

Praktikum Komputasi Statistika I

Pertemuan 3

Simulasi Monte Carlo

Jika sebuah sistem mengandung unsur yang menunjukkan adanya peluang dalam perilaku mereka, maka simulasi metode *Monte Carlo* (*Monte Carlo method*) mungkin dapat diterapkan. Dasar simulasi *Monte Carlo* adalah percobaan pada unsur peluang (atau bersifat probabilistik) dengan menggunakan pengambilan sampel secara acak. Jadi, metode *Monte Carlo* adalah sebuah teknik simulasi yang menggunakan unsur acak ketika terdapat peluang dalam perilakunya. Simulasi *Monte Carlo* banyak digunakan untuk meramalkan banyaknya permintaan selama beberapa hari kedepan dengan syarat kita mengetahui besarnya frekuensi (banyaknya hari) suatu banyaknya permintaan. Contohnya, kita ingin meramalkan banyaknya permintaan ban radial pada sebuah bengkel X selama 10 hari kedepan. Kita memiliki tabel banyaknya permintaan harian ban radial pada bengkel X selama 200 hari sebagai berikut

| Banyaknya Permintaan | Frekuensi (Banyaknya Hari) |
|----------------------|----------------------------|
| 0 | 10 |
| 1 | 20 |
| 2 | 40 |
| 3 | 60 |
| 4 | 40 |
| 5 | 30 |

Karena data besarnya frekuensi (banyaknya hari) setiap banyaknya permintaan yang digunakan pasti hanyalah sebagian kecil dari sekian banyak permintaan, maka data tersebut adalah data sampel, bukan data populasi. Dari data sampel, dapat dibangun distribusi empiris sehingga kita bisa membangun *empirical probability density function* dan *empirical cumulative density function* dari data besarnya frekuensi (banyaknya hari) setiap banyaknya permintaan. Kita dapat menghitung besarnya *empirical probability density function* pada suatu banyaknya permintaan (B) dengan

$$P(B) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_x(B)$$

dengan

$$I_x(B) = \begin{cases} 1, & x \in B \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

dimana $I_x(B)$ adalah distribusi yang terkonsentrasi pada titik (hari ke) x . Misalkan, kita ingin menghitung besarnya *empirical PDF* permintaan satu ban pada data banyaknya permintaan harian ban radial pada bengkel X selama 200 hari. Kita menghitungnya seperti perhitungan di bawah ini.

$$\sum_{i=1}^n I_x(B) = 20$$

$$P(B) = \frac{1}{200} \sum_{i=1}^n I_x(B) = \frac{1}{200} (20) = 0.1$$

dimana B adalah kejadian dimana banyaknya permintaan ban radial adalah 1.

Dengan menghitung *empirical PDF*, kita juga dapat menghitung *empirical CDF* dari suatu banyaknya permintaan. Cara menghitungnya cukup mudah, yaitu dengan menjumlahkan *empirical PDF* dari banyaknya permintaan tersebut dengan seluruh *empirical PDF* banyaknya permintaan sebelumnya. Dengan tabel banyaknya permintaan harian ban radial pada bengkel X selama 200 hari, kita mendapatkan *empirical pdf* dan *empirical cdf* sebagai berikut

| Banyaknya Permintaan | Frekuensi (Banyaknya Hari) | <i>Empirical Probability Density Function</i> | <i>Empirical Cumulative Density Function</i> |
|----------------------|----------------------------|---|--|
| 0 | 10 | 0.05 | 0.05 |
| 1 | 20 | 0.1 | 0.15 |
| 2 | 40 | 0.2 | 0.35 |
| 3 | 60 | 0.3 | 0.65 |
| 4 | 40 | 0.2 | 0.85 |
| 5 | 30 | 0.15 | 1.0 |

Dari *empirical CDF* yang telah kita hitung, kita menentukan interval bilangan random dari masing-masing banyaknya permintaan. Jika menggunakan contoh tabel permintaan ban, karena *empirical cdf* dari tidak ada permintaan ban adalah 0.05, maka interval bilangan random dari tidak ada permintaan ban adalah 0 sampai 0.05 dan karena *empirical cdf* dari permintaan 1 ban adalah 0.15, maka interval bilangan random dari permintaan 1 ban adalah 0.05 sampai 0.15.

Langkah berikutnya adalah mengambil bilangan random dengan interval 0 sampai 1 sebanyak banyaknya hari ke depan yang diharapkan. Karena pada contoh tadi kita ingin meramalkan banyaknya permintaan ban radial pada bengkel X selama 10 hari kedepan, maka kita merandom sebanyak 10 bilangan.

Nilai Random: 0.64 0.99 0.66 0.71 0.54 0.59 0.29 0.15 0.96 0.9

Setelah memperoleh beberapa bilangan random sesuai banyaknya hari ke depan yang diharapkan, kita mengecek bilangan random yang kita peroleh masuk ke interval bilangan random banyaknya permintaan ban yang mana. Misal, jika kita menggunakan contoh tadi, kita memperoleh bilangan random untuk hari pertama 0.64. Bilangan random tersebut masuk ke interval bilangan random 0.35 sampai 0.65 yang dimiliki oleh permintaan 3 ban. Oleh karena itu, kita bisa mengatakan bahwa pada hari pertama, banyaknya permintaan ban radial pada bengkel X adalah 3 ban radial. Kita bisa membuat tabel untuk permintaan ban radial pada bengkel X selama 10 hari kedepan sebagai berikut

| Hari | Banyaknya Permintaan |
|------|----------------------|
| 1 | 3 |
| 2 | 5 |
| 3 | 4 |
| 4 | 4 |
| 5 | 3 |
| 6 | 3 |
| 7 | 2 |
| 8 | 1 |
| 9 | 5 |
| 10 | 5 |

Berikut adalah syntax dari simulasi *Monte Carlo* di atas.

```
simulasi.mc=function(x,y,n){
#menghitung pdf dan cdf banyaknya permintaan
pdf=y/sum(y)
cdf=NULL
cdf[1]=pdf[1]
for(i in 2:length(y)){
  cdf[i]=cdf[i-1]+pdf[i]
}
#mencetak pdf dan cdf banyaknya permintaan
tabel1=data.frame(permintaan=x,freq=y,pdf,cdf)
print(tabel1)
#merandom bilangan sebanyak n
random=runif(n)
cat("\n")
cat("Nilai Random: ", round(random,2),"\n")
#membandingkan bilangan random dengan interval
bilangan random
kesimpulan=NULL
cat("\n")
for(i in 1:n){
  if(round(random,2)[i]<=0.05){
    kesimpulan[i]=0
  }
  else if(round(random,2)[i]<=0.15){
    kesimpulan[i]=1
  }
  else if(round(random,2)[i]<=0.35){
    kesimpulan[i]=2
  }
  else if(round(random,2)[i]<=0.65){
    kesimpulan[i]=3
  }
  else if(round(random,2)[i]<=0.85){
    kesimpulan[i]=4
  }
  else {
    kesimpulan[i]=5
  }
}
#mencetak tabel ramalan banyaknya permintaan
tabel2=data.frame(Hari=c(1:n),Ban=kesimpulan)
print(tabel2)
}
permintaan=c("0","1","2","3","4","5")
```

```
freq=c(10,20,40,60,40,30)
n=10
simulasi.mc(permintaan,freq,10)
```

```
>  simulasi.mc(x,y,10)
    permintaan freq pdf  cdf
1           0   10 0.05 0.05
2           1   20 0.10 0.15
3           2   40 0.20 0.35
4           3   60 0.30 0.65
5           4   40 0.20 0.85
6           5   30 0.15 1.00
```

```
Nilai Random:  0.64 0.99 0.66 0.71 0.54 0.59 0.29 0.15 0.96 0.9
```

```
      Hari Ban
1       1   3
2       2   5
3       3   4
4       4   4
5       5   3
6       6   3
7       7   2
8       8   1
9       9   5
10      10   5
```