

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

Kampus UII Terpadu, Jl. Kalirang Km.14,5 Yogyakarta,  
☎ 0274-895287 ext.122 | ✉ http://informatika.uii.ac.id | info@informatika@iiti.uii.ac.id

Materi Kuliah – [8&9]:  
KECERDASAN BUATAN

## Ketidakpastian (*Uncertainty*)

Sri Kusumadewi

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Sasaran



- ▶ Mahasiswa mampu memahami dan mengaplikasikan beberapa metode dalam mengatasi ketidakpastian.

### Referensi Utama



- ▶ Kusumadewi; Sri. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik & Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- ▶ Rich, E. dan Knight, K. 1991. *Artificial Intelligence*. Edisi 2. New York: McGraw-Hill Inc.

11/28/2012  
2

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Pokok Bahasan

- ▶ Penalaran Non Monoton
- ▶ Probabilitas & Theorema Bayes
- ▶ Faktor Kepastian (*Certainty Factor*)
- ▶ Teori Dempster Shafer
- ▶ Logika Fuzzy

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Ketidakpastian



*Tidak semua penalaran menghasilkan kesimpulan 100% benar*

Jurusan **Teknik Informatika**  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Penalaran Non Monoton

- Ingat kembali penalaran induktif:
- Contoh:
  - Premis-1 : Ikan mujair bernafas dengan insang.
  - Premis-2 : Ikan mas koki bernafas dengan insang.
  - Premis-3 : Ikan bawal bernafas dengan insang.
  - Konklusi : Ikan adalah hewan yang bernafas dengan insang.
- Munculnya premis baru bisa mengakibatkan gugurnya konklusi yang sudah diperoleh.
- Misal ada premis baru
  - Premis-4 : Ikan paus bernafas dengan paru-paru.
- Premis tersebut, menyebabkan konklusi: "Ikan adalah hewan yang bernafas dengan insang", tidak lagi 100% benar.
- Apabila kita menggunakan penalaran induktif, sangat dimungkinkan adanya ketidakpastian.

Jurusan **Teknik Informatika**  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Penalaran Non Monoton

- Suatu penalaran dimana adanya penambahan fakta baru mengakibatkan ketidakkonsistenan disebut dengan "*Penalaran Non Monotonis*".
- Ciri-ciri dari **Penalaran Non Monotonis** adalah:
  - Mengandung ketidakpastian;
  - Adanya perubahan pada pengetahuan.
  - Adanya penambahan fakta baru dapat mengubah konklusi yang sudah terbentuk.
  - Misalkan S adalah konklusi dari D, bisa jadi S tidak dibutuhkan sebagai konklusi D + fakta-fakta baru.

Jurusan **Teknik Informatika**  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Penalaran Non Monoton

- Sedangkan **Penalaran Monotonis** memiliki ciri-ciri:
  - Konsisten;
  - Pengetahuannya lengkap.
- Untuk mengatasi ketidakpastian pada penalaran non monotonis, maka digunakan penalaran statistik.

Jurusan **Teknik Informatika**  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Probabilitas & Theorema Bayes

- Diketahui 10 orang yang lulus matakuliah Kecerdasan Buatan dengan nilai A dan B.
- Berapakah:
  - $P(A)$  ?
  - $P(B)$  ?

No	Nilai A	Nilai B
1	√	
2	√	
3		√
4	√	
5	√	
6		√
7	√	
8		√
9	√	
10	√	

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Probabilitas & Theorema Bayes

► Diketahui 10 orang yang lulus matakuliah Kecerdasan Buatan dengan nilai A dan B.

► Berapakah:

- $P(\text{Laki2})$  ?
- $P(\text{Perempuan})$  ?
- $P(A)$  ?
- $P(B)$  ?
- $P(A|\text{Laki2})$  ?
- $P(\text{Laki2}|A)$  ?

No	Laki-laki		Perempuan	
	A	B	A	B
1	√			
2		√		
3				√
4	√			
5			√	
6				√
7	√			
8				√
9		√		
10	√			

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Probabilitas & Theorema Bayes

► Bentuk Th. Bayes:

$$p(H_i | E) = \frac{p(E | H_i) * p(H_i)}{\sum_{k=1}^n p(E | H_k) * p(H_k)}$$

dengan:

- $p(H_i|E)$  = probabilitas hipotesis  $H_i$  benar jika diberikan evidence  $E$ .
- $p(E|H_i)$  = probabilitas munculnya evidence  $E$ , jika diketahui hipotesis  $H_i$  benar.
- $p(H_i)$  = probabilitas hipotesis  $H_i$  (menurut hasil sebelumnya) tanpa memandang evidence apapun.
- $n$  = jumlah hipotesis yang mungkin.

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Contoh ...

Si Ani mengalami gejala ada bintik-bintik di wajahnya. Dokter menduga bahwa Si Ani terkena:

► **Cacar**, dengan:

- Probabilitas munculnya bintik-bintik di wajah, jika Si Ani terkena cacar;  $p(\text{Bintik2}|\text{Cacar}) = 0,8$ .
- Probabilitas cacar;  $p(\text{Cacar}) = 0,4$ .

► **Alergi**, dengan

- Probabilitas munculnya bintik-bintik di wajah, jika Si Ani alergi;  $p(\text{Bintik2}|\text{Alergi}) = 0,3$ .
- Probabilitas alergi;  $p(\text{Alergi}) = 0,7$ .

► **Jerawat**, dengan

- Probabilitas munculnya bintik-bintik di wajah, jika Si Ani jerawatan;  $p(\text{Bintik2}|\text{Jerawatan}) = 0,9$ .
- Probabilitas jerawatan;  $p(\text{Jerawatan}) = 0,5$ .

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

► Maka:

- Probabilitas Si Ani terkena cacar karena ada bintik-bintik di wajahnya adalah:

$$p(\text{Cacar} | \text{Bintik2}) = \frac{p(\text{Bintik2} | \text{Cacar}) * p(\text{Cacar})}{p(\text{Bintik2} | \text{Cacar}) * p(\text{Cacar}) + p(\text{Bintik2} | \text{Alergi}) * p(\text{Alergi}) + p(\text{Bintik2} | \text{Jerawat}) * p(\text{Jerawat})}$$

$$p(\text{Cacar} | \text{Bintik2}) = \frac{(0,8) * (0,4)}{(0,8) * (0,4) + (0,3) * (0,7) + (0,9) * (0,5)} = \frac{0,32}{0,98} = 0,327$$

- Probabilitas Si Ani terkena alergi karena ada bintik-bintik di wajahnya adalah:

$$p(\text{Alergi} | \text{Bintik2}) = \frac{p(\text{Bintik2} | \text{Alergi}) * p(\text{Alergi})}{p(\text{Bintik2} | \text{Cacar}) * p(\text{Cacar}) + p(\text{Bintik2} | \text{Alergi}) * p(\text{Alergi}) + p(\text{Bintik2} | \text{Jerawat}) * p(\text{Jerawat})}$$

$$p(\text{Alergi} | \text{Bintik2}) = \frac{(0,3) * (0,7)}{(0,8) * (0,4) + (0,3) * (0,7) + (0,9) * (0,5)} = \frac{0,21}{0,98} = 0,214$$

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

◦ Probabilitas Si Ani jerawat karena ada bintik-bintik di wajahnya adalah:

$$p(\text{Jerawat} | \text{Bintik2}) = \frac{p(\text{Bintik2} | \text{Jerawat}) * p(\text{Jerawat})}{p(\text{Bintik2} | \text{Cacar}) * p(\text{Cacar}) + p(\text{Bintik2} | \text{Alergi}) * p(\text{Alergi}) + p(\text{Bintik2} | \text{Jerawat}) * p(\text{Jerawat})}$$

$$p(\text{Jerawat} | \text{Bintik2}) = \frac{(0,9) * (0,5)}{(0,8) * (0,4) + (0,3) * (0,7) + (0,9) * (0,5)} = \frac{0,45}{0,98} = 0,459$$

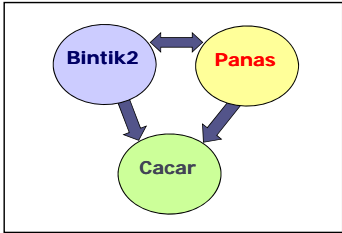
Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

► Jika setelah dilakukan pengujian terhadap hipotesis, muncul satu atau lebih evidence atau observasi baru, maka:

$$p(H | E, e) = p(H | E) * \frac{p(e | E, H)}{p(e | E)}$$

e = evidence lama.  
E = evidence atau observasi baru.  
p(H|E,e) = probabilitas hipotesis H benar jika muncul evidence baru E dari evidence lama e.  
p(H|E) = probabilitas hipotesis H benar jika diberikan evidence E.  
p(e|E,H) = kaitan antara e dan E jika hipotesis H benar.  
p(e|E) = kaitan antara e dan E tanpa memandang hipotesis apapun.

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia



```

graph TD
    Bintik2((Bintik2)) <--> Panas((Panas))
    Bintik2 --> Cacar((Cacar))
    Panas --> Cacar
  
```

- Bintik-bintik di wajah merupakan gejala bahwa seseorang terkena cacar.
- Observasi baru menunjukkan bahwa selain adanya bintik-bintik di wajah, panas badan juga merupakan gejala orang terkena cacar.
- Antara munculnya bintik-bintik di wajah dan panas badan juga memiliki keterkaitan satu sama lain.

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

### Contoh ...

- Si Ani mengalami gejala ada bintik-bintik di wajahnya.
- Dokter menduga bahwa Si Ani terkena cacar dengan probabilitas terkena cacar apabila ada bintik-bintik di wajah,  $p(\text{Cacar} | \text{Bintik2})$ , adalah 0,8.
- Ada observasi bahwa orang yang terkena cacar pasti mengalami panas badan.
- Jika diketahui bahwa:
  - probabilitas orang terkena cacar apabila panas badan,  $p(\text{Cacar} | \text{Panas})$ , adalah 0,5;
  - keterkaitan antara adanya bintik-bintik di wajah dan panas badan apabila seseorang terkena cacar,  $p(\text{Bintik2} | \text{Panas}, \text{Cacar})$ , adalah 0,4;
  - keterkaitan antara adanya bintik-bintik di wajah dan panas badan,  $p(\text{Bintik2} | \text{Panas})$ , adalah 0,6.

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

► maka

$$p(\text{Cacar} | \text{Panas, Bintik2}) = p(\text{Cacar} | \text{Panas}) * \frac{p(\text{Bintik2} | \text{Panas, Cacar})}{p(\text{Bintik2} | \text{Panas})}$$

$$p(\text{Cacar} | \text{Panas, Bintik2}) = 0,5 * \frac{0,4}{0,6} = 0,33$$

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Jaringan Bayes

(a) (b) (c)

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

Atribut	Prob	Keterangan
p(Pengangguran PHK,Gelandangan)	0,95	Keterkaitan antara pengangguran & PHK, jika muncul gelandangan.
p(Pengangguran PHK, -Gelandangan)	0,20	Keterkaitan antara pengangguran & PHK, jika tidak ada gelandangan.
p(Pengangguran -PHK,Gelandangan)	0,75	Keterkaitan antara pengangguran & tidak ada yang diPHK, jika muncul gelandangan.
p(Pengangguran -PHK, -Gelandangan)	0,40	Keterkaitan antara pengangguran & tidak ada yang diPHK, jika tidak ada gelandangan.
p(PHK Krismon)	0,50	Probabilitas orang diPHK jika terjadi krismon.
p(PHK -Krismon)	0,10	Probabilitas orang diPHK jika tidak terjadi krismon.
p(Pengangguran Krismon)	0,90	Probabilitas muncul pengangguran jika terjadi krismon.
p(Pengangguran -Krismon)	0,30	Probabilitas muncul pengangguran jika tidak terjadi krismon.
P(Krismon)	0,80	

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Faktor Kepastian (*Certainty Factor*)

- *Certainty Factor* (CF) menunjukkan ukuran kepastian terhadap suatu fakta atau aturan.
- Notasi Faktor Kepastian:

$$CF[h,e] = MB[h,e] - MD[h,e]$$

dengan:

- CF[h,e] = faktor kepastian
- MB[h,e] = ukuran kepercayaan terhadap hipotesis h, jika diberikan evidence e (antara 0 dan 1).
- MD[h,e] = ukuran ketidakpercayaan terhadap hipotesis h, jika diberikan evidence e (antara 0 dan 1).



Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

### Faktor Kepastian (*Certainty Factor*)

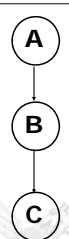
► Ada 3 hal yang mungkin terjadi:



(a)



(b)



(c)

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

### Faktor Kepastian (*Certainty Factor*)

► Beberapa evidence dikombinasikan untuk menentukan CF dari suatu hipotesis (a).

- Jika  $e_1$  dan  $e_2$  adalah observasi, maka:

$$MB[h, e_1 \wedge e_2] = \begin{cases} 0 & MD[h, e_1 \wedge e_2] = 1 \\ MB[h, e_1] + MB[h, e_2] \cdot (1 - MB[h, e_1]) & \text{lainnya} \end{cases}$$

$$MD[h, e_1 \wedge e_2] = \begin{cases} 0 & MB[h, e_1 \wedge e_2] = 1 \\ MD[h, e_1] + MD[h, e_2] \cdot (1 - MD[h, e_1]) & \text{lainnya} \end{cases}$$

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

### Contoh ...

► Si Ani menderita bintik-bintik di wajahnya. Dokter memperkirakan Si Ani terkena cacar dengan kepercayaan,  $MB[Cacar, Bintik2] = 0,80$  dan  $MD[Cacar, Bintik2] = 0,01$ .

► Maka:

$$CF[Cacar, Bintik2] = 0,80 - 0,01 = 0,79.$$

► Jika ada observasi baru bahwa Si Ani juga panas badan dengan kepercayaan,  $MB[Cacar, Panas] = 0,7$  dan  $MD[Cacar, Panas] = 0,08$ :

► Maka:

- $MB[Cacar, Bintik2 \wedge Panas] = 0,8 + 0,7 \cdot (1 - 0,8) = 0,94$
- $MD[Cacar, Bintik2 \wedge Panas] = 0,01 + 0,08 \cdot (1 - 0,01) = 0,0892$
- $CF[Cacar, Bintik2 \wedge Panas] = 0,94 - 0,0892 = 0,8508$

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

► Semula faktor kepercayaan bahwa Si Ani terkena cacar kalau dilihat dari gejala munculnya bintik-bintik di wajah adalah **0,79**.

► Setelah muncul gejala baru yaitu panas badan, maka faktor kepercayaan Si Ani terkena cacar menjadi berubah (lebih besar) yaitu **0,8508**.

## Contoh ..

- ▶ Pada pertengahan tahun 2002, ada indikasi bahwa turunnya devisa Indonesia disebabkan oleh permasalahan TKI di Malaysia. Apabila diketahui:  $MB[DevisaTurun,TKI] = 0,8$  dan  $MD[DevisaTurun,TKI] = 0,3$ ; maka carilah berapa  $CF[DevisaTurun,TKI]$ ?

$$\begin{aligned} CF[DevisaTurun,TKI] &= MB[DevisaTurun,TKI] - \\ MD[DevisaTurun,TKI] &= 0,8 - 0,3 = 0,5. \end{aligned}$$

- ▶ Ternyata pada akhir September 2002, kemarau yang berkepanjangan mengakibatkan gagal panen yang cukup serius, hal ini ternyata juga berdampak pada turunnya ekspor Indonesia. Apabila diketahui:  $MB[DevisaTurun,EksporTurun] = 0,75$  dan  $MD[DevisaTurun,EksporTurun] = 0,1$ ; maka carilah berapa  $CF[DevisaTurun,EksporTurun]$  dan berapa  $CF[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun]$ ?

$$\begin{aligned} CF[DevisaTurun,EksporTurun] &= \\ &= MB[DevisaTurun,EksporTurun] - \\ &= MD[DevisaTurun,EksporTurun] \\ &= 0,75 - 0,1 \\ &= 0,65. \end{aligned}$$

- $MB[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun]$   
 $= MB[DevisaTurun,TKI] +$   
 $MB[DevisaTurun,EksporTurun] * (1 - MB[DevisaTurun,TKI])$   
 $= 0,8 + 0,75 * (1 - 0,8)$   
 $= 0,95$
- $MD[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun]$   
 $= MD[DevisaTurun,TKI] +$   
 $MD[DevisaTurun,EksporTurun] * (1 - MD[DevisaTurun,TKI])$   
 $= 0,3 + 0,1 * (1 - 0,3)$   
 $= 0,37$
- $CF[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun]$   
 $= MB[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun] -$   
 $MD[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun]$   
 $= 0,95 - 0,37$   
 $= 0,58$

- ▶ Isu terorisme di Indonesia pasca peristiwa Bom Bali pada tanggal 12 Oktober 2002 ternyata juga ikut mempengaruhi turunnya devisa Indonesia sebagai akibat berkurangnya wisatawan asing. Apabila diketahui:  $MB[DevisaTurun,BomBali] = 0,5$  dan  $MD[DevisaTurun,BomBali] = 0,3$ ; maka carilah berapa  $CF[DevisaTurun,BomBali]$  dan berapa  $CF[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun \wedge BomBali]$ ?

$$\begin{aligned} CF[DevisaTurun,BomBali] &= \\ &= MB[DevisaTurun,BomBali] - \\ &= MD[DevisaTurun,BomBali] \\ &= 0,5 - 0,3 \\ &= 0,2. \end{aligned}$$

**Jurusan Teknik Informatika**  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

- $MB[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun \wedge BomBali]$   
 $= MB[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun] +$   
 $MB[DevisaTurun,BomBali] * (1-MB[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun])$   
 $= 0,95 + 0,5 * (1-0,95) = 0,975$
- $MD[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun \wedge BomBali]$   
 $= MD[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun] +$   
 $MD[DevisaTurun,BomBali] * (1-MD[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun])$   
 $= 0,37 + 0,3 * (1-0,37) = 0,559$
- $CF[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun \wedge BomBali]$   
 $= MB[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun \wedge BomBali] -$   
 $MD[DevisaTurun,TKI \wedge EksporTurun \wedge BomBali]$   
 $= 0,975 - 0,559 = 0,416$

**Jurusan Teknik Informatika**  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

► **CF dihitung dari kombinasi beberapa hipotesis (b).**

- Jika  $h_1$  dan  $h_2$  adalah hipotesis, maka:

$$MB[h_1 \wedge h_2, e] = \min(MB[h_1, e], MB[h_2, e])$$

$$MB[h_1 \vee h_2, e] = \max(MB[h_1, e], MB[h_2, e])$$

$$MD[h_1 \wedge h_2, e] = \min(MD[h_1, e], MD[h_2, e])$$

$$MD[h_1 \vee h_2, e] = \max(MD[h_1, e], MD[h_2, e])$$

**Jurusan Teknik Informatika**  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Contoh ...

- Si Ani menderita bintik-bintik di wajahnya. Dokter memperkirakan Si Ani terkena cacar dengan kepercayaan,  $MB[Cacar,Bintik2] = 0,80$  dan  $MD[Cacar,Bintik2] = 0,01$ .
- Maka:  
 $CF[Cacar,Bintik2] = 0,80 - 0,01 = 0,79$ .
- Jika observasi tersebut juga memberikan kepercayaan bahwa Si Ani mungkin juga terkena alergi dengan kepercayaan,  $MB[Alergi,Bintik2] = 0,4$  dan  $MD[Alergi,Bintik2] = 0,3$ ;
- Maka:  
 $CF[Alergi,Bintik2] = 0,4 - 0,3 = 0,1$ .
- Untuk mencari  $CF[Cacar \wedge Alergi, Bintik2]$  dapat diperoleh dari:
  - $MB[Cacar \wedge Alergi, Bintik2] = \min(0,8; 0,4) = 0,4$
  - $MD[Cacar \wedge Alergi, Bintik2] = \min(0,01; 0,3) = 0,01$
  - $CF[Cacar \wedge Alergi, Bintik2] = 0,4 - 0,01 = 0,39$
- Untuk mencari  $CF[Cacar \vee Alergi, Bintik2]$  dapat diperoleh dari:
  - $MB[Cacar \vee Alergi, Bintik2] = \max(0,8; 0,4) = 0,8$
  - $MD[Cacar \vee Alergi, Bintik2] = \max(0,01; 0,3) = 0,3$
  - $CF[Cacar \vee Alergi, Bintik2] = 0,8 - 0,3 = 0,5$

**Jurusan Teknik Informatika**  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

- Semula faktor kepercayaan bahwa Si Ani terkena cacar dari gejala munculnya bintik-bintik di wajah adalah 0,79.
- Faktor kepercayaan bahwa Si Ani terkena alergi dari gejala munculnya bintik-bintik di wajah adalah 0,1.
- Dengan adanya gejala yang sama mempengaruhi 2 hipotesis yang berbeda ini, memberikan faktor kepercayaan bahwa:
  - Si Ani menderita cacar dan alergi = 0,39.
  - Si Ani menderita cacar atau alergi = 0,5



Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

- Beberapa aturan saling bergandengan, ketidakpastian dari suatu aturan menjadi input untuk aturan yang lainnya (c), maka:

$$MB[h,s] = MB'[h,s] * \max(0, CF[s,e])$$

dengan  $MB'[h,s]$  adalah ukuran kepercayaan h berdasarkan keyakinan penuh terhadap validitas s.

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Contoh ...

Aturan:

/1/  
IF terjadi PHK  
THEN muncul banyak pengangguran  
( $CF[Pengangguran, PHK] = 0,9$ )

/2/  
IF muncul banyak pengangguran  
THEN muncul banyak gelandangan  
( $MB[Gelandangan, Pengangguran] = 0,7$ )

Maka:  
 $MB[Gelandangan, Pengangguran] = (0,7) * (0,9) = 0,63$

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Teori Dempster-Shafer

- Secara umum Teori Dempster-Shafer ditulis dalam suatu interval:  $[Belief, Plausibility]$
- Belief* (Bel) adalah ukuran kekuatan evidence dalam mendukung suatu himpunan proposisi. Jika bernilai 0 maka mengindikasikan bahwa tidak ada evidence, dan jika bernilai 1 menunjukkan adanya kepastian.
- Plausibility* (Pl) dinotasikan sebagai:  
 $Pl(s) = 1 - Bel(\neg s)$
- Plausibility juga bernilai 0 sampai 1. Jika kita yakin akan  $\neg s$ , maka dapat dikatakan bahwa  $Bel(\neg s) = 1$ , dan  $Pl(\neg s) = 0$ .

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Teori Dempster-Shafer

- Pada teori Dempster-Shafer dikenal adanya *frame of discernment* yang dinotasikan dengan  $\theta$ . Frame ini merupakan semesta pembicaraan dari sekumpulan hipotesis.
- Tujuan kita adalah mengkaitkan ukuran kepercayaan elemen-elemen  $\theta$ .
- Tidak semua evidence secara langsung mendukung tiap-tiap elemen.

## Teori Dempster-Shafer

- ▶ Misalkan:  $\theta = \{A, F, D, B\}$   
dengan:
  - A = Alergi;
  - F = Flu;
  - D = Demam;
  - B = Bronkitis.
- ▶ Sebagai contoh, panas mungkin hanya mendukung  $\{F,D,B\}$ .

## Teori Dempster-Shafer

- ▶ Untuk itu perlu adanya **probabilitas fungsi densitas (m)**.
- ▶ Nilai m tidak hanya mendefinisikan elemen-elemen  $\theta$  saja, namun juga semua subset-nya.
- ▶ Sehingga jika  $\theta$  berisi n elemen, maka subset dari  $\theta$  semuanya berjumlah  $2^n$ .
- ▶ Kita harus menunjukkan bahwa jumlah semua m dalam subset  $\theta$  sama dengan 1.

## Teori Dempster-Shafer

- ▶ Andaikan tidak ada informasi apapun untuk memilih keempat hipotesis tersebut, maka nilai:
 
$$m\{\theta\} = 1,0$$
- ▶ Jika kemudian diketahui bahwa panas merupakan gejala dari flue, demam, dan bronkitis dengan  $m = 0,8$ , maka:
 
$$m\{F,D,B\} = 0,8$$

$$m\{\theta\} = 1 - 0,8 = 0,2$$

## Teori Dempster-Shafer

- ▶ Andaikan diketahui X adalah subset dari  $\theta$ , dengan  $m_1$  sebagai fungsi densitasnya, dan Y juga merupakan subset dari  $\theta$  dengan  $m_2$  sebagai fungsi densitasnya, maka kita dapat membentuk fungsi kombinasi  $m_1$  dan  $m_2$  sebagai  $m_3$ , yaitu:

$$m_3(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m_1(X) \cdot m_2(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m_1(X) \cdot m_2(Y)}$$

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

## Contoh ...

- Si Ani mengalami gejala panas badan. Dari diagnosa dokter, penyakit yang mungkin diderita oleh Si Ani adalah flue, demam, atau bronkitis.
- Gejala-1: panas  
Apabila diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi panas sebagai gejala dari penyakit flue, demam, dan bronkitis adalah:
 
$$m_1\{F,D,B\} = 0,8$$

$$m_1\{\emptyset\} = 1 - 0,8 = 0,2$$
- Sehari kemudian, Si Ani datang lagi dengan gejala yang baru, yaitu hidungnya buntu.

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

- Gejala-2: hidung buntu  
Kemudian diketahui juga nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi terhadap hidung buntu sebagai gejala dari alergi, penyakit flue, dan demam adalah:
 
$$m_2\{A,F,D\} = 0,9$$

$$m_2\{\emptyset\} = 1 - 0,9 = 0,1$$
 $m_3$  dapat dicari:
 

	$\{A,F,D\}$ (0,9)	$\emptyset$ (0,1)
$\{F,D,B\}$ (0,8)	$\{F,D\}$ (0,72)	$\{F,D,B\}$ (0,08)
$\emptyset$ (0,2)	$\{A,F,D\}$ (0,18)	$\emptyset$ (0,02)

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

$$m_3\{F,D\} = \frac{0,72}{1-0} = 0,72$$

$$m_3\{A,F,D\} = \frac{0,18}{1-0} = 0,18$$

$$m_3\{F,D,B\} = \frac{0,08}{1-0} = 0,08$$


$$m_3\{\emptyset\} = \frac{0,02}{1-0} = 0,02$$

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

- Gejala-3: piknik  
Jika diketahui nilai kepercayaan setelah dilakukan observasi terhadap piknik sebagai gejala dari alergi adalah:
 
$$m_4\{A\} = 0,6$$

$$m_4\{\emptyset\} = 1 - 0,6 = 0,4$$
 maka dapat dicari aturan kombinasi dengan nilai kepercayaan  $m_5$ 

	$\{A\}$ (0,6)	$\emptyset$ (0,4)
$\{F,D\}$ (0,72)	$\{A,F,D\}$ (0,432)	$\{F,D\}$ (0,288)
$\{A,F,D\}$ (0,18)	$\{A\}$ (0,108)	$\{A,F,D\}$ (0,072)
$\{F,D,B\}$ (0,08)	$\{A,F,D,B\}$ (0,048)	$\{F,D,B\}$ (0,032)
$\emptyset$ (0,02)	$\{A\}$ (0,012)	$\emptyset$ (0,008)

 **Jurusan Teknik Informatika**  
Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

$$m_5\{A\} = \frac{0,108 + 0,012}{1 - (0,432 + 0,048)} = 0,231$$
$$m_5\{F, D\} = \frac{0,288}{1 - (0,432 + 0,048)} = 0,554$$
$$m_5\{A, F, D\} = \frac{0,072}{1 - (0,432 + 0,048)} = 0,138$$
$$m_5\{F, D, B\} = \frac{0,032}{1 - (0,432 + 0,048)} = 0,062$$
$$m_5\{\theta\} = \frac{0,008}{1 - (0,432 + 0,048)} = 0,015$$
