoh Eksekusi Activity Selection (lanj.)

Kembali kita mendapatkan subpersoalan....



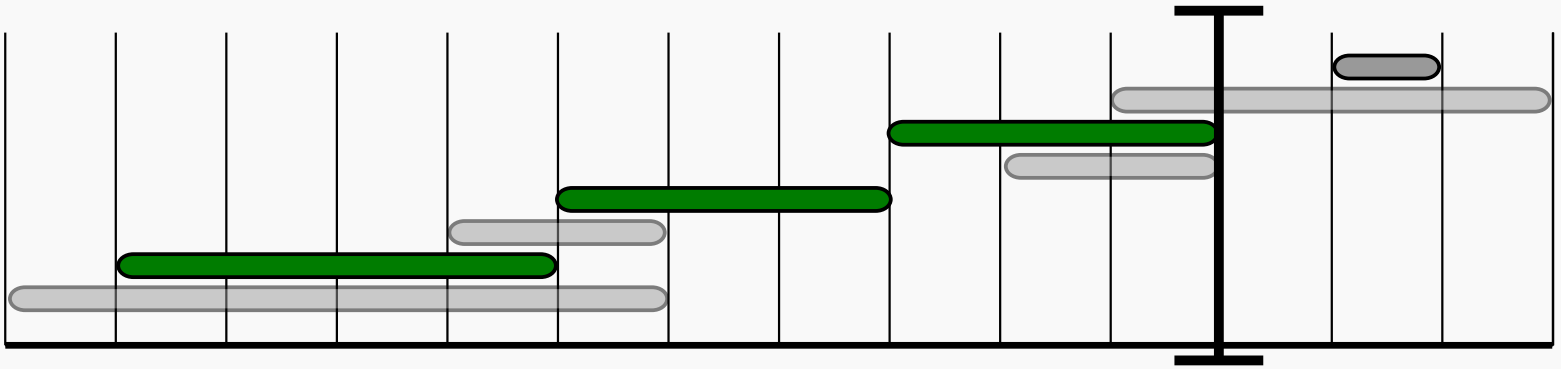
Contoh Eksekusi Activity Selection (lanj.)

Pilih lagi aktivitas yang berakhir paling awal.



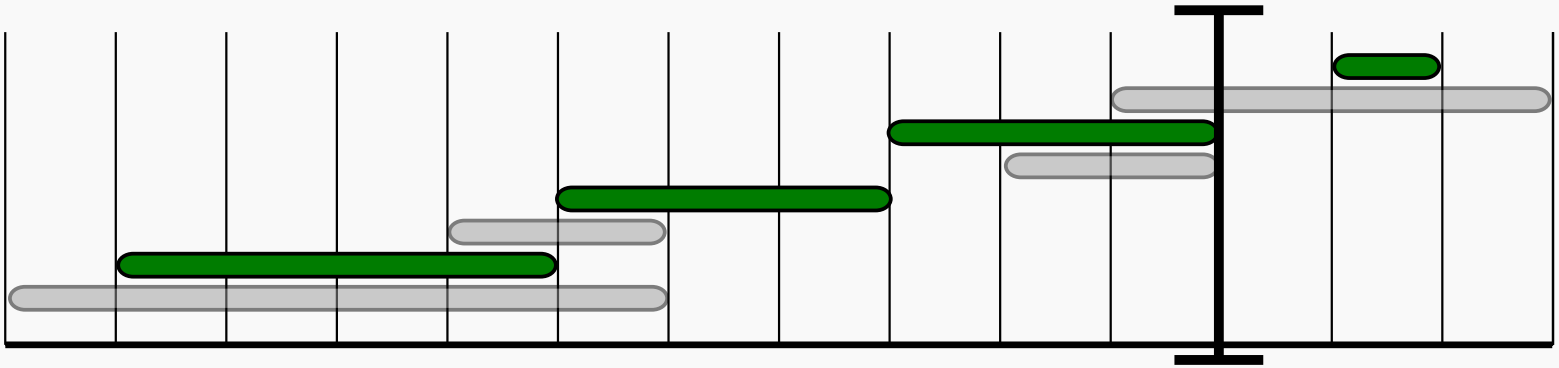
Contoh Eksekusi Activity Selection (lanj.)

Didapatkan lagi subpersoalan....



Contoh Eksekusi Activity Selection (lanj.)

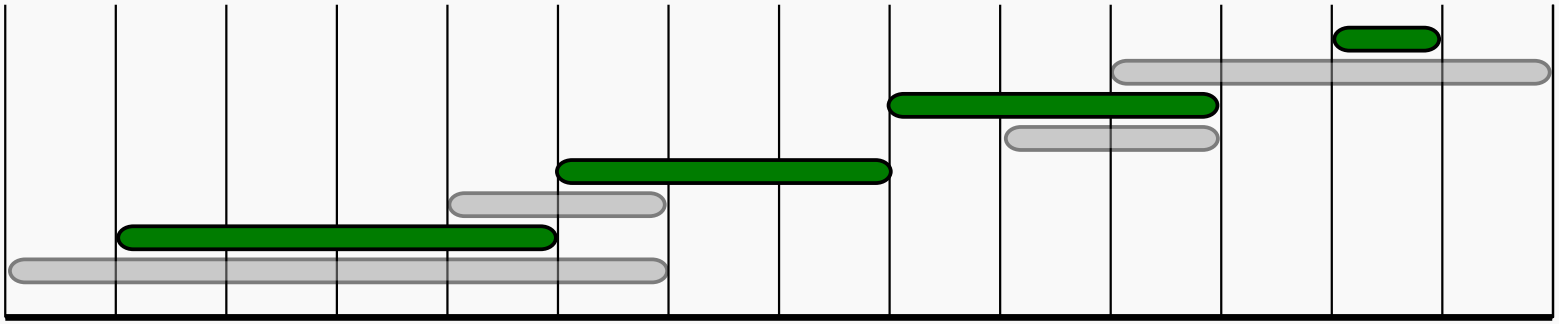
Pilih lagi aktivitas yang berakhir paling awal.



Contoh Eksekusi Activity Selection (lanj.)

Selesai!

Tidak ada cara lain yang memberikan hasil lebih optimal.



Implementasi Solusi Activity Selection

```
SOLVEACTIVITYSELECTION(a[], N)
1   // Urutkan a secara menaik berdasarkan a[i].end
2   SORTBYENDINGTIME(a, N)

3   selectedCount = 0
4   startTime = 1
5   for i = 1 to N
6       if (a[i].start >= startTime)
7           selectedCount = selectedCount + 1
8           startTime = a[i].end + 1
9   return selectedCount
```

Analisis Kompleksitas

- Mengurutkan aktivitas berdasarkan waktu berakhirnya dapat dilakukan dalam $O(N \log N)$.
- Setelah diurutkan, pemilihan aktivitas dapat dilakukan dalam $O(N)$.
- Kompleksitas akhirnya $O(N \log N)$.
- Cepat dan efisien!

Selingan

- *Greedy choice* memungkinkan kita untuk memilih suatu keputusan yang dijamin akan menghasilkan solusi optimal, tanpa peduli ke depannya seperti apa.
- Hal ini memberi kesan "rakus", yaitu hanya mementingkan masalah yang sedang dihadapi dan selalu mengambil keputusan terbaik saat ini.
- Inilah sebabnya teknik ini dinamakan *greedy*.

Permasalahan pada Algoritma Greedy

Perhatikan contoh soal berikut:

- Anda ingin menukar uang Rp12.000 dengan lembaran uang kertas Rp5.000, Rp2.000, dan Rp1.000.
- Anda ingin menukar dengan jumlah lembaran sesedikit mungkin.

Permasalahan pada Algoritma Greedy

- *Greedy choice* yang terpikirkan adalah dengan memilih lembarandengan nominal terbesar yang mungkin untuk tiap subpersoalan.
- Pertama kita pilih lembaran 5000, sehingga tersisa 7000 lagi yang harus dipecah.
- Selanjutnya kita pilih 5000 lagi dan menyisakan 2000 untuk dipecah.
- Akhirnya, kita pilih 2000 sebagai pecahan terakhir.
- Solusi dari kasus ini adalah dengan menggunakan 3 lembaran.

Permasalahan pada Algoritma Greedy (lanj.)

Dengan soal yang sama, bagaimana jika lembaran rupiah yang beredar bernilai Rp5.000, Rp4.000, dan Rp1.000?

Permasalahan pada Algoritma Greedy (lanj.)

- Dengan algoritma *greedy*, kita akan menukar 12000 dengan lembaran 5000, 5000, 1000, dan 1000.
- Padahal ada solusi yang lebih baik, yaitu menggunakan 3 lembaran 4000.
- Pada kasus tersebut, *greedy choice* yang tidak selalu dapat menghasilkan solusi optimal.
- Permasalahan ini tidak dapat diselesaikan oleh algoritma *greedy*.
- (Permasalahan ini bisa diselesaikan dengan algoritma *dynamic programming*, yang akan dibahas pada materi berikutnya.)

Permasalahan pada Algoritma Greedy (lanj.)

- Pembuktian kebenaran algoritma *greedy* tidaklah mudah.
- Biasanya akan ada beberapa pilihan *greedy choice* yang ada, yang mana tidak semuanya bisa menghasilkan solusi optimal.
- Ketika menemukan suatu *greedy choice*, sangat dianjurkan untuk menguji kebenaran dari pilihan tersebut sebelum diimplementasikan.

Permasalahan pada Algoritma Greedy (lanj.)

- Pengujian yang dapat dilakukan adalah dengan mencoba membuat contoh kasus yang dapat menggagalkan *greedy choice* tersebut.
- Teknik ini biasa disebut *proof by counterexample*.
- Jika ditemukan satu saja contoh kasus yang mana *greedy choice* yang diajukan tidak menghasilkan solusi optimal, maka *greedy choice* tersebut dinyatakan salah.
- Namun, bila Anda tidak bisa menemukan *counterexample*, belum tentu algoritma Anda benar.

Saran

- Algoritma *greedy* terkadang mudah untuk dipikirkan dan mudah untuk diimplementasikan, namun sulit untuk dibuktikan kebenarannya.
- Pembuktian kebenaran algoritma *greedy* bisa jadi membutuhkan pembuktian matematis yang kompleks dan memakan waktu.
- Pada suasana kompetisi, intuisi dan pengalaman sangat membantu untuk menyelesaikan soal bertipe *greedy*.
- Berhati-hati dan teliti saat mengerjakan soal bertipe *greedy*. Perhatikan setiap detil yang ada, karena bisa berakibat fatal.

Penutup

- Untuk dapat menguasai *greedy*, Anda perlu banyak berlatih dan berpikir secara cerdik.
- Selamat berlatih untuk mengasah "kerakusan" Anda :)