

ESTIMASI DISTRIBUSI PERJALANAN KERETA API PENUMPANG JARAK JAUH TAHUN 2017 DENGAN KONSEP NEWTON

Joko Riyono ¹, Christina Eni Pudjiastuti ²

Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti ^{1,2}
jokoriyono@yahoo.com ¹
enimesin@gmail.com ²

Abstrak

Indonesia sebagai salah satu negara dengan jumlah penduduk nomor empat terbesar di dunia, saat ini tengah disibukkan dengan penataan dan pembangunan kota-kotanya. Semakin padatnya arus lalu lintas serta terbatasnya alat transportasi massal yang ada di beberapa kota yang ada di Indonesia khususnya dari Ibukota Jakarta keberbagai ibukota propinsi yang ada di pulau Jawa seperti Bandung, Semarang, Jogjakarta, Solo, Malang, dan Surabaya membuat pemerintah mencoba memberikan alternatif transportasi darat yang lain yaitu kereta api sebagai alat transportasi massal kepada masyarakat. Oleh karena itu perencanaan jumlah perjalanan dari Jakarta ke salah satu kota diatas atau sebaliknya amatlah penting dilakukan. Perencanaan tersebut memerlukan pengetahuan tentang jumlah perjalanan dengan Kereta Api yang dilakukan oleh penduduk dari kota yang dituju dan waktu tempuh. Dalam Ilmu Fisika mengenai Konsep Gravitasi Newton jumlah penduduk dan waktu tempuh merupakan masalah yang telah dikembangkan dengan menganalogikan jumlah perjalanan dari satu tempat- *i* ke tempat-*j* dengan pengasumsian biaya perjalanan tetap. Penelitian ini mencoba membuat modifikasi distribusi perjalanan penduduk dengan Kereta Api dari Jakarta ke beberapa kota lain menggunakan Model Gravitasi Voorhees dengan mempertimbangkan tingkat pertumbuhan penduduk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa estimasi pada tahun 2017 jumlah penduduk Jakarta yang melakukan perjalanan ke Bandung dengan menggunakan Kereta Api/hari paling banyak yaitu 64 % disusul Jogjakarta, Semarang, Surabaya, Malang dan terakhir Surakarta, hasil ini terkait erat dengan pengestimasian jumlah penduduk sehingga agar diperoleh hasil optimal diperlukan data yang akurat.

Kata Kunci: : *Alat Transportasi Massal, Tingkat Pertumbuhan Penduduk, Konsep Gravitasi Newton, Model Gravitasi Voorhees*

1. Pendahuluan

Jumlah penduduk di Indonesia khususnya di Ibukota Propinsi Jakarta dan beberapa kota besar seperti Bandung, Semarang, Jogjakarta, Solo, Malang, dan Surabaya setiap tahun bertambah, baik karena kelahiran dan kematian penduduk ataupun perpindahan penduduk. Semakin banyak penduduk maka mobilitas mereka untuk berpergian dari satu kota ke kota yang lain tentunya semakin tinggi pula. Oleh karena alasan tersebut maka sarana dan prasarana perjalanan tentulah menjadi hal yang sangat penting. Pemerintah Indonesia telah berupaya semaksimal mungkin menyediakan sarana dan prasarana transportasi massal untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Salah satu transportasi massal untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang kini menjadi perhatian pemerintah adalah Transportasi kereta api, dengan banyak pertimbangan alat transportas ini merupakan alat transportasi massal yang sangat ekonomis dari segi bahan bakar dan jumlah penumpang yang dapat di angkut. Tetapi dengan keterbatasan sarana jalan kereta, jumlah kereta yang ada, maka diperlukan pengaturan jadwal dan jumlah kereta

yang beroperasi. **Iriyanto**, 2005 berhasil membuat suatu perencanaan jumlah penerbangan atau perjalanan angkutan udara dari Medan ke berbagai kota di Indonesia menggunakan Model Gravitasi. **Riyono**, 2014 membuat modifikasi distribusi perjalanan penduduk dengan Kereta Api dari Jakarta ke beberapa kota lain menggunakan Model Gravitasi Voorhees tanpa memperhitungkan tingkat pertumbuhan penduduk. Pada penelitian ini akan digunakan Model Gravitasi Voorhees untuk membuat modifikasi distribusi perjalanan kereta api dari Ibukota Jakarta keberbagai ibukota propinsi yang ada di pulau Jawa seperti Bandung, Semarang, Jogjakarta, Solo, Malang, dan Surabaya dengan mempertimbangkan tingkat pertumbuhan penduduk, sedemikian hingga dengan diketahuinya distribusi perjalanan kereta api dari Jakarta ke berbagai kota tersebut maka diharapkan dapat derencanakan pengaturan jumlah perjalanan keberbagai kota di atas dengan tepat dan ekonomis.

2. Metode

Metode yang digunakan dalam pengumpulan data kuantitatif mengenai jumlah penduduk di beberapa kota besar yang ada dalam tulisan ini merupakan

hasil studi literatur, data penulis peroleh memanfaatkan dari beberapa laman website Badan Pusat Statistik mengenai hasil sensus jumlah penduduk dengan pertimbangan hasil sensus ini dapat dipercaya kebenarannya.

2.1 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data jumlah penduduk di beberapa kota yang penulis jadikan sampel dalam tulisan ini dan nantinya akan dipakai dalam analisis diperoleh berdasarkan studi literatur dari beberapa laman website Badan Pusat Statistik memanfaatkan arsip mengenai hasil sensus jumlah penduduk. Menyesuaikan jalur perjalanan Kereta Api Penumpang Jarak Jauh yang ada saat ini maka penulis mengambil sampel untuk kota Jakarta, Bandung, Yogyakarta, Semarang, Surakarta, Malang, dan Surabaya.

2.2 Metode Analisis Data

Dari hukum Gravitasi yang telah dikemukakan oleh Sir Isaac Newton yaitu bahwa gaya tarik menarik antara dua benda berbanding senilai terhadap perkalian antara massa kedua benda dan berbanding tak senilai dengan jarak diantara pusat massa kedua benda. Secara matematik dinyatakan dalam persamaan [1]:

$$F_{ij} = \frac{g m_i m_j}{d_{ij}^2}$$

Dengan ;

F_{ij} = Gaya tarik antara kedua benda i dan j

m_k = Massa benda k

d_{ij} = Jarak antara pusat massa benda i dengan benda j.

g = konstanta proposional

Model distribusi perjalanan diperoleh dengan memodifikasi model Gravitasi dalam membuat estimasi distribusi perjalanan. Dibatasi pendekatan model gravitasi yang diturunkan dengan memperhatikan aspek-aspek tertentu dari masalah distribusi perjalanan itu sendiri.

Masalah dasar yang menjadi pijakan model Gravitasi adalah bagaimana mengestimasi jumlah perjalanan dari tempat- i ke tempat- j dengan memenuhi dua kondisi berikut [1]:

1. Jumlah total perjalanan yang masuk ke tempat i harus sama dengan jumlah perjalanan yang diramalkan berasal dari tempat -i.

$$\sum_{j=1}^n d_{ij}^p = o_i^p$$

2. Jumlah total perjalanan yang berakhir di Tempat- j harus sama dengan jumlah Perjalanan yang diramalkan dalam tahap Pembangkitan perjalanan yaitu:

$$\sum_{i=1}^n d_{ij}^p = a_j^p$$

d_{ij}^p = banyaknya perjalanan dengan maksud p dari tempat -i ke tempat- j.

Bentuk Model Gravitasi untuk perjalanan telah dirumuskan oleh Alan M. Voorhees sebagai berikut [1]:

$$d_{ij}^p = \frac{o_i^p a_j^p}{\sum_{k=1}^n c_{ik}^p}$$

Dengan ;

d_{ij}^p = Perjalanan persatuan waktu dengan

Maksud p dari tempat i ke tempat j.

o_i^p = Perjalanan persatuan waktu dengan

Maksud p yang berasal dari tempat i

a_j^p = Daya tarik tempat j untuk perjalanan

Dengan maksud p.

c_{ij} = Biaya perjalanan atau jarak perjalanan atau waktu perjalanan dari tempat i ke tempat j

b = eksponen jarak yang digunakan model

n = Jumlah tempat yang diamati

Nilai komponen a_j^p dan b oleh Voorhees diberikan berdasarkan berbagai maksud seperti disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 1: Nilai Komponen a_j^p dan b :

Maksud Perjalanan: p	Komponen Daya Tarik a_j^p	Komponen Eksponen Jarak b
1. Bekerja	Jumlah orang yang bekerja	0,5
2. Sosial	Satuan satuan Kelompok	3
3. Berbelanja Kebutuhan Utama Kebutuhan untuk kenyamanan	Luas Lantai Komersial	2
4. Bisnis	Luas Lantai Komersial	3
5. Rekreasi	Luas Lantai	2
6. Lain lain		2

Sumber: Iriyanto, 2005.

3. Hasil dan Pembahasan

Sesuai dengan Model Modifikasi Distribusi Perjalanan Alan M. Voorhees diatas, dimana membutuhkan input mengenai:

3.1. Jumlah Penduduk.

Berikut penulis sajikan mengenai jumlah penduduk untuk kota-kota Jakarta, Bandung, Semarang, Solo, Surabaya, Yogyakarta, dan Malang beserta estimasinya.

Tabel 2: Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk menurut Kota (ribu).

Kota	2010	2014	2015
Jakarta	9.607,787	10.075,3	10.177,9

Bandung	5.617,214	5.941,195	6.015,583
Surakarta	500,21	510,007	512,23
Semarang	2.492,71	2.660,556	2.702
Malang	3.274,198	3.373,06	3.395,613
Jogyakarta	6.914,982	7.316,292	7.866,681
Surabaya	2.771,615	2.833,924	2.848,583

Sumber: <http://www.bps.go.id> ,2016:2

Tabel 3: Laju Pertumbuhan Penduduk (%)

Kota	2010 -2015	2014 -2015	Rata rata /thn
Jakarta	5,9	1,01	1,15
Bandung	7,09	1,25	1,39
Surakarta	0,48	0,08	0,09
Semarang	8,4	1,56	1,66
Malang	3,7	0,6	0,72
Jogyakarta	13,8	7,5	3,55
Surabaya	2,78	0,52	0,55

Sumber: <http://www.bps.go.id> ,2016:2

Dari Tabel diatas diperoleh estimasi jumlah penduduk untuk tahun berikutnya seperti disajikan dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4: Estimasi Jumlah Penduduk (ribu)

Kota	2016	2017
Jakarta	10.294,946	10.413,338
Bandung	6.099,200	6.183,979
Surakarta	512,691	513,152
Semarang	2.746,853	2.792,450
Malang	3.420,061	3.444,685
Jogyakarta	10.630,948	11.008.347
Surabaya	2.864,250	2.880,003

3.2. Waktu Tempuh Perjalanan .

Lama waktu tempuh Kereta Api penumpang Bisnis/Eksekutif dari Jakarta ke kota:

- Bandung : 3 jam
- Semarang : 6,5 jam
- Malang : 15 jam
- Surabaya : 11 Jam
- Solo : 8 Jam
- Yogya : 6,5 jam

3.3. Jumlah Penduduk Pengguna Kereta Api.

Rata-rata jumlah penduduk Jakarta yang melakukan perjalanan ke berbagai kota diatas dalam satu hari disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 5: Jumlah Penumpang Kereta Api Dari Jabotabek 2006-2013 (ribu)

Tahun	Jumlah Penumpang
2013	130.508
2012	125.451
2011	118.095
2010	104.425
2009	130.508
2008	125.451
2007	118.095
2006	104.425

Tabel 6: Laju Kenaikan Jumlah Penumpang Kereta Api Dari Jabotabek 2006-2013

Tahun	Kenaikan penumpang (%)
2006-2007	13,1
2007-2008	6,2
2008-2009	4,03
2009-2010	-20
2010-2011	13,1
2011-2012	6,2
2012-2013	4,03

Dari tabel diatas diperoleh rata rata kenaikan penumpang Kereta Api dari Jabotabek /tahun adalah 3,81 %

Estimasi jumlah penduduk yang menggunakan kereta api pada tahun 2015 adalah 135.468.000

Estimasi jumlah penduduk yang menggunakan kereta api pada tahun 2016 adalah 140.616.000

Estimasi jumlah penduduk yang menggunakan kereta api pada tahun 2017 adalah 145.960.000 atau rata rata 399.891 /hari

Estimasi Distribusi perjalanan penduduk 1.Jakarta pada tahun 2017 yang menggunakan jasa kereta api untuk melakukan perjalanan ke:

- Bandung
- Semarang
- Malang
- Surabaya
- Solo
- Jogyakarta

Menggunakan Model Gravitasi [1]:

$$a_{ij}^p = \frac{o_i^p \frac{a_j^p}{c_{ij}^b}}{\sum_{k=1}^n \frac{a_k^p}{c_{ik}^b}}$$

Dengan pengasumssian maksud perjalanan lain-lain

dalam hal ini Komponen $p = 6$ maka dari data di atas diperoleh :
 $b = 2$ sehingga

$$d_{11} = \frac{6183,979}{3^2} + \frac{3444,685}{15^2} + \frac{2880,003}{11^2} + \frac{513,152}{8^2} = 258.999$$

$$d_{11} = \frac{6183,979}{3^2} + \frac{3444,685}{15^2} + \frac{2880,003}{11^2} + \frac{513,152}{8^2} + \frac{11.008,347}{6,5^2} + \frac{2.792,450}{4,5^2} = 24.913$$

$$d_{11} = \frac{6183,979}{3^2} + \frac{3444,685}{15^2} + \frac{2880,003}{11^2} + \frac{513,152}{8^2} + \frac{11.008,347}{6,5^2} + \frac{2.792,450}{4,5^2} = 5.770$$

$$d_{11} = \frac{6183,979}{3^2} + \frac{3444,685}{15^2} + \frac{2880,003}{11^2} + \frac{513,152}{8^2} + \frac{11.008,347}{6,5^2} + \frac{2.792,450}{4,5^2} = 8.971$$

$$d_{11} = \frac{6183,979}{3^2} + \frac{3444,685}{15^2} + \frac{2880,003}{11^2} + \frac{513,152}{8^2} + \frac{11.008,347}{6,5^2} + \frac{2.792,450}{4,5^2} = 3.022$$

$$d_{11} = \frac{6183,979}{3^2} + \frac{3444,685}{15^2} + \frac{2880,003}{11^2} + \frac{513,152}{8^2} + \frac{11.008,347}{6,5^2} + \frac{2.792,450}{4,5^2} = 98.213$$

dari hasil diatas dapat diperoleh estimasi banyak nya penduduk Jakarta yang melakukan perjalanan menggunakan transportasi kereta api /hari ke :

Bandung	= 258.999
Semarang	= 24.913
Malang	= 5.770
Surabaya	= 8.971
Solo	= 3.022
Yogya	= 98.213
Total	≈ 399.891

4. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan diatas terlihat bahwa:

1. Jumlah penumpang kereta api/hari dari Jakarta ke Bandung relatif lebih banyak dibanding kota lain yaitu sebesar 64% disusul ke Yogyakarta 25 % ,Semarang 6%,Surabaya 2%, Malang 2% dan terakhir Solo 1%.
2. Dengan hasil tersebut kiranya dapat dijadikan pijakan untuk mengambil kebijakan pengaturan jumlah kereta,gerbong penumpang,serta waktu keberangkatan kereta api sedemikian akan diperoleh hasil optimal.
3. Analisa data untuk perhitungan estimasi Distribusi perjalanan penduduk Jakarta pada tahun 2017 yang menggunakan jasa kereta api untuk melakukan perjalanan ke Bandung, Surakarta, Semarang, Malang dan Surabaya dipengaruhi oleh jumlah penduduk sehingga diperlukan data jumlah

penduduk yang valid , .kekurang akuratan data menjadikan kurang tepatan hasil yang diperoleh.

4. Hasil penelitian ini dapat di gunakan juga untuk membuat distribusi perjalanan alat transportasi lain dari satu daerah kedaerah lain selain kereta api jarak jauh, seperti Commuter Line ataupun busway.

Daftar Pustaka

Iriyanto(2005).*Penentuan Distribusi Perjalanan Angkutan Udara Dari Medan ke Jakarta Banda Aceh,Padang dan Pekan Baru Menggunakan Gravitasi Voorhees*,Proseding seminar nasional Matematika dan Statistika Padang,pp.36-41.

Joko Riyono.(2014).*Modifikasi Distribusi Perjalanan Angkutan Kereta Api Penumpang Dengan Model Gravitasi*.Proseding seminar nasional Sains dan Pendidikan Sains VIII UKSW..

Nur Irawan .Ph.D , Septian Puji Astuti, S.Si , *Mengolah Data Statistik Dengan Mudah Menggunakan Minitab14*,Penerbit Andi Yogyakarta.

Sensus Penduduk,(Online),diakses di :<http://www.bps.go.id/>(1 September 2016).

Radhityatp.blogspot.com/2008/09/manajemen-transportasi-kereta-api.html.



SEMINAR NASIONAL
**REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA**

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

**BERITA ACARA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL RETII Ke - 11 TAHUN 2016**

Pada hari ini Sabtu, tanggal 10 bulan Desember, tahun 2016 telah dilaksanakan Seminar Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi (ReTII) Ke -11, atas:

Nama Pemakalah : Joko Riyono¹, Christina Eni Pudjiastuti²
Judul Makalah : *Estimasi Distribusi Perjalanan Kereta Api Penumpang Jarak Jauh Tahun 2017 dengan Konsep Newton*
Pukul : 11.30 – 11.45 WIB
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta 55281
Ruang : D.12
Moderator : Dr. Daru sugati, ST. MT.
Notulen : Hasta Kuntara, ST. MT.

Susunan Acara Seminar ini dibuka oleh moderator, diikuti oleh Pemaparan Singkat Hasil Penelitian Oleh Pemakalah, Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan Pemakalah, dan ditutup kembali oleh moderator.

Jumlah Peserta yang Hadir : 25 Orang (Daftar Hadir Terlampir)

Demikian Berita Acara ini dibuat dengan sebenarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 10 Desember 2016

Ketua Panitia,

Moderator,

Pemakalah,

Dr. Ir. Sugiarto, MT.

Dr. Daru sugati, ST. MT.

Joko Riyono¹,
Christina Eni Pudjiastuti²



SEMINAR NASIONAL
REKAYASA TEKNOLOGI INDUSTRI DAN INFORMASI
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA

Jl. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman 55281 Telp. (0274) 485390, 486986 Fax. (0274) 487294
Email : seminar@sttnas.ac.id website : www.retii.sttnas.ac.id



CERTIFICATE NO. ID10/01471

NOTULEN JALANNYA
KEGIATAN SEMINAR NASIONAL RETII Ke - 11 TAHUN 2016

Nama Pemakalah : Joko Riyono¹, Christina Eni Pudjiastuti²
Judul Makalah : *Estimasi Distribusi Perjalanan Kereta Api Penumpang Jarak Jauh Tahun 2017 dengan Konsep Newton*
Pukul : 11.30 – 11.45 WIB
Bertempat di : Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
Dengan alamat : Jln. Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, D.I. Yogyakarta 55281
Ruang : D.12

Jalannya Acara Seminar:

1. Pembukaan oleh Moderator.
2. Paparan Singkat Hasil Penelitian oleh Pemakalah.
3. Tanggapan (Pertanyaan/Kritik/Saran) dari Peserta Seminar dan Tanggapan dari Pemakalah.

Adapun pertanyaan/kritik/saran dari Peserta Seminar terhadap Pemakalah serta tanggapan Pemakalah adalah sebagai berikut:

Pertanyaan / Kritik / Saran	Tanggapan Pemakalah
<i>Bgmn pengembanya ?</i>	<i>Ada peningkatan yg signifikan & optimal</i>

4. Penutup: Oleh Moderator.

Yogyakarta, 10 Desember 2016

Ketua Panitia,

Moderator,

Pemakalah,

Dr. Ir. Sugiarto, MT.

Dr. Daru sugati, ST. MT.

Joko Riyono¹,
Christina Eni Pudjiastuti²