

# VALIDASI PERSAMAAN KORELASI ANTARA NILAI INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX (IRI) DENGAN NILAI KERUSAKAN (NK) JALAN: STUDI KASUS JALAN TOL SURABAYA-GEMPOL

**Anak Agung Gde Kartika**

Jurusan Teknik Sipil ITS Kampus ITS Sukolilo  
Surabaya 60111  
Telp/fax: 031-5941490/5947284  
E-mail: a\_agung\_kartika@yahoo.com,  
kartika@ce.its.ac.id

**Hera Widyastuti**

Jurusan Teknik Sipil ITS Kampus ITS Sukolilo  
Surabaya 60111  
Telp/fax: 031-5941490/5947284  
E-mail: hera.widyastuti@ncl.ac.uk

**Wahju Herijanto**

Jurusan Teknik Sipil ITS  
E-mail: wahju.herijanto@ncl.ac.uk

**Cahya Buana**

Jurusan Teknik Sipil ITS  
E-mail: cahya\_buana@telkom.net

**Catur Arif P.**

Jurusan Teknik Sipil ITS  
E-mail: ian\_selda@yahoo.com

## Abstrak

Parameter kondisi perkerasan jalan seperti International Roughness Index (IRI) dan Nilai Kerusakan (NK) jalan sangat jamak digunakan untuk menentukan kinerja pelayanan ruas jalan selain parameter dari sisi lalu lintas. Selain dipakai sebagai kinerja pelayanan jalan, IRI dan NK juga banyak dipakai sebagai input dalam penghitungan Biaya Operasi Kendaraan. Penentuan nilai IRI umumnya cukup sulit dari segi biaya karena harus menggunakan peralatan yang hanya bisa didapatkan di tempat tertentu saja, sementara itu Nilai Kerusakan relatif mudah untuk dilaksanakan.

Kartika, dkk (2005) telah berhasil menunjukkan hubungan antara nilai IRI dengan NK yaitu dengan persamaan;  $IRI=7,765(NK)^{0,0891}$ . Namun demikian persamaan tersebut dirasa kurang valid mengingat nilai validitasnya ( $R^2$ ) hanya sebesar 0,3215. Hal ini kemungkinan disebabkan dalam menentukan persamaan tersebut belum dilakukan uji korelasi yang cukup terhadap variabel-variabel jenis kerusakan yang terjadi. Artinya semua kategori kerusakan dimasukkan dalam penentuan persamaan tersebut tanpa melihat apakah semua jenis benar-benar berpengaruh atau tidak.

Setelah mempertimbangkan jenis-jenis kerusakan yang paling berpengaruh dengan menggunakan analisis faktor dan analisis korelasi, maka bentuk persamaan yang baru adalah;  $IRI=7 + 0,066NK_{Retak} + 3,340NK_{Penurunan} + 0,296NK_{Shoving} + 0887NK_{Pothole} \dots (R^2=0,571)$

**Kata kunci:** biaya operasi kendaraan, roughness, IRI, Nilai Kerusakan Jalan

## PENDAHULUAN

Biaya Operasional Kendaraan sebagai salah satu komponen dalam *user cost* selain Nilai Waktu merupakan faktor yang sangat menentukan dalam kajian ekonomi transportasi terutama transportasi Jalan Raya. Ada banyak yang bisa dilakukan dalam menentukan besarnya Biaya Operasi Kendaraan ini, misalnya; metode Pacific Consultant International (1993), Metode Jasa Marga dan LAPI-ITB, Simplified Method (1986), Metode ND. Lea Consultant (1975) dan beberapa metode lain yang dikhususkan untuk kondisi di Indonesia. Di antara semua metode tersebut ada beberapa yang menjadikan faktor *Roughness* (IRI) sebagai faktor yang menentukan, sebut saja metode Jasa Marga dan *Simplified Method*. Sementara metode ND Lea Consultant menitikberatkan pada kondisi perkerasan dan jenis perkerasan jalan sebagai faktor yang paling menentukan besarnya Biaya Operasi Kendaraan. Selain berperan dalam penentuan biaya operasi kendaraan, IRI juga dapat menjadi indikator umum kondisi perkerasan jalan (Sayers dan Karamihas, 1998).

Namun demikian untuk mendapatkan nilai IRI tidaklah mudah dalam artian biaya yang harus dikeluarkan. Selain itu keterbatasan sarana pengukur juga menjadikan data IRI

relatif sulit diperoleh dibandingkan dengan hanya mengukur Nilai Kerusakan Jalan yang bisa dilakukan secara manual. Hal ini dikarenakan saat ini, di Indonesia, tidak banyak instansi yang memiliki alat pengukur IRI.

Untuk memudahkan mendapatkan nilai IRI jalan, Kartika, dkk (2005) telah berhasil membuat persamaan hubungan antara Nilai Kerusakan (NK) dan nilai IRI dengan menggunakan persamaan  $IRI=7,765(NK)^{0,0891}$  ( $R^2=0,3215$ ). Mengingat nilai validitas yang cukup kecil, maka penelitian ini bertujuan untuk membuat model hubungan yang lebih akurat. Basis data yang digunakan tetap menggunakan data ruas jalan tol Surabaya-Gempol.

## PERMASALAHAN

Permasalahan yang akan dibahas dalam paper ini adalah:

- (1) Bagaimana persamaan hubungan multivariat antara Nilai Kerusakan dengan nilai IRI?
- (2) Bagaimana persamaan hubungan bivariat antara Nilai Kerusakan dengan nilai IRI?
- (3) Manakah dari kedua jenis persamaan di atas yang terbaik?

## LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian terletak di ruas jalan tol Surabaya-Gempol yang terbagi dalam sembilan sub ruas jalan, yaitu: Perak-Dupak, Dupak-Banyuurip, Banyuurip-Satelit, Satelit-Gunungsari, Gunungsari-Waru, Waru-Sidoarjo, Sidoarjo-Porong, dan Porong-Gempol

## METODOLOGI

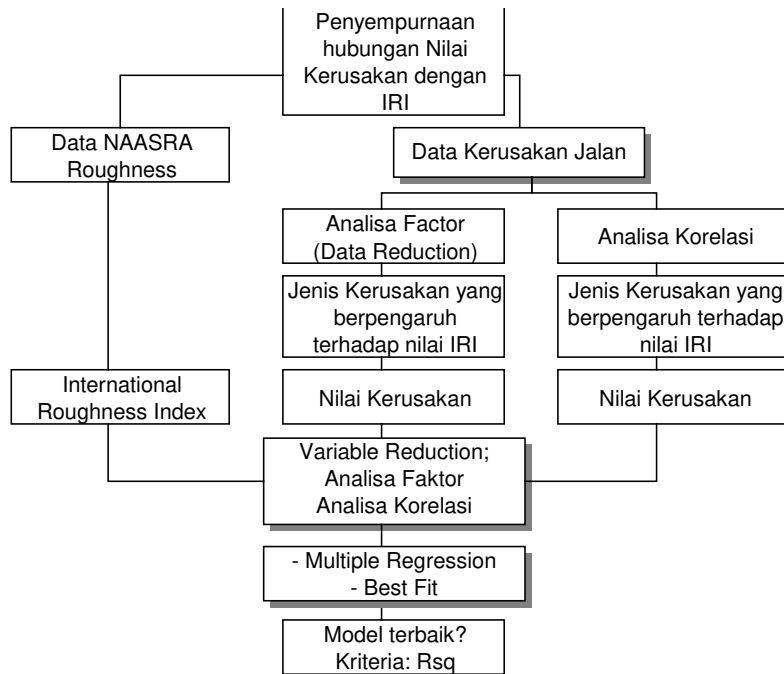
Analisis dilakukan dengan cara mencari terlebih dulu besarnya Nilai Kerusakan jalan tol per jenis kendaraan dengan menggunakan interval pengamatan sepanjang 100m dan dibedakan oleh sub ruas dan lajur (cepat dan lambat). Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan nilai IRI yang diperoleh dari alat ukur NAASRA Roughness meter. Perhitungan nilai IRI juga dibedakan oleh sub ruas dan lajur (cepat dan lambat). Selanjutnya hubungan antara IRI dan Nilai Kerusakan Jalan ditentukan dengan menggunakan analisis bivariat (*best fit*) dan multivariat (regresi berganda). Persamaan yang memiliki nilai  $R^2$  terbaiklah yang akan dipilih. Secara skematis metodologi penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.

## ANALISIS

Tahap analisis pertama-tama dilakukan dengan cara mencari jenis kerusakan yang secara statistik berpengaruh terhadap nilai kerusakan secara total dan berkorelasi dengan nilai IRI. Analisis dilakukan dengan menggunakan analisis faktor dan analisis korelasi. Data-data yang telah direduksi dengan menggunakan analisis faktor dan analisis korelasi selanjutnya dianalisis secara multivariat dengan menggunakan regresi berganda dan bivariat dengan menggunakan pendekatan *best fit curve*. Secara skematis metode analisis dijelaskan pada Gambar 1. Semua analisis dilakukan dengan menggunakan program bantu statistik SPSS versi 12.

## Nilai Kerusakan Jalan dan Nilai IRI

Besarnya nilai Kerusakan Jalan dan Nilai IRI berdasarkan hasil survey dan analisis adalah sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.



**Gambar 1** Metodologi Penelitian

**Tabel 1** Nilai Kerusakan dan Nilai IRI per Sub Ruas Jalan

Sub Ruas	Nilai Kerusakan per Jenis Kerusakan								Nilai Kerusakan/ km	IRI (m/km)
	Retak	Tam- balan	Keri- ting	Penu- runan	Sho- ving	Ravel- ling	Bleed- ing	Pothole		
<b>Jalur A Lambat</b>										
Perak-Dupak	2,63	0,27	0,11	0,00	1,14	1,43	0,99	3,09	2,759	10,91
Dupak-Banyuurip	2,30	1,50	0,00	0,40	0,20	0,10	0,05	3,60	4,275	12,29
Banyuurip-Satelit	12,69	0,20	0,00	0,23	2,29	1,14	0,07	2,06	5,335	9,84
Satelit-Gnsari	14,20	1,38	0,00	0,00	6,80	6,20	0,17	0,00	9,581	9,61
Gnsari-Waru	5,12	1,32	0,00	0,00	2,48	2,92	0,10	1,80	2,747	9,04
Waru-Sidoarjo	1,56	1,98	0,00	0,00	0,11	0,11	0,02	0,98	0,433	8,2
Sidoarjo-Porong	1,24	1,40	0,09	0,00	0,18	0,47	0,02	0,60	0,444	8,71
Porong-Gempol	3,83	0,01	0,00	0,00	0,67	0,10	0,32	1,50	1,072	7,36
<b>Jalur A Cepat</b>										
Perak-Dupak	0,86	0,00	0,00	0,06	0,17	0,63	0,34	0,34	1,347	8,21
Dupak-Banyuurip	1,70	0,00	0,00	0,20	0,00	1,05	0,00	1,20	5,7	8,17
Banyuurip-Satelit	2,29	0,03	0,00	0,00	0,34	0,71	0,29	0,17	1,573	7,17
Satelit-Gnsari	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	3,33	0,00	0,10	2,622	6,57
Gnsari-Waru	0,76	1,76	0,04	0,00	0,00	3,66	0,04	0,24	2,01	7,32
Waru-Sidoarjo	2,25	7,13	0,00	0,00	0,00	0,95	0,07	0,82	0,987	6,88
Sidoarjo-Porong	1,69	3,68	0,00	0,00	0,00	1,32	0,02	0,67	1,029	7,21
Porong-Gempol	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,07	0,15	0,314	6,87

**Tabel 1** Nilai Kerusakan dan Nilai IRI per Sub Ruas Jalan (Lanjutan)

Sub Ruas	Nilai Kerusakan per Jenis Kerusakan								Nilai Kerusakan/ km	IRI (m/km)
	Retak	Tam-balan	Keri-ting	Penu-runan	Sho-ving	Ravel-ling	Bleed-ing	Pothole		
<b>Jalur B Lambat</b>										
Gempol-Porong	3,43	5,17	0,06	0,00	1,43	1,46	0,06	1,11	4,945	11,16
Porong-Sidoarjo	6,20	8,00	0,00	0,10	0,20	1,30	0,40	0,90	8,45	10,69
Sidoarjo-Waru	11,60	7,63	0,06	0,00	1,83	0,63	0,29	0,51	6,198	9,27
Waru-Gnsari	14,40	8,00	0,00	0,00	1,27	0,53	0,00	0,30	7,267	8,15
Gnsari-Satelit	8,60	6,34	0,00	0,00	2,24	0,18	0,12	0,60	3,731	9,83
Satelit-Banyuurip	6,24	7,82	0,00	0,00	0,02	0,00	0,07	0,11	0,809	7,86
Banyuurip-Dupak	0,87	4,33	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,20	0,361	9,05
Dupak-Perak	3,00	0,02	0,03	0,07	0,00	0,07	0,50	0,05	0,627	6,85
<b>Jalur B Cepat</b>										
Gempol-Porong	0,91	0,54	0,00	0,00	0,46	2,49	0,40	0,77	3,333	8,58
Porong-Sidoarjo	0,90	0,20	0,00	0,10	0,10	2,85	1,00	0,30	4,55	7,45
Sidoarjo-Waru	1,83	2,09	0,00	0,06	0,00	1,60	0,23	0,43	2,369	8,65
Waru-Gnsari	0,87	0,50	0,00	0,00	0,07	0,97	0,07	1,40	3,825	6,83
Gnsari-Satelit	0,84	3,54	0,04	0,00	0,24	1,68	0,28	1,08	2,439	6,97
Satelit-Banyuurip	1,22	0,24	0,00	0,02	0,00	0,06	0,00	0,30	0,295	6,17
Banyuurip-Dupak	0,44	0,21	0,22	0,00	0,00	0,11	0,04	0,20	0,264	7,06
Dupak-Perak	0,53	0,08	0,10	0,00	0,00	0,05	0,00	0,05	0,192	6,23

Keterangan: Jalur A: ke arah Gempol, Jalur B: ke arah Surabaya

**Analisis Faktor**

Analisis faktor dilakukan untuk mendapatkan jenis-jenis kerusakan yang benar-benar berpengaruh terhadap total nilai kerusakan. Analisis ini bersifat mengurangi kelompok data dan dilakukan secara bertahap. Pada tahap pertama kelompok data yang tereliminasi adalah jenis kerusakan *bleeding*, selanjutnya berurutan kerusakan tambalan (*patching*), jenis kerusakan *ravelling*, dan jenis kerusakan penurunan. Bentuk output analisis faktor tahap pertama ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Keluaran Analisis Faktor Tahap 1 (SPSS Ver. 12)

		RETAK	TAMBALAN	KERTING	PENURUNA	SHOVING	RAVELLIN	BLEEDING	POTHOLE
Anti-image Covariance	RETAK	.190	-.195	4.286E-02	-.117	-.152	.120	-5.511E-02	8.382E-02
	TAMBALAN	-.195	.513	6.424E-02	.188	.128	-2.705E-02	.102	-7.811E-02
	KERTING	4.286E-02	6.424E-02	.850	.145	-4.42E-02	.144	-6.298E-02	-5.285E-02
	PENURUNA	-.117	.188	.145	.505	.101	-4.395E-02	9.900E-02	-.325
	SHOVING	-.152	.128	-4.42E-02	.101	.170	-.180	6.974E-02	-9.760E-02
	RAVELLIN	.120	-2.705E-02	.144	-4.395E-02	-.180	.447	-.154	.120
	BLEEDING	-5.511E-02	.102	-6.30E-02	9.900E-02	6.974E-02	-.154	.868	-.183
	POTHOLE	8.382E-02	-7.811E-02	-5.29E-02	-.325	-9.76E-02	.120	-.183	.563
Anti-image Correlation	RETAK	.365 <sup>a</sup>	-.624	.107	-.376	-.843	.413	-.136	.256
	TAMBALAN	-.624	.308 <sup>a</sup>	9.731E-02	.370	.433	-5.649E-02	.153	-.145
	KERTING	.107	9.731E-02	.465 <sup>a</sup>	.222	-.116	.234	-7.331E-02	-7.643E-02
	PENURUNA	-.376	.370	.222	.333 <sup>a</sup>	.343	-9.248E-02	.150	-.611
	SHOVING	-.843	.433	-.116	.343	.369 <sup>a</sup>	-.653	.181	-.315
	RAVELLIN	.413	-5.649E-02	.234	-9.248E-02	-.653	.384 <sup>a</sup>	-.247	.238
	BLEEDING	-.136	.153	-7.33E-02	.150	.181	-.247	.304 <sup>a</sup>	-.261
	POTHOLE	.256	-.145	-7.64E-02	-.611	-.315	.238	-.261	.362 <sup>a</sup>

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

Pada Tabel 2 di atas, terlihat bahwa nilai *anti image correlation* untuk *bleeding* paling kecil yaitu sebesar 0,304 (<0,5), sehingga untuk tahap berikutnya *bleeding* tidak dimasukkan lagi dalam analisis tahap berikutnya.

Analisis dilanjutkan sampai semua jenis kerusakan dinyatakan berpengaruh terhadap total nilai kerusakannya. Hal ini terjadi pada analisis tahap ke lima sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3** Keluaran Analisis Faktor Tahap 5 (SPSS Ver. 12)

		RETAK	KERTING	SHOVING	POTHOLE
Anti-image Covariance	RETAK	.426	.110	-.322	1.684E-02
	KERTING	.110	.963	-4.67E-02	4.172E-03
	SHOVING	-.322	-4.67E-02	.435	-3.842E-02
	POTHOLE	1.684E-02	4.172E-03	-3.84E-02	.996
Anti-image Correlation	RETAK	.501 <sup>a</sup>	.172	-.748	2.585E-02
	KERTING	.172	.530 <sup>a</sup>	-7.21E-02	4.259E-03
	SHOVING	-.748	-7.21E-02	.501 <sup>a</sup>	-5.835E-02
	POTHOLE	2.585E-02	4.259E-03	-5.84E-02	.510 <sup>a</sup>

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

Pada Tabel 3 di atas, terlihat bahwa nilai *anti image correlation* untuk semua jenis kerusakan sudah memenuhi (>0,5), sehingga dapat dikatakan bahwa keempat jenis kerusakan (retak, keriting, *shoving*, dan *pothole*) itulah yang berpengaruh terhadap nilai kerusakan total.

### Analisis Korelasi

Sama halnya dengan analisis faktor, analisis korelasi juga bertujuan untuk mengetahui jenis kerusakan manakah yang benar-benar berkorelasi terhadap nilai IRI. Akan tetapi, lain halnya dengan analisis faktor, analisis korelasi dilakukan tanpa pentahapan, tetapi langsung satu kali *running*. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa hanya empat jenis kerusakan yang paling berkontribusi terhadap total nilai kerusakan jalan. Keempat jenis kerusakan tersebut adalah; kerusakan jenis retak, kerusakan jenis penurunan, kerusakan jenis *shoving* dan kerusakan jenis *pothole*. Keluaran hasil analisis korelasi ditunjukkan pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa jenis kerusakan yang berkorelasi terhadap besarnya nilai IRI adalah Jenis kerusakan retak, penurunan, *shoving* dan *pothole* dengan nilai *Pearson Correlation* masing-masing sebesar 0,399; 0,469; 0,410 dan 0.620. Berdasarkan hasil keluaran tersebut dengan tingkat kepercayaan sebesar 10% dapat dikatakan bahwa keempat jenis kerusakan itulah yang paling berkorelasi dengan nilai IRI.

### Regresi Berganda Analisis Faktor

Berdasarkan analisis faktor yang telah dilakukan sebelumnya, dan berdasarkan jenis-jenis kerusakan yang berpengaruh, maka akan dibuat persamaan regresi berganda yang dipergunakan untuk memprediksi besarnya nilai IRI. Besarnya nilai variabel berdasarkan analisis faktor ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 4** Keluaran analisis korelasi (SPSS Ver. 12)

		RETAK	TAMBALAN	KERITING	PENURUNA	SHOWING	RAVELLIN	BLEEDING	POTHOLE	IRI
RETAK	Pearson Correlation	1	.474**	-.178	.070	.749**	.205	-.059	.027	.399*
	Sig. (2-tailed)	.	.006	.330	.705	.000	.261	.750	.882	.024
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32
TAMBALAN	Pearson Correlation	.474**	1	-.135	-.171	.088	-.150	-.165	-.119	.286
	Sig. (2-tailed)	.006	.	.462	.350	.634	.412	.368	.516	.112
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32
KERITING	Pearson Correlation	-.178	-.135	1	-.206	-.086	-.160	.068	-.005	-.022
	Sig. (2-tailed)	.330	.462	.	.258	.639	.381	.710	.979	.904
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32
PENURUNA	Pearson Correlation	.070	-.171	-.206	1	-.059	-.113	.015	.575**	.469**
	Sig. (2-tailed)	.705	.350	.258	.	.750	.539	.937	.001	.007
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32
SHOWING	Pearson Correlation	.749**	.088	-.086	-.059	1	.589**	.017	.059	.410*
	Sig. (2-tailed)	.000	.634	.639	.750	.	.000	.925	.748	.020
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32
RAVELLIN	Pearson Correlation	.205	-.150	-.160	-.113	.589**	1	.174	-.089	.092
	Sig. (2-tailed)	.261	.412	.381	.539	.000	.	.342	.627	.617
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32
BLEEDING	Pearson Correlation	-.059	-.165	.068	.015	.017	.174	1	.188	.167
	Sig. (2-tailed)	.750	.368	.710	.937	.925	.342	.	.302	.360
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32
POTHOLE	Pearson Correlation	.027	-.119	-.005	.575**	.059	-.089	.188	1	.620**
	Sig. (2-tailed)	.882	.516	.979	.001	.748	.627	.302	.	.000
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32
IRI	Pearson Correlation	.399*	.286	-.022	.469**	.410*	.092	.167	.620**	1
	Sig. (2-tailed)	.024	.112	.904	.007	.020	.617	.360	.000	.
	N	32	32	32	32	32	32	32	32	32

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

**Tabel 5** Input analisis regresi dari analisis faktor

Jalur	Sub Ruas	Nilai Kerusakan per Jenis Kerusakan/km				IRI	NK*	IRI (m/km)
		Retak	Keriting	Shoving	Pothole			
Jalur A Lambat	Perak-Dupak	2,63	0,11	1,14	3,09	10,91	6,97	10,91
	Dupak-Banyuurip	2,30	0,00	0,20	3,60	12,29	6,10	12,29
	Banyuurip-Satelit	12,69	0,00	2,29	2,06	9,84	17,03	9,84
	Satelit-Gunungsari	14,20	0,00	6,80	0,00	9,61	21,00	9,61
	Gunungsari-Waru	5,12	0,00	2,48	1,80	9,04	9,40	9,04
	Waru-Sidoarjo	1,56	0,00	0,11	0,98	8,20	2,65	8,20
	Sidoarjo-Porong	1,24	0,09	0,18	0,60	8,71	2,11	8,71
	Porong-Gempol	3,83	0,00	0,67	1,50	7,36	6,00	7,36
Jalur A Cepat	Perak-Dupak	0,86	0,00	0,17	0,34	8,21	1,37	8,21
	Dupak-Banyuurip	1,70	0,00	0,00	1,20	8,17	2,90	8,17
	Banyuurip-Satelit	2,29	0,00	0,34	0,17	7,17	2,80	7,17
	Satelit-Gunungsari	0,60	0,00	0,00	0,10	6,57	0,70	6,57
	Gunungsari-Waru	0,76	0,04	0,00	0,24	7,32	1,04	7,32
	Waru-Sidoarjo	2,25	0,00	0,00	0,82	6,88	3,07	6,88
	Sidoarjo-Porong	1,69	0,00	0,00	0,67	7,21	2,36	7,21
	Porong-Gempol	0,40	0,00	0,00	0,15	6,87	0,55	6,87
Jalur B Lambat	Gempol-Porong	3,43	0,06	1,43	1,11	11,16	6,03	11,16
	Porong-Sidoarjo	6,20	0,00	0,20	0,90	10,69	7,30	10,69
	Sidoarjo-Waru	11,60	0,06	1,83	0,51	9,27	14,00	9,27
	Waru-Gunungsari	14,40	0,00	1,27	0,30	8,15	15,97	8,15
	Gunungsari-Satelit	8,60	0,00	2,24	0,60	9,83	11,44	9,83
	Satelit-Banyuurip	6,24	0,00	0,02	0,11	7,86	6,36	7,86
	Banyuurip-Dupak	0,87	0,00	0,00	0,20	9,05	1,07	9,05
	Dupak-Perak	3,00	0,03	0,00	0,05	6,85	3,08	6,85

**Tabel 5** Input analisis regresi dari analisis faktor (lanjutan)

Jalur	Sub Ruas	Nilai Kerusakan per Jenis Kerusakan/km				IRI	NK*	IRI (m/km)
		Retak	Keriting	Shoving	Pothole			
Jalur B Cepat	Gempol-Porong	0,91	0,00	0,46	0,77	8,58	2,14	8,58
	Porong-Sidoarjo	0,90	0,00	0,10	0,30	7,45	1,30	7,45
	Sidoarjo-Waru	1,83	0,00	0,00	0,43	8,65	2,26	8,65
	Waru-Gunungsari	0,87	0,00	0,07	1,40	6,83	2,33	6,83
	Gunungsari-Satelit	0,84	0,04	0,24	1,08	6,97	2,20	6,97
	Satelit-Banyuurip	1,22	0,00	0,00	0,30	6,17	1,52	6,17
	Banyuurip-Dupak	0,44	0,22	0,00	0,20	7,06	0,87	7,06
	Dupak-Perak	0,53	0,10	0,00	0,05	6,23	0,68	6,23

\*untuk analisis *best fit*

Keluaran hasil analisis regresi berganda berdasarkan data pada **Tabel 5** adalah:

$$IRI(m/km)=6,906+1,147NK_{Keriting/km}+0,226 NK_{Shoving/km}+1,088 NK_{Pothole/km}+ 0,089NK_{Retak/km} (R^2=0,550)$$

### Regresi Berganda Analisis Korelasi

Berdasarkan analisis korelasi yang telah dilakukan, maka dibuat persamaan regresi berganda yang dipergunakan untuk memprediksi besarnya nilai IRI. Besarnya nilai variabel berdasarkan analisis korelasi ditunjukkan pada Tabel 6.

**Tabel 6** Input analisis regresi dari analisis korelasi

Jalur	Sub Ruas	Nilai Kerusakan per Jenis Kerusakan/km				IRI	NK*	IRI (m/km)
		Retak	Penurunan	Shoving	Pothole			
Jalur A Lambat	Perak-Dupak	2,63	0,00	1,14	3,09	10,91	6,86	10,91
	Dupak-Banyuurip	2,30	0,40	0,20	3,60	12,29	6,50	12,29
	Banyuurip-Satelit	12,69	0,23	2,29	2,06	9,84	17,26	9,84
	Satelit-Gunungsari	14,20	0,00	6,80	0,00	9,61	21,00	9,61
	Gunungsari-Waru	5,12	0,00	2,48	1,80	9,04	9,40	9,04
	Waru-Sidoarjo	1,56	0,00	0,11	0,98	8,20	2,65	8,20
	Sidoarjo-Porong	1,24	0,00	0,18	0,60	8,71	2,02	8,71
	Porong-Gempol	3,83	0,00	0,67	1,50	7,36	6,00	7,36
Jalur A Cepat	Perak-Dupak	0,86	0,06	0,17	0,34	8,21	1,43	8,21
	Dupak-Banyuurip	1,70	0,20	0,00	1,20	8,17	3,10	8,17
	Banyuurip-Satelit	2,29	0,00	0,34	0,17	7,17	2,80	7,17
	Satelit-Gunungsari	0,60	0,00	0,00	0,10	6,57	0,70	6,57
	Gunungsari-Waru	0,76	0,00	0,00	0,24	7,32	1,00	7,32
	Waru-Sidoarjo	2,25	0,00	0,00	0,82	6,88	3,07	6,88
	Sidoarjo-Porong	1,69	0,00	0,00	0,67	7,21	2,36	7,21
	Porong-Gempol	0,40	0,00	0,00	0,15	6,87	0,55	6,87
Jalur B Lambat	Gempol-Porong	3,43	0,00	1,43	1,11	11,16	5,97	11,16
	Porong-Sidoarjo	6,20	0,10	0,20	0,90	10,69	7,40	10,69
	Sidoarjo-Waru	11,60	0,00	1,83	0,51	9,27	13,94	9,27
	Waru-Gunungsari	14,40	0,00	1,27	0,30	8,15	15,97	8,15
	Gunungsari-Satelit	8,60	0,00	2,24	0,60	9,83	11,44	9,83
	Satelit-Banyuurip	6,24	0,00	0,02	0,11	7,86	6,36	7,86
	Banyuurip-Dupak	0,87	0,00	0,00	0,20	9,05	1,07	9,05
	Dupak-Perak	3,00	0,07	0,00	0,05	6,85	3,12	6,85

**Tabel 6** Input analisis regresi dari analisis korelasi (lanjutan)

Jalur	Sub Ruas	Nilai Kerusakan per Jenis Kerusakan/km				IRI	NK*	IRI (m/km)
		Retak	Penurunan	Shoving	Pothole			
Jalur B Cepat	Gempol-Porong	0,91	0,00	0,46	0,77	8,58	2,14	8,58
	Porong-Sidoarjo	0,90	0,10	0,10	0,30	7,45	1,40	7,45
	Sidoarjo-Waru	1,83	0,06	0,00	0,43	8,65	2,31	8,65
	Waru-Gunungsari	0,87	0,00	0,07	1,40	6,83	2,33	6,83
	Gunungsari-Satelit	0,84	0,00	0,24	1,08	6,97	2,16	6,97
	Satelit-Banyuurip	1,22	0,02	0,00	0,30	6,17	1,54	6,17
	Banyuurip-Dupak	0,44	0,00	0,00	0,20	7,06	0,64	7,06
	Dupak-Perak	0,53	0,00	0,00	0,05	6,23	0,58	6,23

\*untuk analisis *best fit*

Keluaran hasil analisis regresi berganda berdasarkan data pada Tabel 6 adalah:

$$IRI(m/km)=7+0,066NK_{Retak/km}+3,340NK_{Penurunan/km}+0,296NK_{Shoving/km}+0,887NK_{Pothole/km} (R^2=0,571)$$

### Analisis Best Fit Berdasarkan Analisis Faktor

Karena merupakan analisis bivariat, maka semua jenis kerusakan data dijumlahkan menjadi satu angka dan dihubungkan dengan nilai IRI yang telah ada (lihat \* pada Tabel 5). Analisis *best fit* dilakukan dengan menggunakan beberapa kemungkinan persamaan yaitu; *linear, logarithmic, inverse, quadratic, qubic, power, exponential, dan logistic*. Hasil analisis ditunjukkan pada **Tabel 7**.

**Tabel 7** Keluaran analisis *best fit* berdasarkan analisis faktor

MODEL: MOD\_1.  
Independent: NK

Dependent	Mth	Rsqr	d.f.	F	Sigf	Upper bound	b0	b1	b2	b3
IRI	LIN	.264	30	10.76	.003		7.5225	.1485		
IRI	LOG	.390	30	19.22	.000		7.1850	.9551		
IRI	INV	.315	30	13.81	.001		9.2200	-1.9021		
IRI	QUA	.422	29	10.60	.000		6.6821	.5339	-.0211	
IRI	CUB	.461	28	7.99	.001		6.1295	.9367	-.0760	.0019
IRI	POW	.415	30	21.28	.000		7.1499	.1141		
IRI	EXP	.287	30	12.05	.002		7.4370	.0179		
IRI	LGS	.287	30	12.05	.002	.	.1345	.9822		

Hasil keluaran analisis di atas menunjukkan bahwa jika dilihat dari nilai  $R^2$ , maka bentuk persamaan *cubic, quadratic* dan *power*-lah yang terbesar, masing-masing 0,461; 0,422 dan 0,415. Namun demikian jika melihat sifat persamaan *cubic* dan *quadratic* yang sangat mungkin mengalami nilai Y(IRI) yang mengecil ketika nilai X(NK)-nya membesar maka kedua persamaan tersebut tidak mungkin mewakili persamaan hubungan antara Nilai Kerusakan dan nilai IRI, sehingga persamaan hubungan berbentuk *power*-lah yang paling tepat untuk mewakili hubungan antara Nilai Kerusakan dengan nilai IRI dari hasil analisis faktor ini. Dengan demikian persamaan tersebut adalah:

$$IRI=7,1499(NK)^{0,1141} \dots (R^2=0,415)$$

dengan:

IRI : *International Roughness Index*, m/km

NK : Total Nilai Kerusakan jalan/km



## Analisis Best Fit Berdasarkan Analisis Korelasi

Sama halnya dengan analisis *best fit* sebelumnya, semua jenis kerusakan data dijumlahkan menjadi satu angka dan dihubungkan dengan nilai IRI yang telah ada (lihat \* pada Tabel 6). Analisis *best fit* ini juga dilakukan dengan menggunakan beberapa kemungkinan persamaan yaitu; *linear*, *logarithmic*, *inverse*, *quadratic*, *qubic*, *power*, *exponential*, dan *logistic*. Hasil analisis ditunjukkan pada Tabel 8.

**Tabel 8** Keluaran analisis *best fit* berdasarkan analisis korelasi

MODEL: MOD\_1.  
Independent: NK

Dependent	Mth	Rsq	d.f.	F	Sigf	Upper bound	b0	b1	b2	b3
IRI	LIN	.270	30	11.11	.002		7.5144	.1496		
IRI	LOG	.396	30	19.64	.000		7.2096	.9407		
IRI	INV	.309	30	13.44	.001		9.1639	-1.7225		
IRI	QUA	.431	29	10.97	.000		6.6789	.5334	-.0210	
IRI	CUB	.465	28	8.12	.000		6.1716	.9087	-.0726	.0017
IRI	POW	.421	30	21.78	.000		7.1708	.1124		
IRI	EXP	.292	30	12.40	.001		7.4306	.0180		
IRI	LGS	.292	30	12.40	.001	.	.1346	.9821		

Hasil keluaran analisis di atas menunjukkan bahwa jika dilihat dari nilai  $R^2$ , maka bentuk persamaan *cubic*, *quadratic* dan *power*-lah yang terbesar, masing-masing 0,465; 0,431 dan 0,421. Namun demikian jika melihat sifat persamaan *cubic* dan *quadratic* yang sangat mungkin mengalami nilai Y(IRI) yang mengecil ketika nilai X(NK)-nya membesar maka kedua persamaan tersebut tidak mungkin mewakili persamaan hubungan antara Nilai Kerusakan dan nilai IRI, sehingga persamaan hubungan berbentuk *power*-lah yang paling tepat untuk mewakili hubungan antara Nilai Kerusakan dengan nilai IRI dari hasil analisis korelasi ini. Dengan demikian persamaan tersebut adalah:

$$IRI = 7,1708(NK)^{0,1124} \dots (R^2 = 0,421)$$

dengan:

IRI : *International Roughness Index*, m/km

NK : Total Nilai Kerusakan jalan/km

## PEMBAHASAN

Dari hasil analisis diketahui bahwa terdapat dua persamaan regresi berganda yang dihasilkan (multivariat) dan dua persamaan *power* (bivariat), masing-masing dari hasil keluaran analisis faktor dan analisis korelasi. Jika diinginkan menggunakan persamaan regresi, maka persamaan regresi hasil analisis korelasilah yang disarankan untuk dipakai karena memiliki nilai validitas yang lebih baik, yaitu  $R^2 = 0,571$  dibandingkan dengan yang lainnya yang hanya sebesar  $R^2 = 0,550$ . Dengan menggunakan persamaan ini praktis penentuan nilai IRI bisa hanya berdasarkan pada penilaian kerusakan jalan jenis-jenis tertentu saja, yaitu; keriting, *shoving*, retak dan *pothole*.

Selain itu, jika diinginkan menggunakan persamaan pangkat, maka persamaan *power* yang berdasarkan analisis korelasi juga lebih baik untuk digunakan mengingat nilai validitasnya yang lebih baik, yaitu sebesar  $R^2 = 0,421$  dibandingkan dengan yang lainnya yang hanya sebesar  $R^2 = 0,415$ . Dengan demikian perhitungan nilai IRI bisa dilakukan dengan hanya berdasarkan pada total nilai kerusakan jalan jenis-jenis tertentu saja, yaitu; keriting, *shoving*, retak dan *pothole*.

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis di atas diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

- (1) Terdapat dua model persamaan multivariat yang berupa regresi berganda, yaitu: pertama yang berdasarkan pada analisis faktor dan yang kedua berdasarkan pada analisis korelasi. Kedua model persamaan tersebut adalah sebagai berikut:
  - a.  $IRI=6,906+1,147NK_{Keriting}+0,226 NK_{Shoving}+1,088 NK_{Pothole}+0,089NK_{Retak}$  ...( $R^2=0,550$ )
  - b.  $IRI=7+0,066NK_{Retak}+3,340NK_{Penurunan}+0,296NK_{Shoving}+0,887NK_{Pothole}$  ...( $R^2=0,571$ )
- (2) Terdapat dua model persamaan bivariat yang berupa persamaan power, yaitu: pertama yang berdasarkan pada analisis faktor dan yang kedua berdasarkan pada analisis korelasi. Kedua model persamaan tersebut adalah sebagai berikut:
  - a.  $IRI=7,1499(NK)^{0,1141}$  ...( $R^2=0,415$ )
  - b.  $IRI=7,1708(NK)^{0,1124}$  ...( $R^2=0,421$ )
- (3) Model persamaan yang terbaik adalah model regresi berganda berdasarkan pada analisis korelasi, yaitu:
- (4)  $IRI=7+0,066NK_{Retak}+3,340NK_{Penurunan}+0,296NK_{Shoving}+0,887NK_{Pothole}$  ...( $R^2=0,571$ )

## DAFTAR PUSTAKA

- Binamarga (1986), *A Simplified Method Vehicle Operating Cost Model For Use in Screening Analysis*. Highway Transport Planning Project, Technical Working Paper Transport Planning Unit-TPU.
- FHWA (1987) *Highway Performance Monitoring System Field Manual for the Continuing Analytical and Statistical Database, Appendix J*. FHWA Order M5600.1A, OMB No. 2125-0028, U.S. Department of Transportation, Dec. 1987.
- Jasa Marga dan LAPI ITB (2001), *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, oleh Ofyar Z. Tamin.
- Kartika, AAG, Widyastuti H., Herijanto, W., dan Prastyanto, C (2005) Korelasi Antara Nilai Kerusakan Jalan dengan IRI (International Roughness Index) Jalan. (Studi Kasus: Jalan Tol Surabaya-Gempol), *Prosiding Simposium VIII FSTPT*, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- ND Lea Associates LTD (1975), Report on "Java Improvement Project".
- PCI (1993), *Study on Surabaya-Mojokerto Toll Road*.
- Reid, R. A. dkk. (2004), *Roughness on Virginia's Road: 2004 Annual Interstate Roughness Report*, The University of Michigan Transportation Research Institute.
- Sayers M.W. dan Karamihas S.M. (1998) *The Little Book of Profiling: Basic Information about Measuring and Interpreting Road Profile*, University of Michigan.