

Metode Fuzzy

Analisis Keputusan

TIP – FTP – UB

Pokok Bahasan

- Pendahuluan
- Logika Klasik dan Proposisi
- Himpunan Fuzzy
- Logika Fuzzy
- Operasi Fuzzy
- Contoh

Pendahuluan

- Penggunaan istilah samar yang bersifat kualitatif dan tidak jelas sering dilakukan , sehingga memainkan peran penting dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya : dingin, dekat, sekitar jam 3, dll
- Bahkan tindakan manusia yang sangat kompleks dan penting merupakan keputusan yang didasari oleh konsep tersebut. Misalnya : proses kontrol, mengemudi, keputusan bisnis/keuangan, hukum/pengadilan, dll

Pendahuluan

- Untuk membuat model matematis yang mampu mengekspresikan istilah-istilah semantik yang kompleks tersebut → merangsang pengembangan sistem yang lebih cerdas dan membuka kesempatan yang sama sekali baru
 - Tidak tercukupi oleh konsep-konsep dalam matematika dan teknologi klasik
- L. A. Zadeh (1965) → Modifikasi teori himpunan → Himpunan Kabur (Fuzzy Set) → Logika Fuzzy

Logika Klasik

- Himpunan dari nilai-nilai kebenaran yang terdiri dari dua elemen: $\{0, 1\}$
- Memiliki dua operasi biner dasar yaitu : AND dan OR, serta satu operasi unair yaitu : NOT
- Oprerasi logika yang lain adalah : IMPLIKASI, EQUIVALENCE, dan XOR yang dapat dibentuk dari tiga operasi dasar : AND, OR dan NOT

Logika Proposisi

- Proposisi adalah pernyataan yang memiliki nilai kebenaran (BENAR/SALAH)
- Suatu proposisi dapat berupa proposisi tunggal seperti $p_1, p_2, p_3 \dots$, maupun proposisi majemuk (p dan q), (p atau q) atau $\text{not}(p)$ dengan p, q adalah proposisi
- Nilai kebenaran dari suatu proposisi ditentukan dengan memberi nilai kebenaran masing-masing proposisi variabel dan ditentukan dengan formula “dari dalam ke luar” dengan menerapkan operasi-operasi logika

Himpunan Fuzzy

- Ide adanya logika fuzzy adalah untuk mengganti himpunan nilai kebenaran dari $\{0, 1\}$ dengan seluruh nilai pada interval $[0, 1]$
- Sebuah himpunan fuzzy pada semesta X dinyatakan oleh fungsi yang memetakan setiap anggota X dengan derajat keanggotaan pada interval $[0, 1]$. Fungsi tersebut dinamakan fungsi keanggotaan atau fungsi karakteristik
- Himpunan Fuzzy merupakan dasar dalam Logika Fuzzy

Logika Fuzzy

- Fuzzy logic dapat menyamai logika berpikir manusia dalam kondisi informasi yg terbatas dan ketidakpastian untuk mengambil keputusan
- Banyak pengambilan keputusan serta pemecahan masalah terlalu kompleks, sehingga harus didefinisikan secara tepat

Mengapa Perlu Logika Fuzzy?

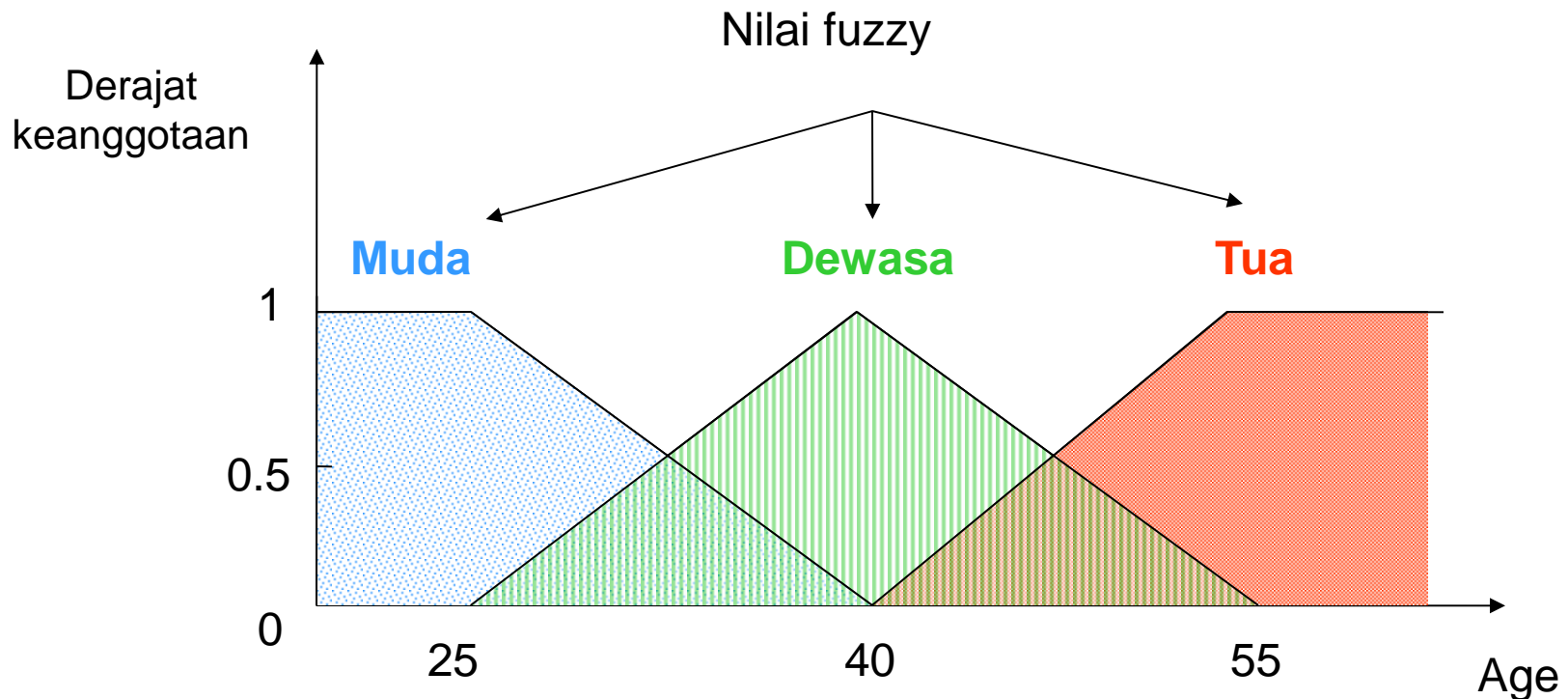
- Perhatikan ilustrasi berikut :
 - Joko tinggi -- seberapa tinggi ?
 - Joko sangat tinggi -- apa yang membedakannya dengan tinggi
- **Bahasa alami** tidak dapat diubah secara absolut dalam “format” 0 dan 1 (0=salah , 1=benar)

Contoh : “Muda”

- Example:
 - Alin berusia 28, 0.8 pada set “Muda”
 - Dyah berusia 35, 0.1 pada set “Muda”
 - Riska berusia 23, 1.0 pada set “Muda”
- PERHATIAN !!!

Konsep berbeda dengan statistik dan probabilitas, nilai *derajat* (value) nya **tidak** mendeskripsikan tentang seberapa besar *probabilitas* sebuah item dalam suatu himpunan, tetapi lebih memberi penjelasan kepada *seberapa besar bagian* dari item dalam sebuah himpunan.

Fungsi Keanggotaan Logika Fuzzy



Operasi Fuzzy

- Union (\cup)
- Intersection (\cap)
- Complement ($_c$)

Union (\cup)

- Fuzzy union (\cup): union dari 2 himpunan fuzzy adalah maximum (MAX) dari masing-masing elemen pada himpunan tersebut.
- Contoh :
 - $A = \{1.0, 0.20, 0.75\}$
 - $B = \{0.2, 0.45, 0.50\}$
 - $A \cup B = \{\text{MAX}(1.0, 0.2), \text{MAX}(0.20, 0.45), \text{MAX}(0.75, 0.50)\}$
 $= \{1.0, 0.45, 0.75\}$

Intersection (\cap)

- Fuzzy intersection (\cap): intersection dari 2 himpunan fuzzy adalah MIN dari masing-masing elemen dari kedua himpunan.
- Contoh :
 - $A \cap B = \{\text{MIN}(1.0, 0.2), \text{MIN}(0.20, 0.45), \text{MIN}(0.75, 0.50)\} = \{0.2, 0.20, 0.50\}$

Complement ($_c$)

- *Complement* dari himpunan fuzzy dengan variabel keanggotaan X adalah $(1-x)$
- Complement ($_c$): *complement* dari himpunan fuzzy tersusun atas complement dari masing-masing elemennya
- Contoh .
 - $A^c = \{1 - 1.0, 1 - 0.2, 1 - 0.75\} = \{0.0, 0.8, 0.25\}$

Relasi pada Fuzzy

- Triples menunjukkan hubungan antar 2 set :
 $(a,b,\#)$: a berhubungan dengan b
dengan nilai #
- Relasi pada fuzzy dapat digambarkan dengan matriks

Matriks Relasi Fuzzy

- Contoh : hubungan antara warna-kematangan pada tomat

$R_1(x, y)$	Mentah	Semi matang	Matang
Hijau	1	0.5	0
Kuning	0.3	1	0.4
Merah	0	0.2	1

Aplikasi Logika Fuzzy (1)

- Logika fuzzy digunakan dalam banyak aplikasi
- Sebagian besar aplikasi dari sebuah logika fuzzy digunakan berdasarkan logic system untuk kepentingan pengambilan keputusan (decision support systems)

Aplikasi Logika Fuzzy (2)

- Logika Fuzzy untuk Sistem Pengaturan Suhu Ruangan
 - Untuk menentukan suhu dalam suatu ruangan, kita dapat menentukannya menggunakan Logika Fuzzy. Aturan dalam kontrol, mudah didefinisikan menggunakan kata-kata misalkan :
 - jika suhu dalam suatu ruangan dingin maka naikan suhu penghangat.
 - jika suhu dalam suatu ruangan panas maka naikan suhu pendingin

Aplikasi Logika Fuzzy (3)

- Logika Fuzzy untuk Sistem Pengaturan Lampu Lalu lintas
 - Untuk kepadatan jumlah kendaraan adalah Tidak Padat (TP), Kurang Padat (KP), Cukup Padat (CP), Padat (P) dan Sangat Padat (SP).
 - Sedangkan untuk lama nyala lampu adalah Cepat (C), Agak Cepat (AC), Sedang (S), Agak Lama (AL) dan Lama (L)

Aplikasi Logika Fuzzy (4)

- Jelas istilah-istilah tersebut dapat menimbulkan makna ganda (*ambiguity*) dalam pengertiannya.
- Logika Fuzzy dapat mengubah makna ganda tersebut ke dalam model matematis, sehingga dapat diproses lebih lanjut untuk dapat diterapkan dalam sistem kendali.
- Logika bahasa dapat diwakili oleh sebuah daerah yang mempunyai jangkauan tertentu yang menunjukkan derajat keanggotaannya (fungsi keanggotaan)

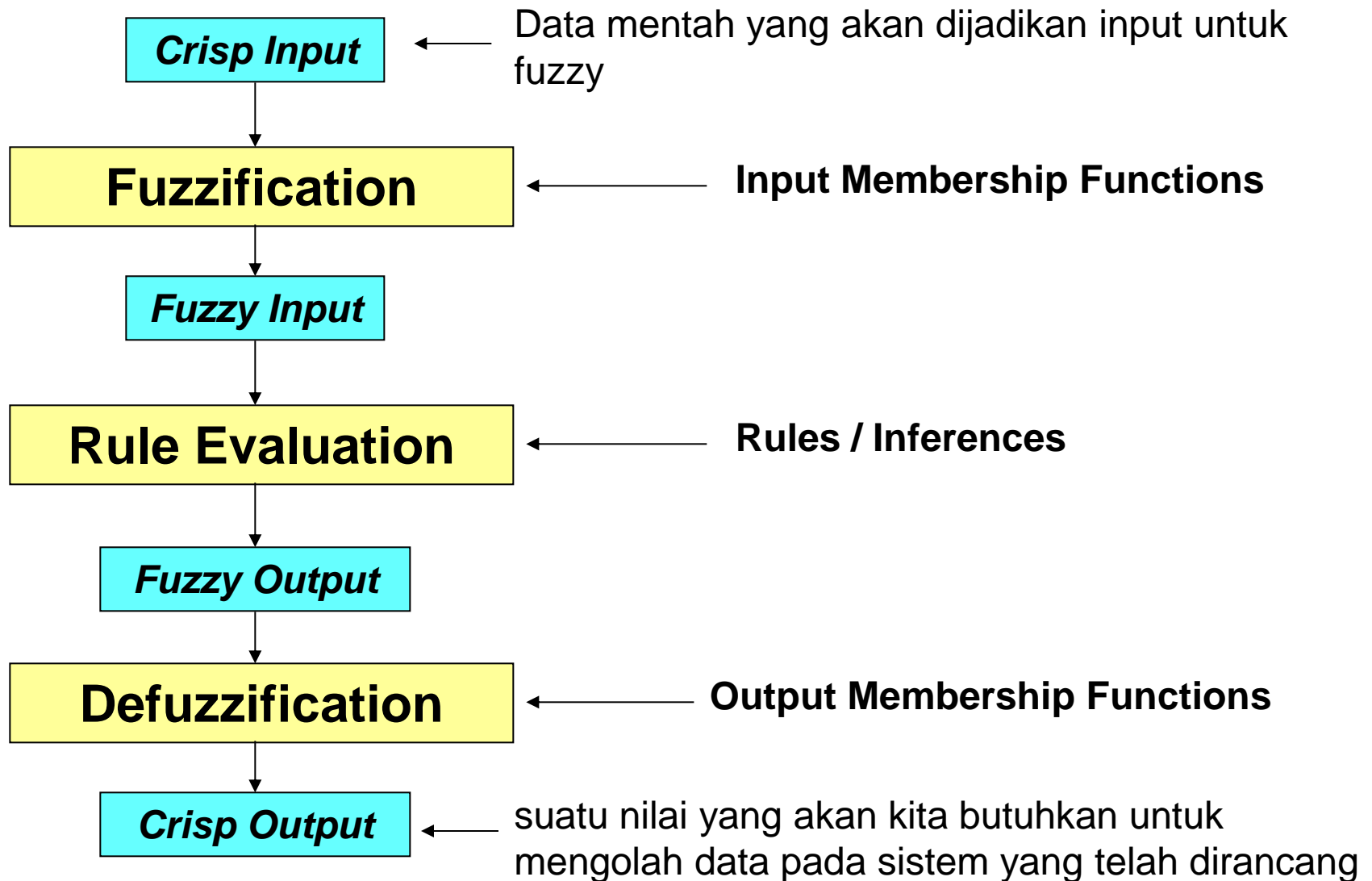
Membership Functions

(Fungsi-fungsi keanggotaan)

- Di dalam sistem fuzzy, fungsi keanggotaan memainkan peranan yang sangat penting untuk merepresentasikan masalah dan menghasilkan keputusan yang akurat.
- Terdapat banyak sekali fungsi keanggotaan yang bisa digunakan, diantaranya:
 - Fungsi sigmoid
 - Fungsi phi
 - Fungsi segitiga
 - Fungsi trapesium

Proses Sistem Fuzzy

- Dalam sistem fuzzy, komponennya terbagi menjadi 3 subproses, yaitu
 - Fuzzification
 - Inference
 - Defuzzification



Fuzzification

- Fuzzification: mengubah masukan-masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti (crisp input) ke dalam bentuk fuzzy input.

Inference

- Inference: melakukan penalaran menggunakan fuzzy input dan fuzzy rules yang telah ditentukan, sehingga menghasilkan fuzzy output.
- Secara sintaks, suatu fuzzy rule (aturan fuzzy) dituliskan sebagai:
 - IF antecedent THEN consequent
- Terdapat dua model aturan fuzzy yang digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi, yaitu:
 - Model Mamdani
 - Model Sugeno

Contoh Rule

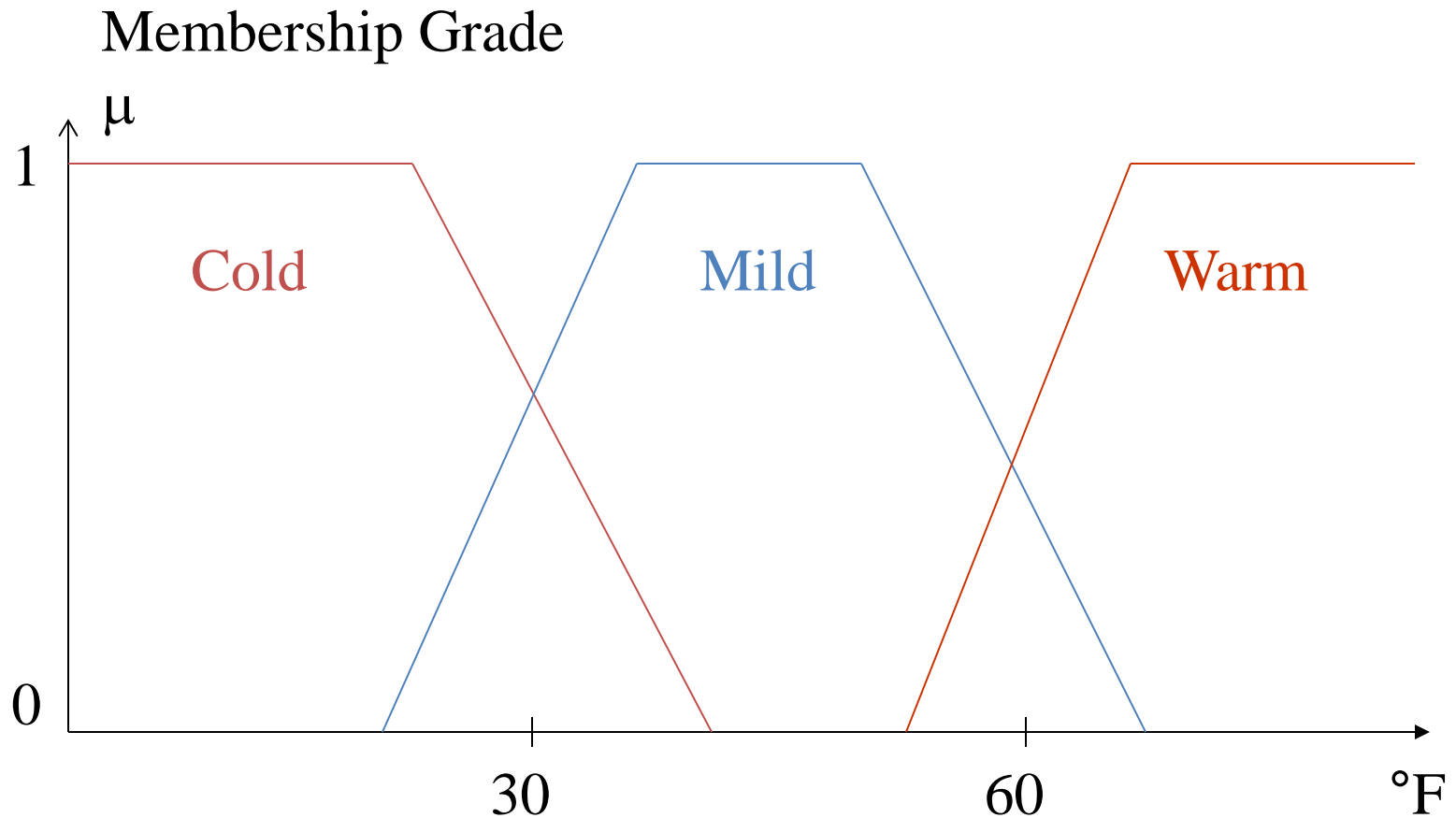
- IF x adl rendah AND y adl tinggi THEN z = medium
 - x dan y : variabel input yang didapat dari user
 - z : variabel output
 - rendah : fungsi keanggotaan untuk x
 - tinggi : fungsi keanggotaan untuk y
 - medium : fungsi keanggotaan untuk z

Defuzzification

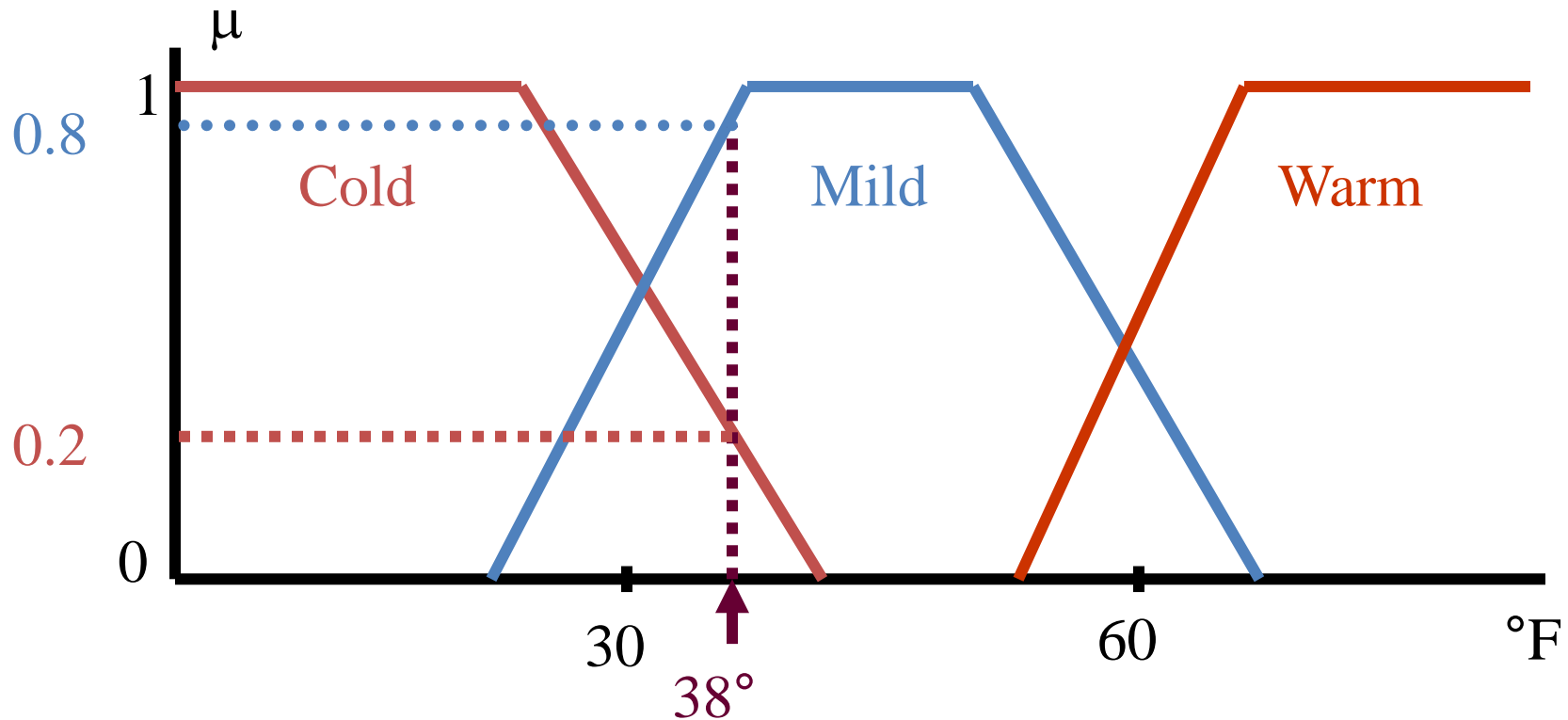
- Defuzzification: mengubah fuzzy output menjadi crisp value berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan.
- Terdapat berbagai metode defuzzification yang telah berhasil diaplikasikan untuk berbagai macam masalah, diantaranya, yaitu:
 - Centroid method
 - Height method
 - First (or Last) of Maxima
 - Mean-Max method
 - Weighted Average

Contoh:

Pengaturan Suhu Ruangan Otomatis



Fuzzification



$k = 38^\circ\text{F}$, $\text{cold}(k) = 0.2$, $\text{mild}(k) = 0.8$, $\text{warm}(k) = 0$

0.2 dan 0.8 adalah nilai keanggotaan(k) dari 38°F pada himpunan cold dan mild

Fuzzy Rule Base

If Temp is **cold** then system is **40°**

If Temp is **mild** then system is **70°**

If Temp is **warm** then system is **80°**

Defuzzification

$$\text{Output} = (40^{\circ} \times 0,2 + 70^{\circ} \times 0,8 + 80^{\circ} \times 0) \div (0,2 + 0,8 + 0)$$

$$\text{Output} = 64^{\circ}$$