



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Pengantar Matematika Diskrit

Bahan Kuliah IF1220 Matematika Diskrit

Prof. Dr. Ir. RINALDI, MT

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





Gedung KOICA-STEI ITB Kampus ITB Jatinangor

Salah satu mata kuliahnya....

IF1220 Matematika Diskrit



Sumber gambar: http://www.zazzle.com/i_can_be_functionally_discrete_or_continuous_tshirt-235341012435015470



***Rasa ingin tahu adalah ibu dari semua ilmu
pengetahuan***

***Tak kenal maka tak sayang, tak sayang
maka tak cinta***

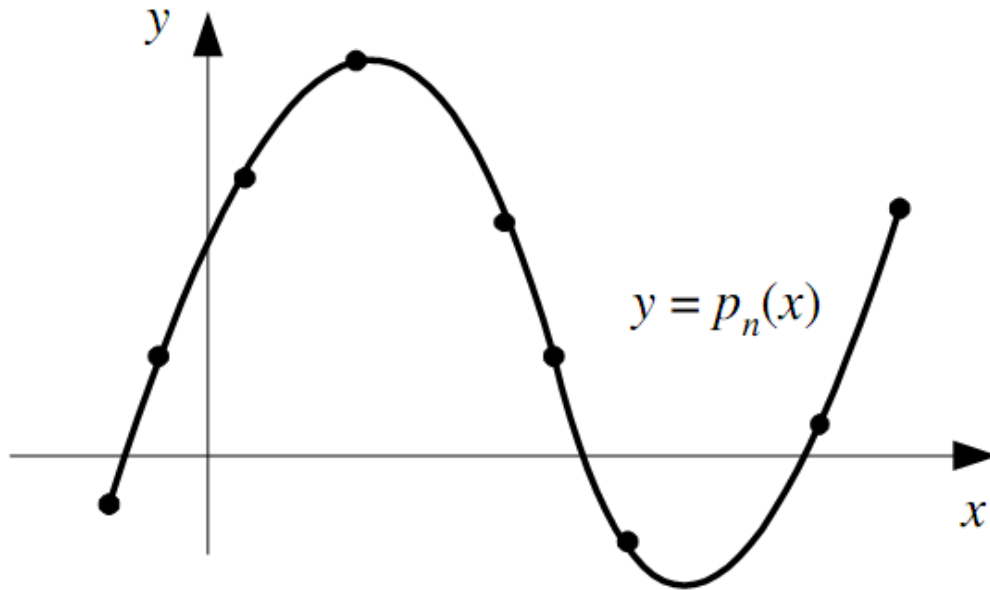
Perjalanan satu mil dimulai dari satu langkah



Apakah Matematika Diskrit itu?

- Apa yang dimaksud dengan kata **diskrit** (*discrete*)?
- Objek disebut diskrit jika:
 - terdiri dari elemen yang terpisah (*distinct*) secara individual, atau
 - elemen-elemennya tidak bersambungan (*unconnected*).Contoh: himpunan bilangan bulat (*integer*)
- Lawan kata diskrit: **kontinyu** atau **menerus** (*continuous*).
Contoh: himpunan bilangan riil (*real*)

Kontinu vs Diskrit



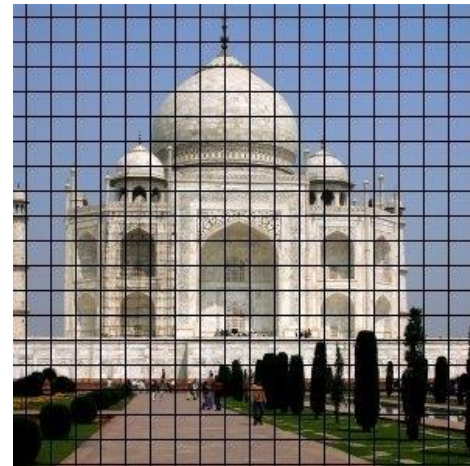
x	$f(x)$
0.025	2.831
0.050	3.246
0.075	4.721
0.100	5.210
0.125	6.310
0.150	7.120
0.175	8.512
0.200	9.760
0.225	10.310

Kurva mulus: himpunan menerus (kontinu)

Titik-titik tebal di kurva: himpunan diskrit

- **Matematika diskrit**: cabang matematika yang mengkaji objek-objek yang terpisah secara individual satu sama lain.
→ himpunan, relasi, kombinatorika, graf, pohon, dll
- Lawannya: **Matematika menerus** (*continuous mathematics*), yaitu cabang matematika dengan objek yang sangat mulus (*smoothy*), termasuk di dalamnya *calculus*.
→ limit, diferensial, integral, fungsi transenden, dll

- Komputer digital mengolah sinyal diskrit. Informasi yang disimpan dan dimanipulasi oleh komputer adalah dalam representasi digital (digital = angka 0 atau 1 = diskrit).
- Kamera digital menangkap gambar (analog) lalu direpresentasikan dalam bentuk digital berupa kumpulan *pixel* atau *grid*. Setiap *pixel* adalah elemen diskrit dari sebuah gambar



Analog (kontinu)

IMAGES

ANALOG



Continuous



For Human Viewing

Each Image Point

Brightness
Film Density
Color

DIGITAL

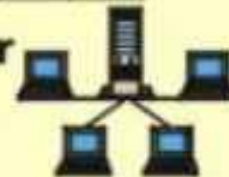


Matrix of Pixels

Number

56	56	57	56
56	56	57	56
57	57	57	59
58	58	58	60

For Computer
Systems



Sprawls

Topik bahasan di dalam Matematika Diskrit:

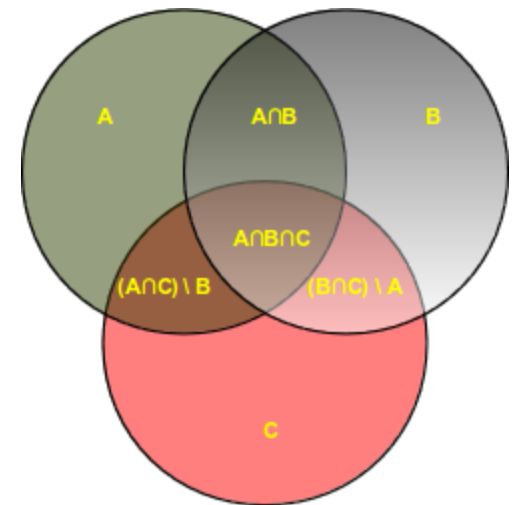
- Logika (*logic*) dan penalaran → Sebagian, lebih dalam pada kuliah LogKom
- Teori Himpunan (*set*) ✓
- Relasi dan Fungsi (*relation and function*) ✓
- Induksi Matematik (*mathematical induction*) ✓
- Algoritma (*algorithms*) ✓ → sebagian
- Teori Bilangan Bulat (*integers*) ✓
- Barisan dan Deret (*sequences and series*) ✓
- Teori Grup dan Ring (*group and ring*) → advance
- Aljabar Boolean (*Boolean algebra*) ✓
- Kombinatorika (*combinatorics*) ✓
- Teori Peluang Diskrit (*discrete probability*) → ke kuliah Probbat
- Fungsi Pembangkit → ke kuliah Modsim
- Teori Graf ✓
- Pohon ✓
- Kompleksitas Algoritma (*algorithm complexity*) ✓
- Otomata → ke kuliah TBFO
- Relasi Rekurens ✓

1. Logika dan penalaran

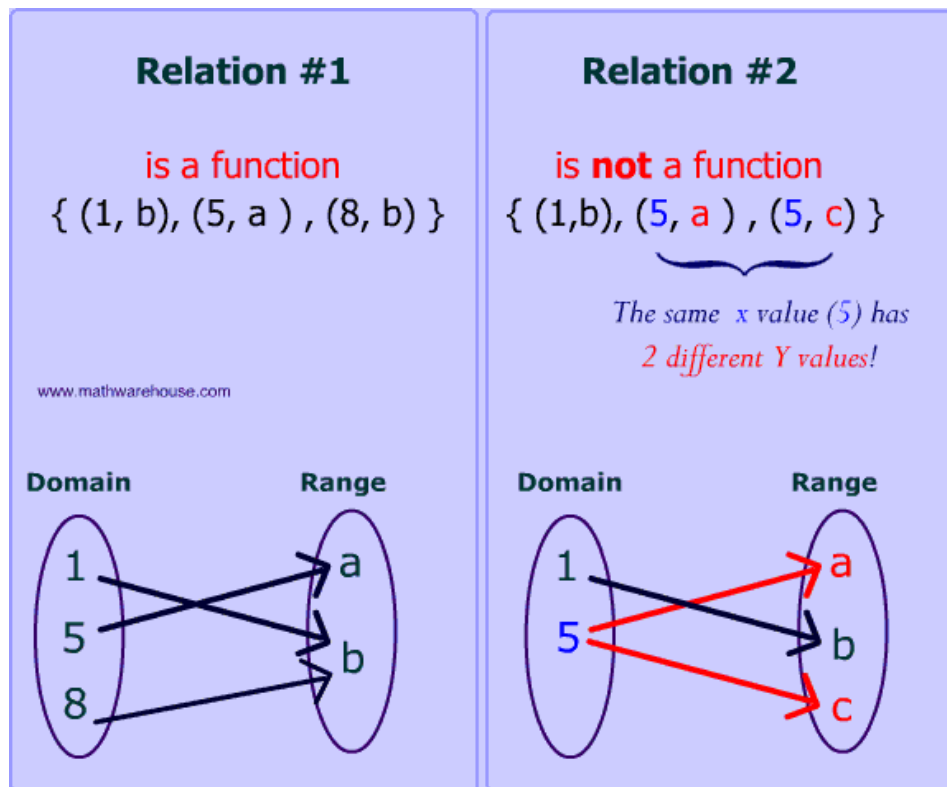
Basic statement	Equivalent
$p \vee q$	$q \vee p$
$p \wedge q$	$q \wedge p$
$\neg(p \wedge q)$	$\neg p \vee \neg q$
$\neg(p \vee q)$	$\neg p \wedge \neg q$
$p \rightarrow q$	$\neg p \vee q$
	$\neg q \rightarrow \neg p$
$p \leftrightarrow q$	$(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$
	$(\neg p \vee q) \wedge (\neg q \vee p)$
$p \wedge (q \wedge r)$	$(p \wedge q) \wedge r$
$p \vee (q \vee r)$	$(p \vee q) \vee r$
$p \wedge (q \vee r)$	$(p \wedge q) \vee (p \wedge r)$
$p \vee (q \wedge r)$	$(p \vee q) \wedge (p \vee r)$
$p \rightarrow (q \vee r)$	$(p \wedge \neg q) \rightarrow r$

2. Teori Himpunan

- 1). if $A \subset B$ and $B \subset C$, then $A \subset C$ (transitivity),
- 2). if $A \subset B$ and $B \subset A$, then $A = B$,
- 3). $A \cup A = A$,
- 4). $A \cup \emptyset = A$,
- 5). $A \cap A = A$,
- 6). $A \cap \emptyset = \emptyset$,
- 7). $A - A = \emptyset$,
- 8). $A \cup B = B \cup A$ (commutability of addition),
- 9). $A \cap B = B \cap A$ (commutability of multiplication),
- 10). $(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C)$ (associativity of addition),
- 11). $(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$ (associativity of multiplication),
- 12). $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$ (distributivity of multiplication over addition),
- 13). $A \cap (B - C) = (A \cap B) - (A \cap C)$ (distributivity of multiplication over subtraction),
- 14). $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$ (distributivity of addition over multiplication).

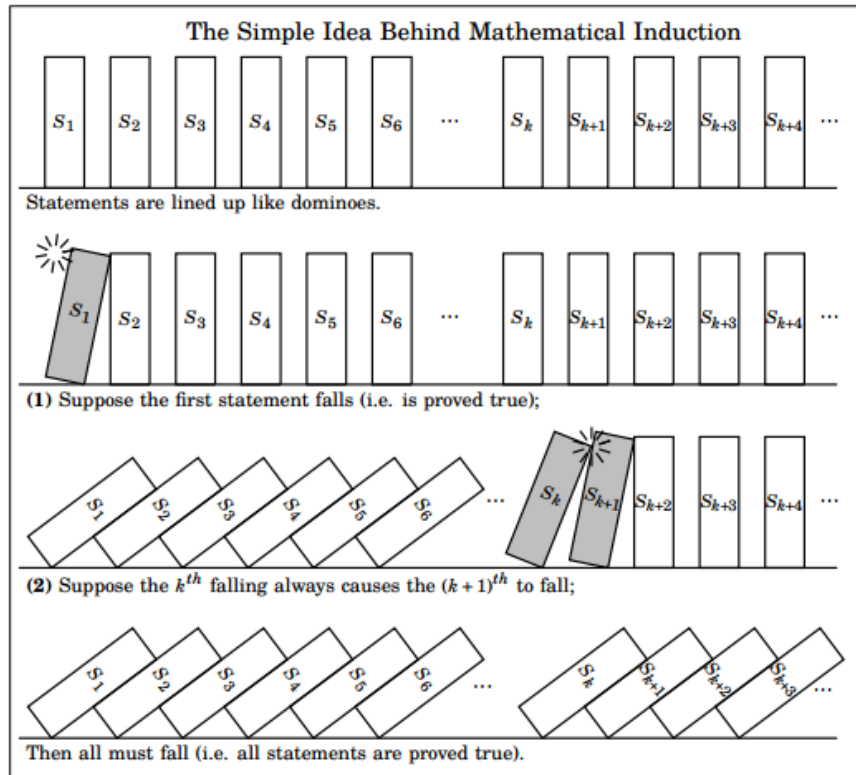


3. Relasi dan Fungsi



Sumber: www.mathwarehouse.com

4. Induksi Matematika



prove by mathematical induction

$$1.2.3 + 2.3.4 + \dots + n(n+1)(n+2) = \frac{n(n+1)(n+2)(n+3)}{4}$$

let $P(n): 1.2.3 + 2.3.4 + \dots + n(n+1)(n+2) = \frac{n(n+1)(n+2)(n+3)}{4}$

for $n=1$, L.H.S = $1.2.3 = 6$, R.H.S = $\frac{1.(1+1).(1+2).(1+3)}{4} = 6$

$\therefore P(1)$ is true.

Assume $P(k)$ is true

Sumber gambar: math.stackexchange.com

5. Teori Bilangan

$$\begin{cases} N \equiv 4 \pmod{7} \\ N \equiv 6 \pmod{11} \end{cases}$$

$$N = 7k + 4$$

$$7k + 4 \equiv 6 \pmod{11}$$

$$7k \equiv 2 \pmod{11}$$

$$-21k \equiv -6 \pmod{11}$$

$$k \equiv -6 \pmod{11}$$

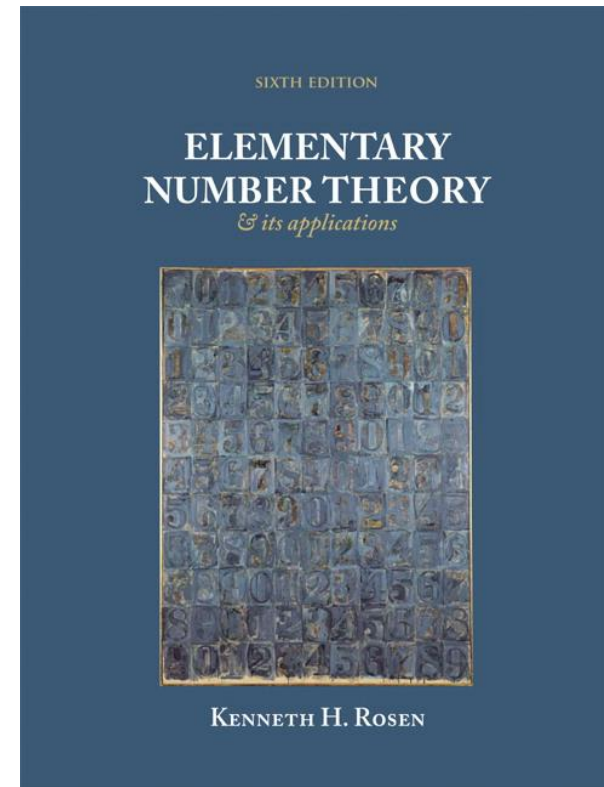
$$k = 11m - 6$$

$$N = 77m - 38$$

$$1000 < 77m - 38 < 2000 \Rightarrow 13 < m < 27$$

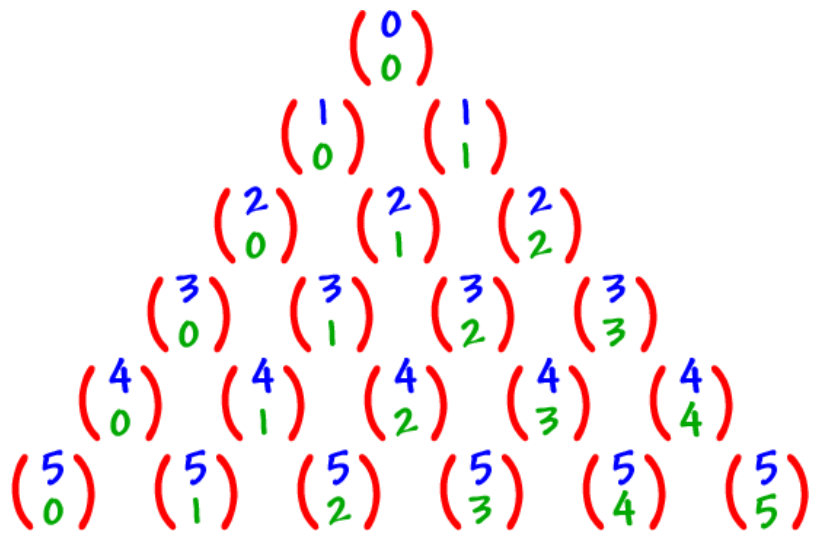
$$77m - 38 \equiv -m + 1 \equiv 27 - m \pmod{13}$$

Sumber: mymathforum.com



Sumber: www.pearsonhighered.com

6. Kombinatorika

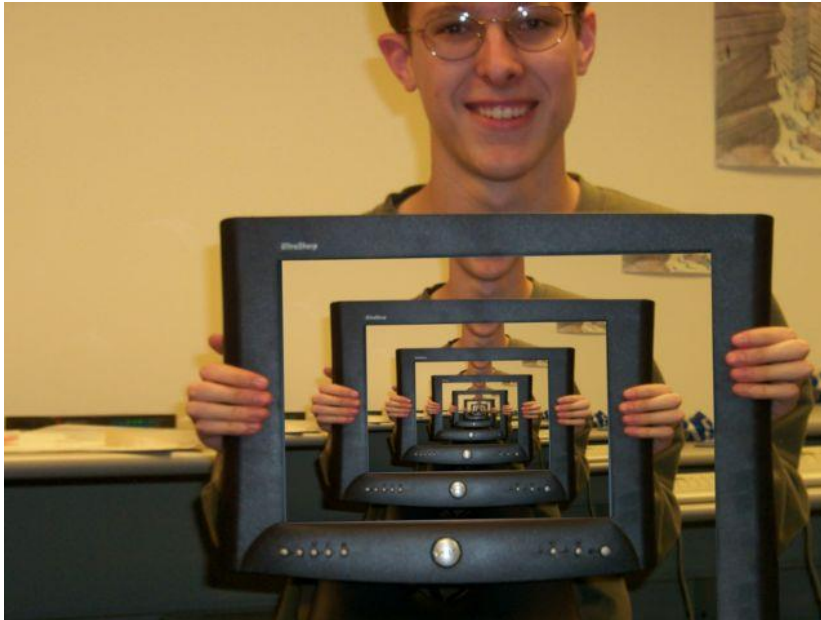


Sumber: www.coolmath.com



Sumber: ronsden.com

7. Rekursi dan relasi rekurens



Sumber: www.ilxor.com

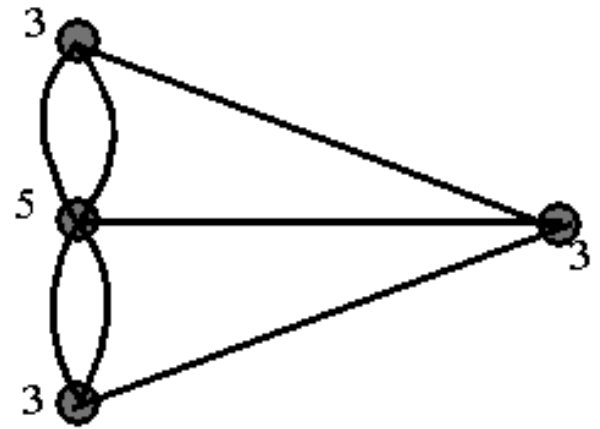
$$\begin{aligned}g(n) &= 4g(n-1)+4 \\&= 4(4g(n-2)+4)+4 \\&= 4^2g(n-2)+4^2+4 \\&= 4^2(4g(n-3)+4)+4^2+4 \\&= 4^3g(n-3)+4^3+4^2+4 \\&= \vdots \\&= 4^n g(0)+4^n+4^{n-1}+\dots+4^3+4^2+4 \\&= 4^n+4^{n-1}+\dots+4^3+4^2+4 \\&= 4\left(\frac{4^n-1}{3}\right) \\&= \frac{4^{n+1}-4}{3}\end{aligned}$$

Sumber: cas.bethel.edu

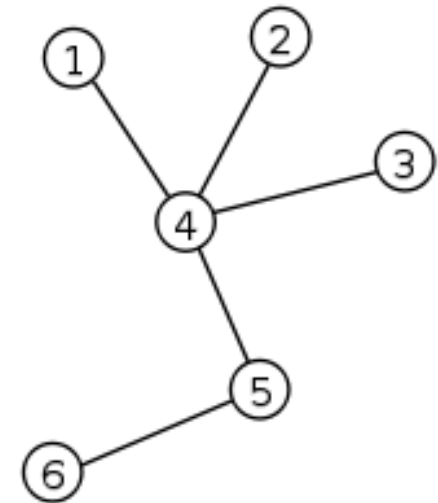
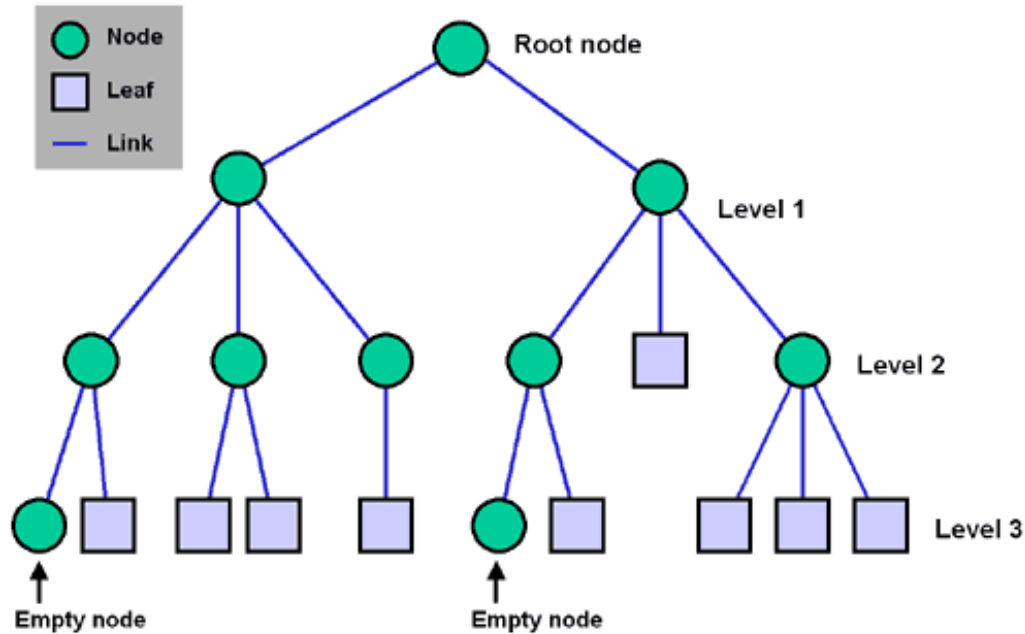
8. Teori Graf



Sumber: simonkneebone.com

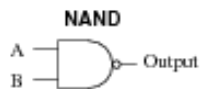


9. Pohon

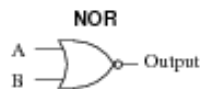


Sumber: ubuntuforums.org

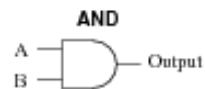
10. Aljabar Boolean



A	B	Output
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



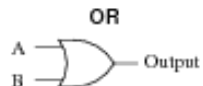
A	B	Output
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



A	B	Output
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



A	B	Output
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



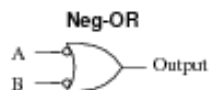
A	B	Output
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



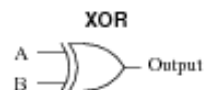
A	Output
0	1
1	0



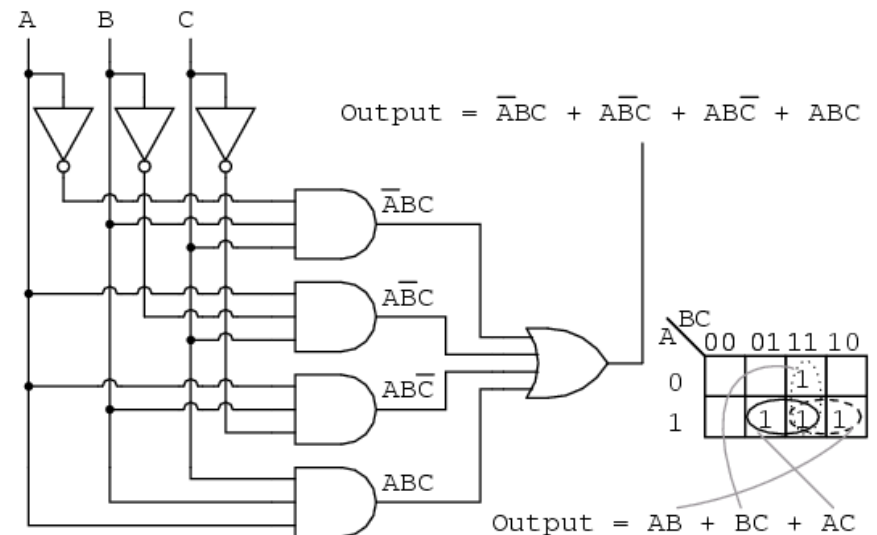
A	B	Output
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



A	B	Output
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



A	B	Output
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

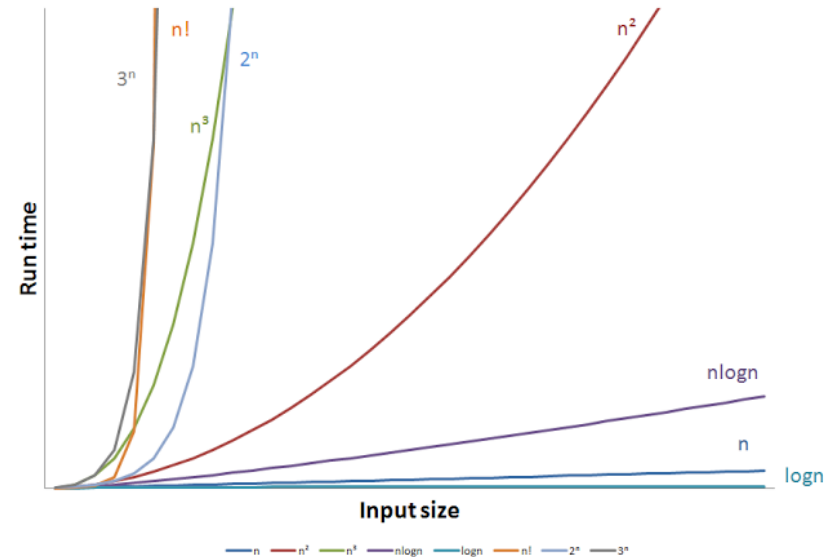


Sumber: www.ibibilio.org

Sumber: www.allaboutcircuits.com

11. Kompleksitas Algoritma

$T(n)$	Name	Problems
$O(1)$	constant	easy-solved
$O(\log n)$	logarithmic	
$O(n)$	linear	
$O(n \log n)$	linear-logarithmic	
$O(n^2)$	quadratic	
$O(n^3)$	cubic	hard-solved
$O(2^n)$	exponential	
$O(n!)$	factorial	



Sumber: agafonovslava.com

Sumber: blog.philenotfound.com

Contoh-contoh persoalan di dalam Matematika Diskrit:

- Berapa banyak kemungkinan jumlah *password* yang dapat dibuat dari 26 huruf alfabet dan 10 angka?
- ISBN sebuah buku adalah 978-602-6232-42-7. Verifikasilah apakah nomor ISBN tersebut valid?
- Berapa banyak *string* biner yang panjangnya 8 bit yang mempunyai bit 1 sejumlah ganjil?
- Bagaimana menentukan lintasan terpendek dari satu kota a ke kota b ?
- Buktikan bahwa perangko senilai n ($n \geq 8$) rupiah dapat menggunakan hanya perangko 3 rupiah dan 5 rupiah saja
- Berapa banyak operasi perbandingan yang dilakukan di dalam algoritma pengurutan *Selection Sort*?

- Bagaimana rangkaian logika untuk membuat peraga digital yang disusun oleh 7 buah batang (*bar*)?



- Dapatkah kita melalui semua jalan di sebuah kompleks perumahan tepat hanya sekali dan kembali lagi ke tempat semula?
- “Makanan murah tidak enak”, “makanan enak tidak murah”. Apakah kedua pernyataan tersebut menyatakan hal yang sama?

Mengapa Mempelajari Matematika Diskrit?

Ada beberapa alasan:

1. Mengajarkan mahasiswa untuk berpikir secara matematis
 - mengerti argumen matematika
 - mampu membuat argumen matematika.

Contoh: Jumlah derajat semua simpul pada suatu graf adalah genap, yaitu dua kali jumlah sisi pada graf tersebut. Akibatnya, untuk sembarang graf G , banyaknya simpul berderajat ganjil selalu genap.

2. Mempelajari fakta-fakta matematika dan cara menerapkannya.

Contoh: (*Chinese Remainder Problem*) Pada abad pertama, seorang matematikawan China yang bernama Sun Tse mengajukan pertanyaan sebagai berikut:

Tentukan sebuah bilangan bulat yang bila dibagi dengan 5 menyisakan 3, bila dibagi 7 menyisakan 5, dan bila dibagi 11 menyisakan 7.

3. Matematika diskrit memberikan landasan matematis untuk kuliah-kuliah lain di informatika.

→ algoritma, struktur data, basis data, otomata dan teori bahasa formal, jaringan komputer, keamanan komputer, sistem operasi, teknik kompilasi, dsb.

- Matematika diskrit adalah matematika khas informatika/computer science

→ **Matematika-nya orang CS/Informatika!**

Lima pokok kuliah di dalam Matematika Diskrit

1. Penalaran matematika (*Mathematical reasoning*)
Mampu membaca dan membentuk argumen matematika
(Materi: logika dan penalaran)
2. Analisis kombinatorial (*Combinatorial analysis*)
Mampu menghitung atau mengenumerasi objek-objek
(materi: kombinatorika → permutasi, kombinasi, dll)
3. Struktur diskrit
Mampu bekerja dengan struktur diskrit. Yang termasuk struktur diskrit: Himpunan, Relasi, Permutasi dan kombinasi, Graf, Pohon, *Finite-state machine*

4. Berpikir algoritmik

Mampu memecahkan persoalan dengan menspesifikasikan algoritmanya

(Materi: pada sebagian besar kuliah ini dan kuliah Algoritma dan Struktur Data)

5. Aplikasi dan pemodelan

Mampu mengaplikasikan matematika diskrit pada hampir setiap area bidang studi, dan mampu memodelkan persoalan dalam rangka *problem-solving skill*.

(Materi: pada sebagian besar kuliah ini)

Kemana lanjutan kuliah ini?

- Matematika Diskrit memberikan dasar untuk banyak mata kuliah mata kuliah:
 1. Probabilitas dan Statistik
Materi: Kombinatorika
 2. Organisasi dan Arsitektur Komputer
Materi: Aljabar Boolean
 3. Teori Bahasa dan Otomata
Materi: Himpunan, Graf
 4. Basisdata
Materi: Relasi dan fungsi

5. Strategi Algoritma

Materi: Graf, pohon, kombinatorika, kompleksitas algoritma

6. Jaringan Komputer

Materi: Graf, pohon

7. Algoritma dan Struktur Data

Materi: Graf, pohon, kompleksitas algoritma

8. Kriptografi

Materi: Teori Bilangan, Kombinatorika

9. Dan masih banyak kuliah lainnya

Moral of this story...

- Mahasiswa informatika harus memiliki pemahaman yang kuat dalam Matematika Diskrit, agar tidak mendapat kesulitan dalam memahami kuliah-kuliah lainnya di informatika.

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)

1. CPMK1. Menjelaskan struktur diskrit utama seperti himpunan, relasi, permutasi dan kombinasi, graf, dan pohon.
2. CPMK2. Menyusun model persoalan dengan menggunakan teori di dalam matematika diskrit
3. CPMK3. Melakukan evaluasi dan menganalisis solusi persoalan yang menggunakan teori di dalam matematika diskrit.
4. CPMK4. Melakukan analisis kompleksitas algoritma dengan menggunakan kompleksitas waktu dan menyatakannya dalam notasi kompleksitas asimptotik

Penilaian Kuliah

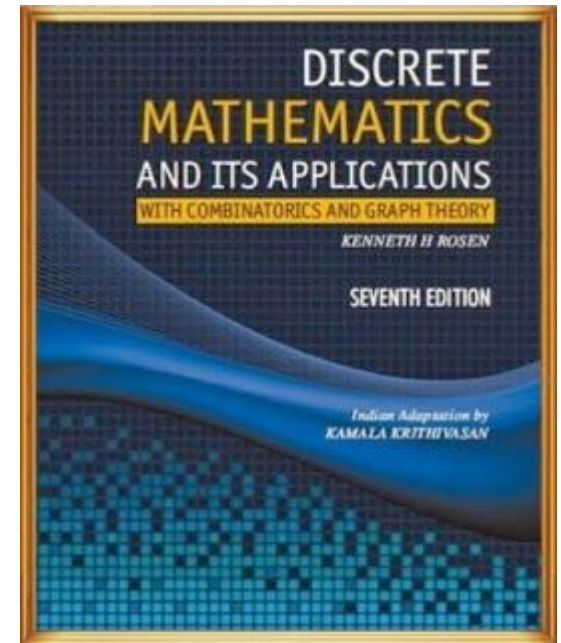
1. Ujian Tengah Semester (UTS) – 1 kali (Bobot 30%)
2. Ujian Akhir Semester (UAS) – 1 kali (Bobot 30%)
3. Kuis (terjadwal) – 4 kali (Bobot 30%)
4. Makalah (pada akhir semester) – 1 kali (Bobot 7,5%)
5. Kehadiran kuliah, min kehadiran 80% (Bobot 2,5%)

Ket: Bobot nilai bisa berubah)

Referensi Kuliah

Utama:

1. Kenneth H. Rosen, *Discrete Mathematics and Application to Computer Science 7th Edition*, McGraw-Hill.
2. Rinaldi Munir, *Diktat kuliah Matematika Diskrit (Edisi Keempat)*, Teknik Informatika ITB, 2003. (juga diterbitkan dalam bentuk buku oleh Penerbit Informatika, sedang disusun edisi baru)



Pendukung:

1. Susanna S. Epp, *Discrete Mathematics with Application*, 4th Edition, Brooks/Cle, 2010
2. Peter Grossman, *Discrete Mathematics for Computing*, 2nd edition, Palgrave MacMillan, 2002
3. Haggard, G., Schlipf, J., Whitesides, S., (2006), *Discrete Mathematics for Computer Science*, Thomson Books/Cole. McGill University
4. C.L. Liu, *Element of Discrete Mathematics*, McGraw-Hill, Inc, 1985.
5. Richard Johnsonbaugh, *Discrete Mathematics*, Prentice-Hall, 1997.

Website Bahan Kuliah

- Informasi perkuliahan (bahan kuliah, bahan ujian, soal kuis tahun2 sebelumnya, pengumuman, dll), bisa diakses di Edunex (<https://edunex.itb.ac.id/>) maupun pada laman web Pak Rin:

<http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/Matdis/matdis.htm>

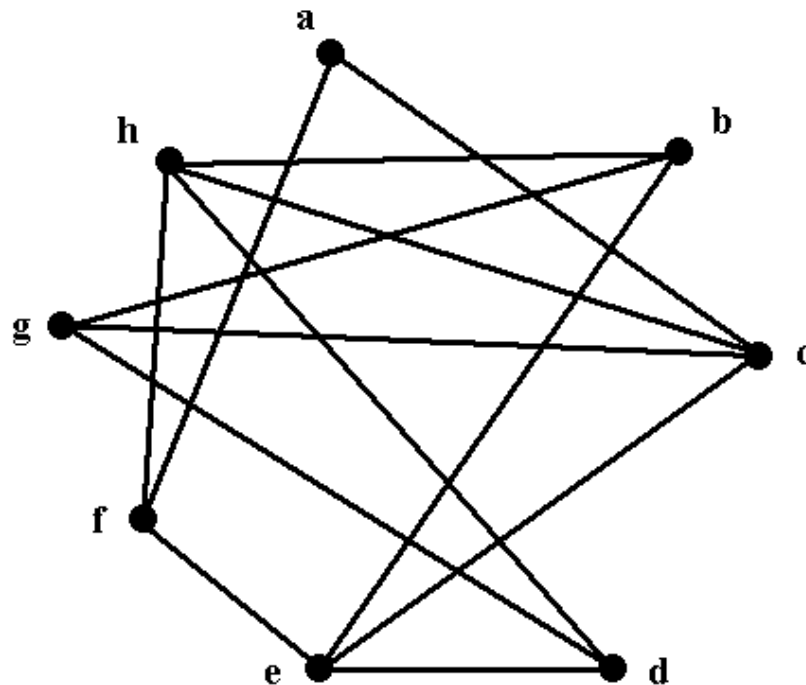
atau masuk dari:

<http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/>

Contoh-contoh soal Kuis/UTS/UAS

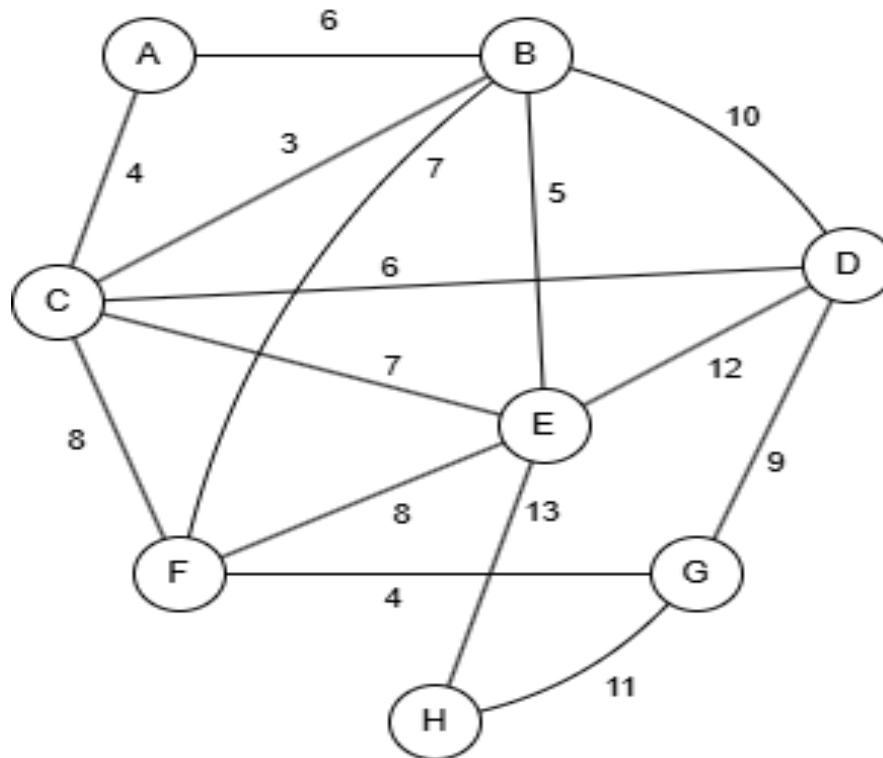
1. Misalkan ada sejumlah n ganjil orang ($n > 1$) yang berkumpul di sebuah lapangan, di sini mereka masing-masing memegang sebuah kue *pie* yang siap dilemparkan ke orang lain yang paling dekat dengannya. Jarak antar orang berbeda (tidak ada jarak antar pasangan yang sama). Jika semua orang harus melempar kue dengan simultan(bersamaan), buktikan dengan induksi matematik bahwa minimal ada satu orang yang tidak terkena lemparan kue.

2. Tunjukkan bahwa graf G berikut ini tidak planar. Buktikan dengan menggunakan :
- a) Teorema Kuratowski
 - b) Ketidaksamaan Euler



3. Diketahui R suatu relasi pada himpunan bilangan bulat sehingga $a R b$ jika dan hanya jika a dan b keduanya negatif atau keduanya positif. Buktikan apakah R adalah relasi kesetaraan (ekuivalen).
4. Berapa banyak solusi bilangan bulat dari
- $$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 = 21$$
- jika $0 \leq x_1 \leq 10$?

- Tentukanlah pohon merentang minimum serta bobot total akhir dari graf pada Gambar di samping kanan dengan menggunakan Algoritma Kruskal! Untuk setiap langkah, tuliskan sisi yang ditambahkan beserta bobot dari sisi tersebut (seperti pada salinda kuliah). Jika terdapat dua sisi dengan bobot yang sama, pilihlah sisi dengan huruf terurut berdasarkan alfabet (A, B, C ..).



6. Misalkan terdapat string: “RAJA PADJAJARAN”
- a. Gambarkan pohon Huffman dengan terlebih dulu menghitung frekuensi kemunculan tiap karakternya (termasuk spasi)
 - b. Tentukan kode Huffman untuk masing-masing karakter dalam bentuk tabel lalu hitung panjang rangkaian bit yang dihasilkan jika string di atas diubah menjadi kode huffman yang telah dibuat
 - c. Tentukan kata yang terbentuk dari rangkaian bit 10010001 dengan proses decoding menggunakan kode Huffman diatas (jika tidak ada cukup tulis “tidak ada”)

7. Misalkan A adalah matriks berukuran $n \times n$. Di bawah ini adalah fungsi untuk memeriksa apakah A adalah matriks simetri terhadap diagonal utama:

function *isSimetri*(A : matriks; n : **integer**) $\rightarrow$ **boolean**

Kamus

i, j : **integer**

Algoritma:

for $i \leftarrow 1$ **to** n **do**

for $j \leftarrow 1$ **to** i **do**

if $A(i,j) \neq A(j,i)$ **then**

return false

end

end

end

return true

Jika $T(n)$ dihitung dari operasi perbandingan elemen, tentukan $T(n)$, lalu natakan $T(n)$ dalam notasi O , Ω , dan Θ .

Tentang Dosen Pengajar IF1220 Matematika Diskrit

Kelas K1 dan K2

Program Studi Teknik Informatika ITB
2025

Dosen Pengampu (K1 dan K2)



Nama: Prof. Dr. Ir. Rinaldi, M.T

Kelompok Keahlian Informatika

Sekolah Teknik Elektro dan Informatika (STEI) - ITB

Media Komunikasi

- E-mail: rinaldi@informatika.org
rinaldi@staff.stei.itb.ac.id
- Web: <http://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir>
- Blog: <http://rinaldimunir.wordpress.com>
<http://catatankriptografi.wordpress.com>
- Facebook: <http://www.facebook.com/rinaldi.munir>
- Instagram: @rinaldimunir
- Youtube: kanal Rinaldi Munir
- X : @MunirRinal343
- Profil: <https://www.itb.ac.id/staf/profil/rinaldi>
- Kantor: Lab Ilmu dan Rekayasa Komputasi (IRK)
LabTek V (Lantai 4), Jl. Ganesha 10 Bandung



Kelas Matdis, IF '24



Kelas Matdis, IF '24



Suasana Kuis kelas K2 IF '24



Pembagian coklat untuk peraih nilai UTS tertinggi (Angkatan 2024)



Pembagian coklat untuk peraih nilai UTS tertinggi (Angkatan 2024)



Pembagian coklat untuk peraih nilai UTS tertinggi (Angkatan 2024)



Bersama dosen dan asisten Lab Ilmu dan Rekayasa Komputasi (IRK) 2021



Bersama dosen dan asisten Lab Ilmu dan Rekayasa Komputasi (IRK) 2022

Beberapa aturan perkuliahan IF1220

Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung
2026

1. Tidak boleh terlambat

- Pintu ditutup setelah dosen masuk ke dalam kelas



2. Berpakaian rapi dan sopan

- Tidak memakai sandal
- Tidak memakai sandal-sepatu
- Tidak memakai baju dan celana robek
- Boleh pakai kaos/oblong/tshirt





3. Dilarang makan, tapi boleh minum

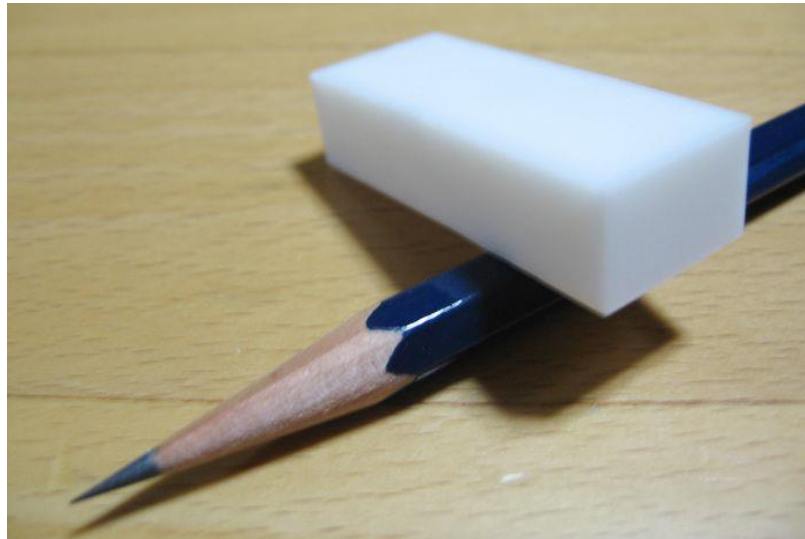


4. Boleh tidur di kursi jika mengantuk



Ujian dan kuis

- Ujian dan kuis hanya boleh memakai pensil
- Selalu siapkan pensil dan penghapus



SELAMAT BELAJAR