

## METODE ANALISIS PERENCANAAN 2

Materi 1 : TPL 311

Oleh : Ken Martina Kasikoen

# Model Gravitasi

Model gravitasi adalah model yang paling sering digunakan dalam studi-studi perencanaan dan transportasi, karenanya prinsip-prinsip dasarnya sangat penting untuk dimengerti.

## 8.1. Sejarah Model Gravitasi

Model gravitasi dikembangkan dari ilmu fisika, yaitu hukum Gravitasi Newton yang kemudian diterapkan dalam ilmu sosial.

Pernyataan Newton :

*Dua benda di alam saling menarik satu sama lain, dalam proporsi produk dari massanya, dan berbalikan dengan kuadrat jarak kedua benda tersebut.*

Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$F = \frac{GM_1M_2}{D^2} \dots\dots(1)$$

Dimana :

- F*** = Gaya tarik menarik suatu massa (benda) terhadap massa (benda) yang lain
- M<sub>1</sub> dan M<sub>2</sub>*** = Massa atau ukuran kedua benda tersebut
- D*** = Jarak antara kedua benda
- G*** = konstanta, yaitu kekuatan gravitasi

Aplikasi Konsep gravitasi dalam sistem perkotaan :

- a. kekuatan daya tarik dua benda diinterpretasikan sebagai sejumlah interaksi antar dua daerah
- b. massa benda diukur dalam bentuk ukuran (size) atau daya tarik daerah

Versi sederhana dari model gravitasi ini ditulis secara matematis sebagai berikut :

$$I_{ij} = G \frac{P_i P_j}{d_{ij}^b} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- $I_{ij}$  = interaksi antara daerah  $i$  dan  $j$
- $P_i$  dan  $P_j$  = ukuran dari daerah  $i$  dan  $j$
- $d_{ij}$  = Jarak antara kedua benda
- $b$  = suatu kekuatan atau eksponen yang diterapkan pada jarak antara daerah-daerah tersebut
- $G$  = suatu konstanta yang ekuivalen dengan konstanta gravitasi, yang ditentukan secara empiris, dan digunakan untuk menghubungkan hubungan dengan kondisi nyata

**Contoh Soal :**

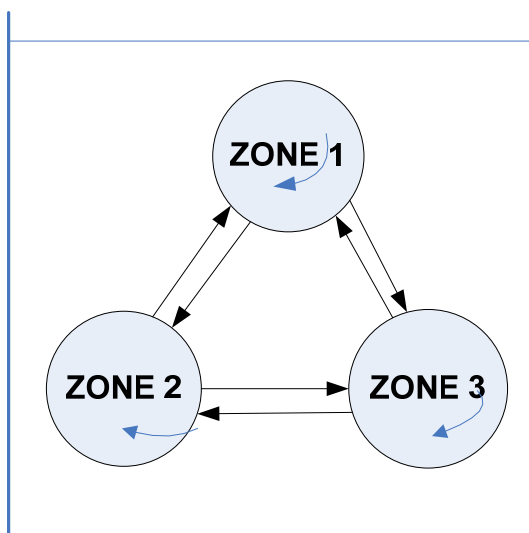
**Diketahui :**

Dalam suatu kota P (hipotetis) terdapat 3 zona.

Jumlah penduduk kota P = 25.000

Jumlah total trips (perjalanan) yang dilakukan oleh penduduk kota tersebut adalah T = 75.000

**KOTA P :**



Interaksi antara ketiga zone tsb dapat digambarkan dalam bentuk jumlah trip yang dibuat antara tiap-tiap pasangan zone, misal antara :

zone 1 dan zone 2  
zone 1 dan zone 3  
zone 2 dan zone 1  
zone 2 dan zone 3  
zone 3 dan zone 1  
zone 3 dan zone 2

dan perjalanan(trip) internal dalam zone, yaitu baik asal maupun tujuan pada zone tsb, yang digambarkan dalam bentuk panah.

Model gravitasi menganggap bahwa sejumlah interaksi di antara 2 (dua) daerah secara langsung ditentukan oleh daya tarik atau ukuran daerah dan berbanding terbalik dengan jarak di antara keduanya.

Bila dianggap efek jarak pada saat interaksi diabaikan, maka volume trip (perjalanan) dari suatu zone i ke zone j akan secara langsung proporsional dengan kemungkinan suatu trip yang sesuai dengan tujuan ke zone j.

Daya tarik relative zone j (dalam bentuk populasi dari zone lain untuk melakukan trips ke zone j) akan sama dengan populasi zone j (yaitu  $P_j$ ) dibagi dengan populasi total dari kota tersebut (P).

Maka **proporsi perjalanan (daya tarik)** dari suatu zone yang mempunyai tujuan ke zone j akan sama dengan rasio

$$\frac{P_j}{P} \dots\dots(3)$$

Untuk contoh soal di atas, bila jumlah penduduk zone 3 =  $P_3 = 10.000$  dibandingkan dengan total penduduk kota =  $P = 25.000$ , maka proporsi perjalanan yang dibuat seorang individu dari zone lain ke zone 3 adalah :

$$\frac{P_3}{P} = 10.000/25.000 = 0,4 = 40\%.$$

Setelah menghitung *proporsi perjalanan* yang pergi ke zone j, maka akan mudah menghitung *jumlah perjalanan sebenarnya* yang terlibat.

Rata-rata jumlah perjalanan yang dibuat oleh setiap individu (disebut **K**), pada daerah (region) adalah  $T/P = K \dots\dots$ (rumus ke 4) maka jumlah actual (kenyataan) perjalanan yang menuju zone j yang dilakukan oleh individu yang tinggal di zone i adalah

$$K \left( \frac{P_j}{P} \right) \dots\dots\dots(5)$$

Bila ada  $P_i$  individu yang tinggal di zone  $i$ , maka total jumlah perjalanan yang dibuat individu (di zone  $i$ ) ke zone  $j$  adalah  $P_i$  kali jumlah trips yang dibuat individu, jadi

$$T_{ij} = K \frac{P_i P_j}{P} \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

$T_{ij}$  = jumlah total perjalanan yang dibuat individu yang tinggal di zone  $i$  menuju ke zone  $j$ .

Untuk contoh di atas,  $K = T/P = 75000/25000 = 3$

Jika  $P_i = 6000$  (dalam soal ini asal  $i =$  zone 1 dan tujuan  $j =$  zone 3

Hasilnya :

$$T_{13} = 3x \frac{6.000x10.000}{25.000} = 72.000$$

**Hitung total perjalanan dari :**

- zone 1 ke zone 2
- zone 2 ke zone 3

$$T_{12} = 3x \frac{6.000x9000}{25.000} = \dots\dots\dots$$

$$T_{23} = 3x \frac{9.000x10.000}{25.000} = \dots\dots\dots$$

Jelaslah hipotesa interaksi di atas adalah suatu penyederhanaan, karena asumsi bahwa jarak atau biaya tidak memberi dampak pada kelakuan pembuatan perjalanan (trip making). Padahal pada model gravitasi, apabila jarak antara kedua zone ( $i$  dan  $j$ ) bertambah, maka jumlah interaksi antara zone-zone tsb menurun.

**Menganggap dampak dari jarak, daya tarik zone  $j$  akan perjalanan dari zone-zone lain terlihat proporsional dengan ukuran penduduk di  $j$  .... $P_j$  relatif terhadap total penduduk pada kota tsb.**

Makin besar proporsi penduduk yang tinggal di zone j, makin besar perjalanan yang berakhir di j.

Bagaimanapun efek jarak terhadap interaksi dapat meniadakan ukuran atau daya tarik suatu zone.

Jumlah interaksi antara zoe i dan zone j akan berkurang apabila jarak meningkat, maka daya tarik zone j dari rumus ...(3) berubah menjadi

$$\frac{P_j/P}{d_{ij}} \dots\dots(7)$$

Dimana  $d_{ij}$  = jarak antara i dan j

Oleh karena menurut Isard (1960), Carol dan Bevis (1957) bahwa efek jarak terhadap interaksi tidaklah sama, jarak yang panjang memberi *efek penolakan* yang lebih proporsional dibandingkan jarak yang pendek, maka rumus (7) menjadi

$$\frac{P_j/P}{d_{ij}^b} \dots\dots\dots(8)$$

Dimana  $b$  adalah suatu eksponen yang merupakan “*power of distance*”

Maka rumus (8) dapat disubstitusikan ke rumus (6) untuk mendefinisi ulang interaksi antara zone i dan zone j sebagai berikut :

$$T_{ij} = \frac{K \frac{P_i P_j}{P}}{d_{ij}^b} \dots\dots\dots(9)$$

Persamaan ini dapat disederhanakan karena, pada setiap area yang diberikan, K dan P keduanya adalah konstan, yang dapat ditulis dengan G , jadi  $G=K/P$ , maka didapat

$$T_{ij} = G \frac{P_i P_j}{d_{ij}^b} \dots\dots\dots(10)$$

**Contoh soal :**

Bila diketahui jumlah penduduk kota i = 10.000 kota j = 15.000

Jarak dari i ke j = 60 km, dan nilai  $G = 3$ , berapakah Total perjalanan dari i ke j?

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Oppenheim, "*Applied Models in Urban and Regional Analysis*", First Edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1980, ISBN No. 0-13-041467-0
2. Warpani, Suwardjoko, "*Analisis Kota dan Daerah*", Edisi ketiga, Penerbit ITB, Bandung, 1984, ISBN No. 979-8591-49-6