



# PENGAJIAN MODEL PENURUNAN KONDISI PERKERASAN KAKU DI INDONESIA

*Nyoman Suaryana*

## RINGKASAN

Model penurunan perkerasan kaku telah dikembangkan di banyak negara, akan tetapi model tersebut tidak dapat diterapkan secara langsung di Indonesia karena adanya perbedaan iklim dan kondisi lainnya. Dilain pihak model tersebut sangat dibutuhkan dalam sistem pengelolaan perkerasan kaku.

Tujuan dari pengkajian ini adalah untuk menyesuaikan dan mengembangkan model kondisi penurunan perkerasan kaku berdasarkan kinerja jalan beton semen di Indonesia. Model yang dipakai sebagai acuan adalah model HDM-4. Dari hasil pengkajian telah diperoleh model penurunan kondisi untuk perkerasan kaku di Indonesia yang meliputi penurunan kondisi IRI, Spalling, Faulting dan Crack pada perkerasan kaku tipe perkerasan beton tanpa tulangan dengan sambungan (JPCP).

## SUMMARY

Deterioration model of rigid pavement has been developed in many countries, but that model can not be directly applied in Indonesia because of differences in climatic and other conditions. Meanwhile that deterioration model is an essential part in a system of maintenance management.

The goals of this research is validating and developing the deterioration model of rigid pavement based on the performance of rigid pavement in Indonesia. HDM-4 deterioration model is uses as references. Results of this research are some deterioration model for the rigid pavement in Indonesia, such as; deterioration model for IRI, Spalling, Faulting and Cracks for the tipe of JPCP (Joint Plain Concrete Pavement).

## I. PENDAHULUAN

Investasi untuk pembangunan jalan dari jenis perkerasan kaku telah dikeluarkan cukup besar, hal ini dapat dilihat dari cukup banyaknya ruas-ruas jalan jenis perkerasan kaku yang telah dibangun dan dioperasikan. Namun pengetahuan mengenai perkerasan kaku masih sangat terbatas, terutama pada model penurunan kondisi. Model tersebut sangat dibutuhkan dalam pengelolaan perkerasan kaku. Model penurunan kondisi perkerasan kaku telah banyak dikembangkan dibeperapa negara, antara lain meliputi model IRI, Faulting, Spalling dan Crack. Untuk kondisi Indonesia model-model tersebut tidak dapat diterapkan langsung karena ada variabel yang tidak sesuai dengan kondisi di Indonesia yang beriklim tropis. Misalnya variabel FI (Freezing Index). Untuk itu diperlukan penyesuaian model penurunan kondisi perkerasan kaku yang sesuai dengan kondisi di Indonesia.

## II. STUDI PUSTAKA

Untuk meramalkan kondisi perkerasan kaku dari tahun ketahun dengan ketepatan yang memadai diperlukan suatu model penurunan kondisi perkerasan kaku. Mengingat perkerasan yang dibangun di Indonesia hanya dari jenis beton tak bertulang dengan sambungan (JPCP), maka model

yang dikembangkan dibatasi pada jenis perkerasan kaku tersebut. Dalam studi ini model yang dipakai mengacu pada model HDM-4 (ERES Consultants, Inc,1995), model tersebut adalah seperti diuraikan di bawah ini.

### 2.1. International Roughness Index / IRI

IRI adalah suatu indikator roughness/kerataan yang dihitung dari profil memanjang dan dinyatakan dalam besaran in/mile atau m/km. IRI merupakan fungsi dari kerusakan perkerasan seperti joint faulting, joint spalling dan transfer cracking (ERES, 1995), yang ditulis dalam bentuk persamaan sebagai berikut.

$$IRI = 9.59 + 2.6098TFAULT + 1.8407SPALL + 2.2802E - 6TCRACK^3$$

$$N = 144 ; R^2 = 0,61$$

Dimana :

IRI	= International Roughness Index, in/mile
TFAULT	= Total joint faulting, in/mile = FAULT * 5280 / AVJSPACE
TCRACK	= Total tranverse craks per mile = CRACK*5280 / AVJSPACE / 100



## 2.2. Tranverse Joint Faulting

FAULTING merupakan beda tinggi pada sambungan antara kedua tepi permukaan perkerasan beton. Kondisi ini dipengaruhi oleh modulus reaksi tanah dasar, tebal pelat, kekakuan dari beton, panjang pelat, umur, cuaca, kekuatan dowel, dan beban lalu-lintas. Model penurunan kondisi FAULTING menurut HDM – 4 adalah sebagai berikut:

$$\text{FAULT} = \text{ESAL}^{0.25} [0.0628(1-\text{CD}) + 0.3673\text{E}-8\text{BSTRESS}^2 + 0.4116\text{E}-5\text{AVJSPACE}^2 + 0.7466\text{E}-9\text{FI}^{1.5}\text{SQRT}(\text{PRECIP}) - 0.009503\text{BASE} - 0.01917\text{WIDENED} + 0.0009217\text{AGE}]$$

$$N = 146 ; R^2 = 0,60$$

Dimana :

- FAULT = Rata-rata tranverse joint faulting, in  
ESAL = Komulatif ESAL, 18-kips, juta  
Cd = Koefisien drainase, AASHTO  
BSTRESS = Maks bearing stress beton, psi  
AVJSPACE = Rata-rata jarak tranverse joint, ft  
FI = Freezing Index, °F-hari  
PRECIP = Curah hujan rata-rata tahunan, in  
BASE = Tipe base, 0, jika tanpa stabilisasi  
1, jika distabilisasi  
WIDENED = Pelebaran lajur, 0, jika tanpa pelebaran, 1, jika ada pelebaran  
AGE = Umur sejak pembangunan, tahun

## 2.3. Tranverse Joint Spalling

SPALLING merupakan retak atau pecahnya tepi pelat pada daerah sejauh 0,6 meter dari sambungan, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti; iklim, umur, panjang pelat, dan jenis sealant. Model penurunan kondisi SPALLING menurut HDM – 4 :

$$\text{SPALL} = \text{AGE}^2 \text{AVJSPACE} [549,9 - 895,7(\text{LIQSEAL} + \text{PREFSEAL}) + 1,11\text{E}-3 \text{DAYS90}^3 + 375 \text{DOWELCO} + (29,01 - 27,6 \text{LIQSEAL} - 28,59 \text{PREFSEAL} - 27,09 \text{SILSEAL})\text{FI}] / 1\text{E}6$$

$$N = 164 ; R^2 = 0,76$$

Dimana :

- SPALL = Prosen spalled joint  
AGE = Umur sejak pembangunan, tahun  
DOWELCO = Dowel corrosion, 0, jika diproteksi, 1, jika tidak diproteksi terhadap korosi  
AVJSPACE = Rata-rata jarak tranverse joint  
FI = Freezing index, °F-hari  
DAYS90 = Jumlah hari dengan suhu > 90 °F  
LIQSEAL = Keberadaan dari liquid sealant 0, jika tidak ada, 1, jika ada  
SILSEAL = Keberadaan dari silicone sealant, 0, jika tidak ada, 1, jika ada  
PREFSEAL = Keberadaan dari preformed sealant, 0, jika tidak ada, 1, jika ada

## 2.4. Transverse Cracking (Retak melintang)

Cracks pada perkerasan kaku terjadi karena pelat menerima tegangan yang cukup besar sehingga pelat mengalami kelelahan (fatigue). Tegangan ini disebabkan oleh gabungan beberapa faktor yang mempengaruhinya seperti ; beban lalu-lintas, kekuatan bahan dan perbedaan temperatur. Model penurunan kondisi CRACK menurut HDM – 4 :

$$\text{CRACK} = 100 / (1 + 1,41 * \text{FD}^{-1.66})$$

$$N = 465 ; R^2 = 0,93$$

dimana :

- FD = Fatigue commulated damage =  $\Sigma n / N$   
n = Jumlah beban 18 kip single axle, ESAL  
N = Jumlah beban 18 kips single axle yang menyebabkan failure

## III. METODOLOGI

Secara garis besar metoda pengkajian terdiri dari survei lapangan dan pengolahan data seperti diperlihatkan pada langkah-langkah berikut ini.

1. Pengkajian data dan hasil pengolahan sebelumnya, dengan cara mengurutkan data-data tiap tahun pada lokasi yang sama. Nilai penurunan kondisi yang janggal atau mengecil akan dikaji lebih dalam pada survei berikutnya. Data-data sekunder seperti lalu-lintas, curah hujan, dan data teknis lainnya juga dikaji lebih dalam.
2. Pengkajian form-form survei dan jika perlu itemnya ditambah sesuai kebutuhan data-data yang diperlukan. Satuan-satuan disesuaikan dengan rencana perbaikan kerusakan.
3. Mengadakan survei lapangan ke lokasi-lokasi yang telah ditetapkan dengan kuantitas sesuai kebutuhan.
4. Data primer dan sekunder yang terkumpul diolah dan dianalisa sesuai kebutuhan.
5. Mengkalibrasi persamaan HDM-4, berdasarkan data terbaru dan berdasarkan kumpulan seluruh data dari hasil penelitian sebelumnya.
6. Pengujian hipotesa untuk kalibrasi model IRI, yaitu dengan memberi faktor pengali atau memasukkan nilai IRI awal.
7. Pengujian hipotesa untuk kalibrasi model SPALL dan FAULT dengan mencari konstanta masing-masing variabel, dengan program NONLIN.
8. Pembuatan model penurunan kondisi yang lebih sederhana, dengan akurasi yang memadai.



#### IV. HASIL PENELITIAN

Hasil pengujian lapangan pada jalan tol Tangerang-Merak dan Jalan Tol Padalarang-Cileunyi adalah seperti Tabel 4.1. Pada Gambar 4.1. diperlihatkan hubungan antara nilai IRI dengan Fault, Spall dan Cracks. Dari data tersebut terlihat kondisi perkerasan jalan yang dipilih masih dalam kondisi baik, yaitu nilai IRI dibawah 5. Pada Gambar 4.1. terlihat pengaruh Fault relatif dominan dibanding yang lain dan mempunyai keterkaitan yang relatif lebih kuat ( $R^2$  terbesar).

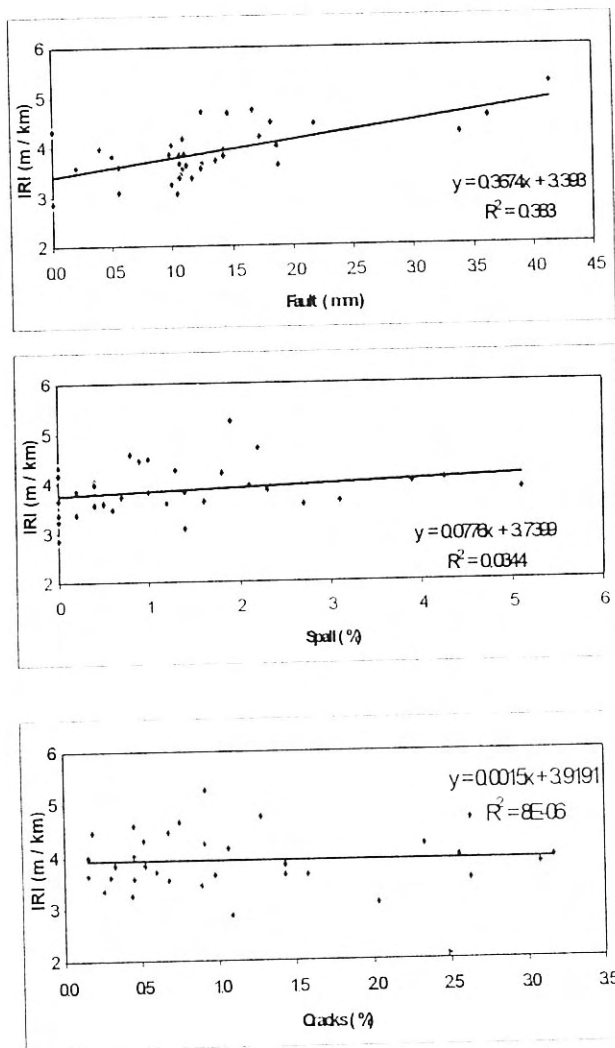
Kenyataan tersebut sesuai dengan yang diungkapkan dalam HDM-4, yaitu pengaruh Fault terhadap nilai IRI paling dominan dibandingkan dengan jenis kerusakan yang lain. Hal ini sangat realistis mengingat pada daerah perkerasan yang mengalami retak, permukaan jalan kemungkinan masih rata. Sedangkan kerusakan Spall atau jenis gompal lebih banyak terjadi pada daerah ujung-ujung dari pelat beton yang kemungkinan pada saat pengukuran nilai IRI, lokasi tersebut tidak terlewati kendaraan uji.

Tabel 4.1.  
DATA HASIL PENGUJIAN LAPANGAN

No	Lokasi	IRI	IRI	MTM	Mu-m	Crack	Fault	Spall	E (Mpa)		
		(m/km)	(in/mile)	(mm)		(%)	(mm)	(%)	E1	E2	E3
1	05-C	3.64	230.582	0.31	65	1.43	1.25	0.00	29135	125	228
2	08-C	4.31	273.025	0.29	61	0.52	0.00	0.00	49841	279	248
3	16-C	3.64	230.582	0.49	64	0.15	1.06	0.00	23548	160	251
4	18-C	4.02	254.654	0.52	72	0.45	1.00	0.40	30952	204	274
5	20-C	3.45	218.547	0.39	70	0.89	1.08	0.60	21548	173	239
6	23-C	3.83	242.618	0.33	65	0.33	1.06	0.20	37942	84	220
7	24-C	3.35	212.212	0.35	66	0.26	1.06	0.20	28246	264	326
8	05-P	3.25	205.877	0.42	67	0.44	1.00	0.00	43617	77	229
9	08-P	2.87	181.805	0.33	67	1.09	0.00	0.00	29783	146	252
10	16-P	4.16	263.523	0.4	67	1.07	1.09	0.00	39225	46	198
11	18-P	3.54	224.248	0.45	72	2.63	1.09	0.40	29428	298	280
12	20-P	3.35	212.212	0.37	62	6.30	1.17	0.00	35036	177	285
13	23-P	4.7	297.73	0.35	66	2.63	1.25	2.20	24824	95	184
14	24-P	3.04	192.574	0.36	66	7.70	1.04	1.40	23292	521	305
15	32-M	3.94	249.587	0.45	56	3.17	1.43	2.10	34216	40	156
16	35-M	4.2	266.057	0.41	62	2.33	1.73	1.80	34381	28	136
17	42-M	4.24	268.591	0.41	74	0.91	3.39	1.30	28149	31	131
18	48-M	4.74	300.264	0.46	72	1.28	1.67	9.20	33947	36	150
19	55-M	4.66	295.196	0.66	66	0.75	1.47	9.20	33947	36	150
20	63-M	3.08	195.108	0.5	66	2.03	0.55	1.40	30504	36	135
21	68-M	3.81	241.351	0.42	63	1.43	1.43	1.40	31327	120	131
22	78-M	3.85	243.885	0.48	62	3.08	0.98	5.10	22608	58	158
23	80-M	3.99	252.754	0.48	71	2.56	1.87	3.90	28096	44	139
24	88-M	3.58	226.782	0.43	59	0.45	0.55	1.20	37010	78	99
25	90-M	3.59	227.415	0.5	63	0.30	0.20	0.50	28751	76	180
26	32-T	4.46	282.527	0.37	67	0.18	2.18	0.90	19761	35	107
27	35-T	4.47	283.16	0.34	60	0.68	1.82	1.00	22494	47	118
28	42-T	5.25	332.571	0.53	63	0.92	4.14	1.90	23644	25	96
29	48-T	3.62	229.316	0.67	57	0.98	1.88	1.60	31699	21	97
30	55-T	4.58	290.129	0.66	58	0.45	3.63	0.80	31699	21	97
31	63-T	3.7	234.383	0.56	54	0.60	1.36	0.70	26532	40	147
32	68-T	3.54	224.248	0.3	41	0.68	1.24	2.70	26777	27	134
33	78-T	3.62	229.316	0.49	59	1.58	1.12	3.10	26160	35	126
34	80-T	3.84	243.252	0.41	50	3.08	1.10	2.30	28773	23	101
35	88-T	3.97	251.487	0.53	35	0.15	0.39	0.40	33355	33	155
36	90-T	3.82	241.985	0.48	57	0.53	0.50	1.00	39729	26	116



**Gambar 4.1.**  
**HUUNGAN IRI DENGAN FAULT, SPALL**  
**DAN CRACKS**



**4.1. Model kerataan, IRI**

Pada hipotesa awal diperkirakan model kerataan IRI dapat diperoleh dengan memberi faktor pengali atau memasukkan nilai IRI awal. Sayangnya data IRI awal tidak tersedia, sehingga hanya dicoba dengan faktor pengali atau validasi terhadap model yang sudah ada. Model yang akan dicoba adalah sebagai berikut :

a. Model HDM-4

$$IRI = 99,59 + 2,6098TFAULT + 1,8407SPALL + 2,28E-6TCRACK^3$$

b. Model hasil penelitian 1998-1999

$$IRI = 99,59 + 2,6098TFAULT + 1,8407SPALL + 2,28E-6TCRACK^3 + 216.4192MTM$$

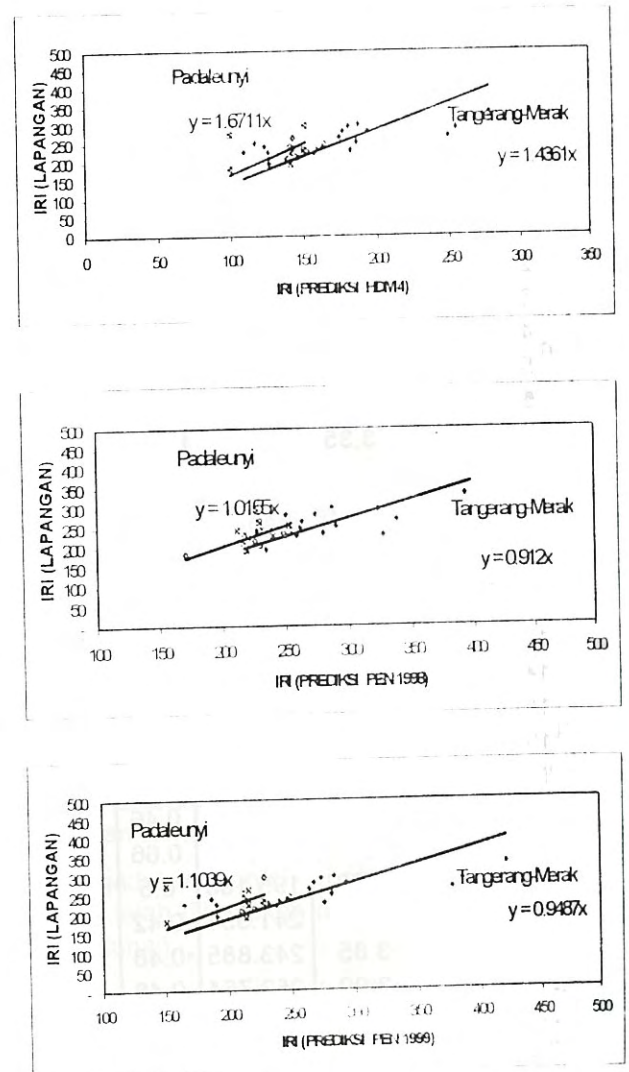
$$R^2 = 0,16$$

c. Model hasil penelitian 1999-2000

$$IRI = 1,51382 (99,59 + 2,6098TFAULT + 1,8407SPALL + 2,28E-6TCRACK^3)$$

Dengan memasukkan data-data yang diperoleh ke dalam persamaan tersebut diatas, maka diperoleh hubungan antara IRI lapangan dengan IRI prediksi berdasarkan rumus, seperti diperlihatkan pada Gambar 4.2.

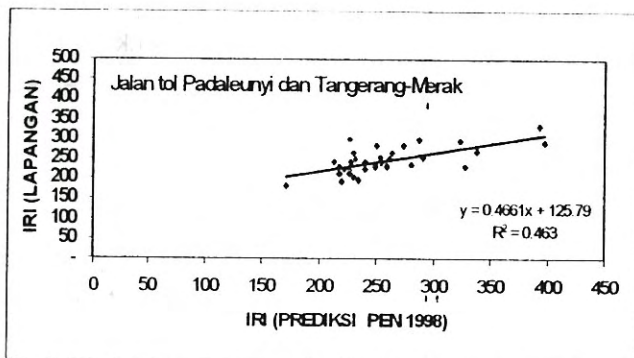
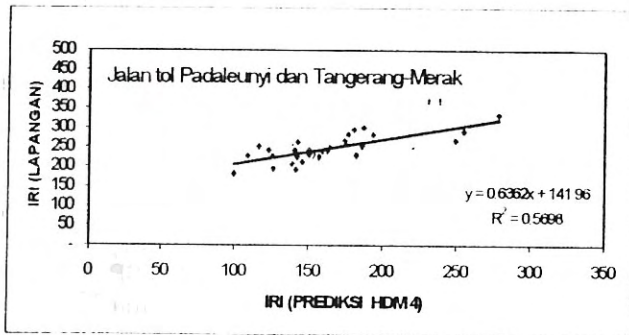
**Gambar 4.2.**  
**VALIDASI MODEL PENURUNAN IRI**



Dilihat dari nilai rata-ratanya, hasil tersebut menunjukkan bahwa pemakaian faktor pengali cukup efektif untuk mengkalibrasi model kerataan, IRI. Hasil dari penelitian 1998 juga menunjukkan hasil yang cukup baik, yaitu dengan menambahkan variabel kedalaman tekstur (MTM). Hasil yang diperoleh juga menunjukkan persamaan tersebut berlaku untuk kedua jalan tol yaitu Tangerang-Merak dan Padalarang-Cileunyi.

Meskipun hasil rata-ratanya terlihat baik, akan tetapi jika dilihat dari sebaran titik-titiknya, maka hubungan tersebut masih dapat ditingkatkan. Untuk itu dicoba menambahkan suatu konstanta, seperti diperlihatkan pada Gambar 4.3. Dari Gambar tersebut terlihat, baik untuk persamaan dasar dari HDM-4 maupun dari hasil penelitian 1998 yang menambahkan variabel MTM, diperoleh suatu hubungan yang mempunyai korelasi yang relatif baik dengan nilai  $R^2$  diatas 0,5.

Gambar 4.3.  
USULAN MODEL PENURUNAN IRI



Dari gambar diatas diusulkan penurunan model kondisi IRI, adalah sebagai berikut :

$$IRI = 0,6 (IRI_{HDM-4}) + 140 \text{ (in/mile) atau}$$

$$IRI = 0,5 (IRI_{PEN98}) + 115 \text{ (in/mile)}$$

Dimana :

$$IRI_{HDM-4} = 99,59 + 2,6098TFAULT + 1,8407SPALL + 2,28E-6TCRACK^3$$

$$IRI_{pen98} = 99,59 + 2,6098TFAULT + 1,8407SPALL + 2,28E-6TCRACK^3 + 216,4192MTM$$

#### 4.2. Model fault

Fault dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti temperatur, curah hujan, beban lalu-lintas dan lainnya. Masing-masing variabel tersebut perlu disesuaikan konstantanya karena adanya perbedaan kondisi antara Indonesia dengan negara tempat studi HDM-4 dilaksanakan. Untuk menguji

hipotesa sebelumnya, di bawah ini dibuat perbandingan hasil prediksi dari HDM-4 dan usulan hasil pegkajian

#### a. Model HDM-4

$$FAULT = ESAL^{0,25} [0,0628(1-CD)+0,3673E-8BSTRESS^2 + 0,4116E-5AVJSPACE^2+0,7466E-9FI^{1,5}SQRT(PRECIP)-0,009503BASE-0,01917WIDENED+0,0009217AGE]$$

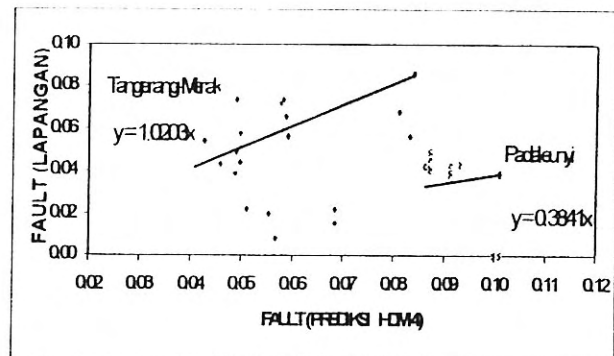
#### b. Usulan penelitian 2000

$$FAULT = ESAL^{0,36} [1(1-CD)+ 0,234E-9 BSTRESS^2+ 0,000193 AVJSPACE^2+ 0,000439 PRECIP^{0,5} - 0,021960 BASE - 0,104757 WIDENED+ 0,011701AGE]$$

N = 68 ;  $R^2 = 0,44$  ; SEE = 0,022

Hasil perhitungan dengan rumus HDM-4 diperlihatkan pada Gambar 4.4. Dari gambar tersebut terlihat penggunaan faktor pengali akan memberikan hasil yang berbeda jauh antara Jalan Tol Padalarang- Cileunyi dengan Jalan Tol Tangerang Merak. Sebaliknya dengan cara merubah konstanta tiap variabel dalam persamaan diperoleh nilai yang mendekati untuk kedua jalan tol tersebut. Fenomena tersebut membuktikan hipotesa perlunya merubah konstanta tiap variabel dalam persamaan.

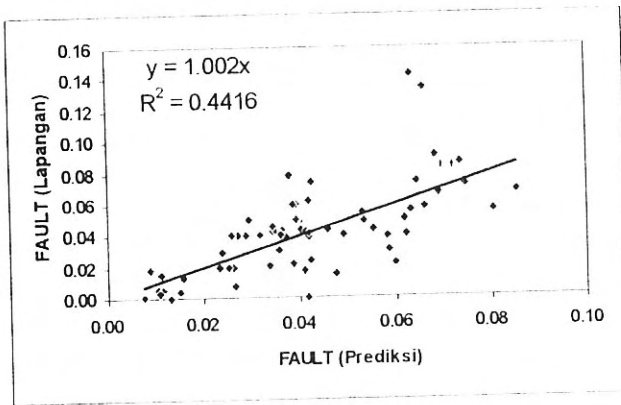
Gambar 4.4.  
VALIDASI MODEL HDM-4, PENURUNAN FAULT



Untuk selanjutnya akan dicoba mencari persamaan dengan bantuan program Nonlin, data yang dipakai berjumlah 68 buah (segmen). Data sebanyak itu merupakan gabungan dari data hasil penelitian TA 1998-1999, TA 1999-2000, dan TA 2000 pada Jalan Tol Tangerang Merak dan Jalan Tol Padaleunyi. Persamaan yang diperoleh diperlihatkan pada persamaan (b) diatas. Untuk memperjelas hasil yang diperoleh di bawah ini disajikan gambar hubungan antara Fault lapangan dengan Fault prediksi berdasarkan perhitungan dengan menggunakan rumus output dari program Nonlin tersebut.



**Gambar 4.5.**  
**USULAN MODEL PENURUNAN FAULT**



Hasil yang diperoleh menunjukkan persamaan tersebut cukup baik dan jika dilihat dari konstanta masing-masing variabel, hubungan tersebut dapat diterima secara logis. Dari hubungan tersebut diperoleh indikasi bahwa beban lalu-lintas (ESAL), koefisien drainase (Cd), bearing stress dowel (BSTRESS) dan Jarak sambungan melintang (AVJSPACE) berpengaruh positif terhadap besarnya Fault (makin besar ESAL, Cd, BSTRESS, AVJSPACE maka Fault akan semakin besar). Dan sebaliknya untuk variabel pelebaran lajur (WIDENED) dan jenis base (BASE).

#### 4.3. Model Spall

Seperti halnya model Fault, maka model spall juga diperkirakan perlu merubah konstanta pada masing-masing variabel karena adanya perbedaan kondisi iklim dan lainnya. Untuk menguji hipotesa tersebut dicoba persamaan HDM-4 sebagai berikut.

$$\text{SPALL} = \text{AGE}^2 \text{AVJSPACE} [ 549.9 - 895.7(\text{LIQSEAL}-\text{PREFSEAL}) + 1.11\text{E}-3\text{DAYS90}^3 + 375\text{DOWELCOR} + (29.01 - 27.6\text{LIQSEAL} - 28.59\text{PREFSEAL} - 27.09\text{SILSEAL})\text{FI}]/1\text{E6}$$

Hasil perhitungan diperlihatkan pada Gambar 4.6. Dari gambar tersebut terlihat model HDM-4 tidak dapat mendekati penurunan kondisi (Spall) secara bersamaan untuk Jalan Tol Tangerang – Merak dan Jalan Tol Padalarang-Cileunyi. Hasil yang diperoleh untuk kedua jalan tol tersebut sangat berjauhan. Selanjutnya akan dicoba mencari model Spall tersebut dengan bantuan program Nonlin.

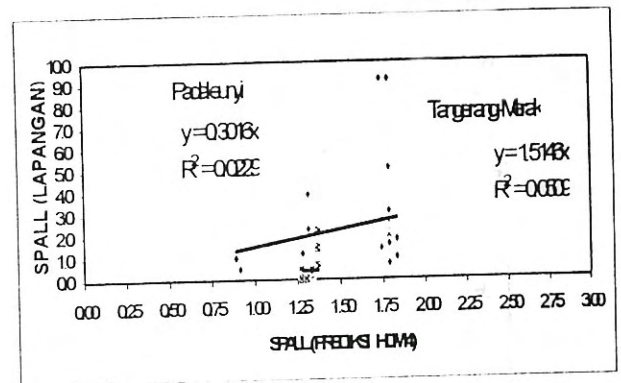
Berdasarkan output program Nonlin diperoleh persamaan untuk memprediksi SPALL sebagai berikut :

$$\text{SPALL} = \text{AGE}^2 \text{AVJSPACE} [127,62 - 1(\text{LIQSEAL}-\text{PREFSEAL}) + 3,52 \text{E}-9 \text{DAYS90}^3 + 127,75 \text{DOWELCOR} + (127,66 - 1$$

LIQSEAL - 1 PREFSEAL - 383,03 SILSEAL) ] / 1,805

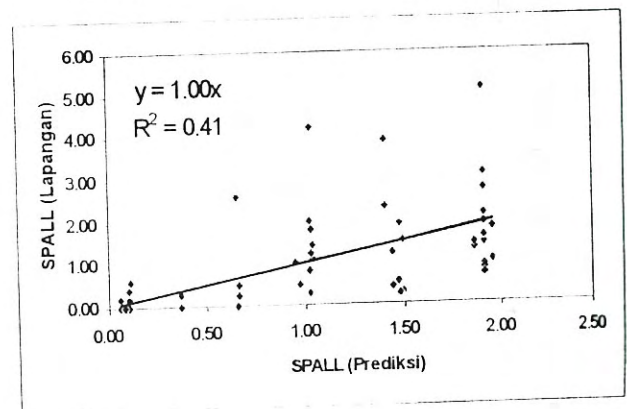
N = 67 ; R<sup>2</sup> = 0,41 ; SEE = 0,91

**Gambar 4.6.**  
**VALIDASI MODEL HDM-4, SPALL**



Hasil tersebut terlihat cukup baik dan konstanta yang diperoleh dapat diterima secara logis. Makin besar umur (AGE), jarak joint (AVJSPACE) dan temperatur maka nilai SPALL makin besar. Sedangkan pengaruh dari jenis sealent tidak begitu terlihat karena data yang ada seluruhnya menggunakan sealent jenis silicon (SILSEAL). Gambar 4.7. di bawah ini memberikan ilustrasi hubungan tersebut.

**Gambar 4.7.**  
**USULAN MODEL PENURUNAN SPALL**



#### 4.4. Model Cracks

Model cracks terlihat sangat sederhana, yaitu hanya merupakan fungsi dari nilai kumulatif fatigue (FD), akan tetapi untuk menghitung nilai FD tersebut diperlukan persamaan-persamaan yang sangat panjang.

Variabel-variabel yang berpengaruh antara lain : tegangan akibat beban lalu-lintas, tegangan akibat perbedaan temperatur pelat atas dengan bawah dan kekuatan material perkerasan kaku tersebut. Beberapa persamaan yang telah diperoleh sebelumnya adalah sebagai berikut :

a. Model HDM-4

$$CRACK = 100 / (1 + 1,41 * FD^{-1,66})$$

b. Model hasil penelitian 1998-1999

$$CRACK = k * (100 / (1 + 1,41 * FD^{-1,66}))$$

Nilai k : Rata-rata = 126000  
Sd = 270000

c. Model hasil penelitian 1999-2000

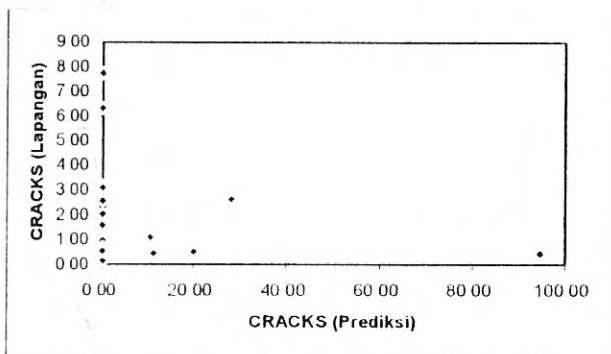
$$CRACK = k * (100 / (1 + 1,41 * FD^{-1,66}))$$

Nilai k : Rata-rata = 121988,9  
Sd = 150768,9

Nilai k yang diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya mempunyai rentang yang sangat lebar. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai Sd (standar deviasi) yang besarnya menyamai nilai rata-ratanya.

Dalam penelitian ini akan dicoba menggunakan data yang diperoleh dari survei lapangan, dengan jumlah data sebanyak 36 buah (segmen).

**Gambar 4.8**  
**VALIDASI MODEL HDM-4, CRACKS**



Gambar 4.8. menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang jelas antara cracks lapangan dengan prediksi menggunakan rumus HDM-4. Hasil ini sama dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya, dimana Sd (standar deviasi) sangat besar. Nilai craks lapangan lebih besar dari prediksi. Di beberapa lokasi diprediksi tidak ada craks ternyata kenyataanya ada.

**V. KESIMPULAN**

Sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian ini yaitu untuk menyesuaikan dan mengembangkan model kondisi penurunan perkerasan kaku berdasarkan kinerja jalan beton semen di Indonesia, maka di bawah ini disampaikan beberapa penyesuaian model tersebut.

**1. Model IRI**

$$IRI = 0,6 (IRI_{HDM-4}) + 140 \text{ (in/mile)} ; R^2 = 0,57$$

atau

$$IRI = 0,5 (IRI_{PEN98}) + 115 \text{ (in/mile)} ; R^2 = 0,55$$

Dimana :

$$IRI_{HDM-4} = 99,59 + 2,6098TFAULT + 1,8407SPALL + 2,28E-6TCRACK^3$$

$$IRI_{pen98} = 99,59 + 2,6098TFAULT + 1,8407SPALL + 2,28E-6TCRACK^3 + 216,4192MTM$$

**2. Model FAULT**

$$FAULT = ESAL^{0,36} [ 1(1-CD) + 0,234E-9 BSTRESS^2 + 0,000193 AVJSPACE^2 + 0,000439 PRECIP^{0,5} - 0,021960 BASE - 0,104757 WIDENED + 0,011701AGE ]$$

N = 68 ; R<sup>2</sup> = 0,44 ; SEE = 0,022

**3. Model SPALL**

$$SPALL = AGE^2 AVJSPACE [ 127,62 - 1 (LIQSEAL-PREFSEAL) + 3,52 E-9 DAYS90^3 + 127,75 DOWELCOR + (127,66 - 1 LIQSEAL - 1 PREFSEAL - 383,03 SILSEAL) ] / 1,805$$

N = 67 ; R<sup>2</sup> = 0,41 ; SEE = 0,91

**4. Model CRACKS**

Hasil pengkajian menunjukkan tidak ada hubungan yang jelas antara cracks lapangan dengan prediksi menggunakan rumus HDM-4. Hasil ini sama dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya, dimana Sd (standar deviasi) sangat besar.

Hasil ini mengindikasikan ada faktor lain yang mempengaruhi terjadinya cracks di lapangan. Kemungkinannya adalah terjadinya retak awal sebelum jalan dibuka untuk lalu-lintas akibat pengaruh temperatur

**DAFTAR PUSTAKA**

1. HDM-4, 1995, "Concrete Pavement Performance Models", Final Report, ERES Consultant Inc.
2. Suaryana N., 2000, "Pengkajian Model Penurunan Kondisi Perkerasan Kaku Di Indonesia", Puslitbang Jalan, Bandung.
3. Sherrod, P.H., 1994. "NONLIN, Nonlinear Regresion Analysis Program",

*Penulis :*

*Ir. Nyoman Suaryana, MSc., Staf Balai Bahan dan Perkerasan Jalan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi.*