

PENGARUH PRECONDITIONING PADA PENGUJIAN BEBAN BERULANG BAHAN BERBUTIR TANPA PENGIKAT

Oleh :

Djoko Widajat

RINGKASAN

Dua variasi preconditioning diberikan pada pengujian beban berulang bahan berbutir tanpa pengikat yaitu 1000 cycles dan 100 cycles.

Perubahan dari confining pressure dan total axial stress setelah preconditioning mengakibatkan penurunan pada nilai dari kenaikan regangan. Proporsi dari nilai penurunan dari garis persamaan untuk regangan resilien untuk 100 cycles preconditioning lebih kecil dibandingkan untuk 1000 cycles preconditioning. Sedangkan, perbedaan antara kenaikan regangan permanen untuk kedua preconditioning adalah tidak sangat signifikan. Kenaikan jumlah total pulses atau cycles akan mempengaruhi kenaikan regangan, proporsi dari kenaikan cenderung untuk menjadi makin besar dengan kenaikan cycles nya.

SUMMARY

Two variations of preconditioning are given for repeat loading test unbound material are 1000 cycles and 100 cycles.

The change of the confining pressure and total axial stress after each preconditioning, creates drop on the value of the strains increment. The proportion of dropping value for resilient strain is lower for 100 cycles than 1000 cycles preconditioning, from the equally lines. Whereas, the different between permanent strains increment for both preconditioning are not too significant. It shows that the resilient increment strains drop for 100 cycles smaller than 1000 cycles. Increasing the total number of pulses or cycles will influence on the increasing the increment of strains, the proportion of increment tend to become higher by increasing the cycles.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Terjadinya tegangan akibat beban roda pada suatu elemen material granular pada lapis perkerasan dapat disimulasi dengan pengujian triaxial beban berulang di laboratorium.

Sebelum pemberian tegangan, pada contoh uji diberikan suatu siklus beban pengkondisian guna mendapatkan permukaan atau kondisi yang merata dari contoh uji. Benda uji material granular tanpa pengikat mempunyai sifat yang peka terhadap pengaruh tekanan atau

gangguan yang berlebihan sehingga perlu dilakukan pengujian sejauh mana pengaruh preconditioning ini pada percobaan.

1.2. Metodologi

Sejumlah contoh uji agregat bergradasi tanpa pengikat yang mewakili diuji dengan 2 variasi siklus preconditioning yang berbeda sebelum diberi beban pada interval kondisi stress yang diperkirakan akan terjadi di perkerasan. Tingkah laku dari material dinilai menggunakan regangan yang terjadi dari pemberian tegangan yang digunakan.

Alat pengujian menggunakan alat Triaxial UMATTA (Universal Material Testing Apparatus) yang dikembangkan oleh Industrial Process Controls Limited (IPC) dari Australia.

1.3. Hipotesa

Preconditioning yang lebih lama akan membuat contoh uji dalam kondisi lebih stabil menerima beban dibandingkan dengan preconditioning rendah, atau regangan yang terjadi pada akhir preconditioning akan lebih tinggi dibandingkan dengan preconditioning rendah. Namun demikian ratio tegangan dan regangan pada preconditioning rendah dapat lebih besar dibandingkan preconditioning tinggi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Efektifitas perencanaan tebal perkerasan dapat diprediksi dengan mengetahui besarnya tegangan dan

regangan material perkerasan (AASHTO 1986).

Beban berulang kendaraan yang diterima oleh permukaan perkerasan akan didistribusikan ke lapis perkerasan hingga tanah dasar. Akibat beban tersebut pada lapis perkerasan akan terjadi tegangan² yang berupa tegangan vertical (vertical stress), horizontal (horizontal stress) dan tegangan geser (shear strength) serta terjadi regangan (strain) atau deformasi (deformation).

Pada waktu beban melewati suatu titik perkerasan, lapisan dibawah beban menderita tekanan. Partikel bahan akan bertingkah laku secara tidak beraturan dan menekan ke segala arah dalam rangka untuk menahan beban serta timbul tegangan dan regangan pada material. Tegangan dan regangan ini akan terus berlanjut sampai material tidak dapat menahan beban, sebagai akibatnya perkerasan rusak. Oleh karena hal tersebut, nilai yang diijinkan dari tegangan dan regangan diperlukan guna menahan beban lalu lintas.

Dari filosofi ini, prosedur pengujian dikembangkan untuk mendapatkan data yang dapat mensimulasi besarnya tegangan dan regangan.

III. PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

3.1. Pemberian beban (load applications)

Guna mendapatkan tingkah laku material pada kondisi berbeda dan untuk memberi kesempatan contoh mengalami tahap kestabilan, variasi preconditioning 1000 cycles dan 100 cycles telah diberikan pada sejumlah benda uji.

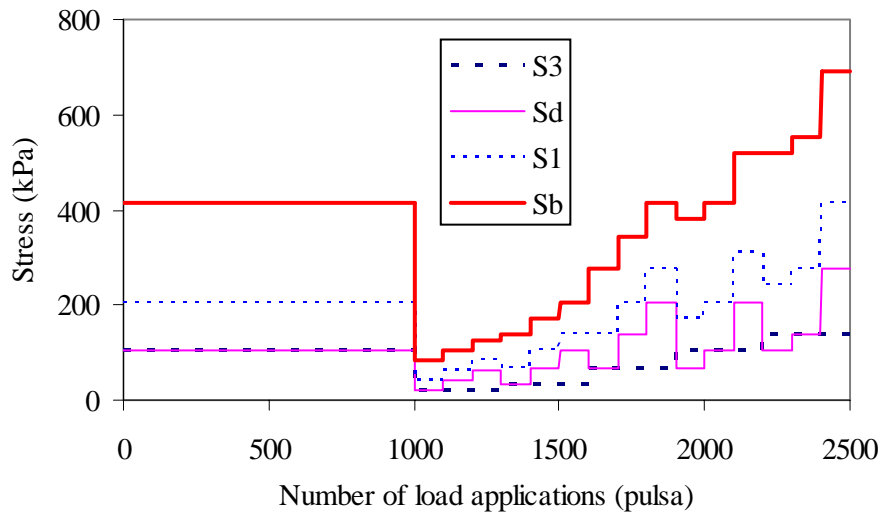
(a) Pengujian preconditioning pada 1000 cycles

Variasi urutan confine pressure diberi

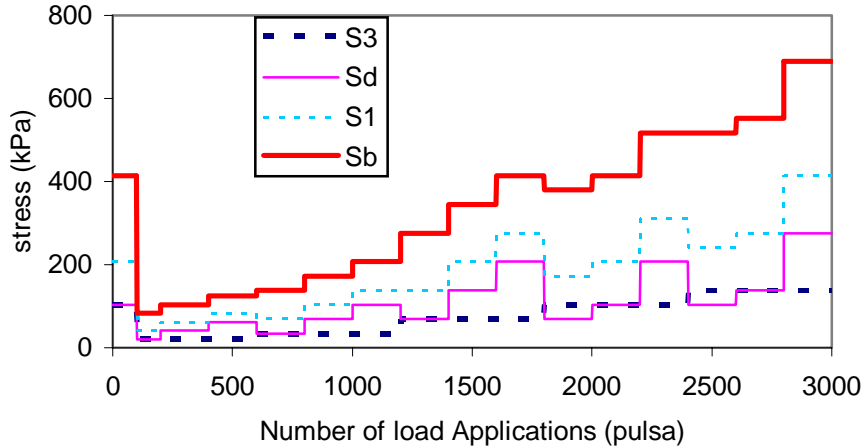
ikan pada setiap cycle pengujian. Seratus cycles diberikan pada setiap level deviator stress dan 6 cycle terakhir digunakan untuk mendapatkan modulus resilient rata-rata dan regangan. Urutan pembebanan dapat dilihat pada Gambar 1.

(b) Pengujian preconditioning pada 100 cycles

Setelah preconditioning selesai, dua ratus cycles beban dilaksanakan pada setiap level deviator stress. Urutan pembebanan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Pemberian Deviator stress dan confining pressure pada 1000 preconditioning cycles



Gambar 2. Pemberian deviator stress dan confining pressure pada 100 preconditioning cycles

Keterangan Gambar 1 dan 2 :

S3 = Total radial stress (confining pressure yang digunakan)

S1 = Total axial stress (major principal stress)

Sd = Axial deviator stress

Sb = Bulk stress

3.2 Persiapan contoh

Bahan merupakan material berbutir yang memenuhi gradasi dan persyaratan mutu agregat kelas A spesifikasi Bina Marga .

Penentuan kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum contoh dilaksanakan berdasarkan cara pengujian pemadatan berat proctor dan material tertahan pada saringan $\frac{3}{4}$ " (20 mm) diganti dengan material tertahan pada saringan no. 4 (5 mm) (AASHTO T-180).

Benda uji untuk pengujian beban berulang dipadatkan pada setakan silinder (mould) yang dapat dibelah dua dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm dan sebelum pengujian triaxial benda uji dibungkus dengan karet tipis.

Karet tipis untuk pengujian ini dibuat secara khusus. Tipikal data kekuatan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. Panjang karet tipis disesuaikan dengan panjang contoh pengujian triaxial.

Tabel 1.
Data pengujian karet tipis

No	Nama pengujian	Hasil
1	Dimensi karet: - panjang (mm) - lebar (mm) - tebal (mm)	701,00 0,25
2	Kekerasan (Duro-A)	30,00
3	Kuat Tarik : - kearah panjang (kg/cm ²) - kearah lebar (kg/cm ²)	27,80 35,40
4	Pemanjangan sampai putus : - kearah panjang (%) - kearah lebar (%)	753,30 886,70

Alat pemadat bahan pada mold digunakan pemadat getar (Kango hammer). Percobaan pemadatan meliputi penyesuaian tentang banyaknya agregat setiap lapis, jumlah lapisan padat dan periode pemadatan setiap lapis. Kadar air optimum dan berat isi kering maksimum benda uji triaxial didapat dari pengujian pemadatan berat Proctor.

Berat contoh yang sesuai untuk membuat kepadatan yang diinginkan dibagi menjadi 5 bagian dan disiapkan untuk 5 lapis pemadatan. Contoh didiamkan selama 24 jam pada kadar air yang diinginkan dan dicampur merata. Pemadatan dilakukan pada hari berikutnya dengan menggunakan pemadat getar. Waktu getaran sekitar 30 detik

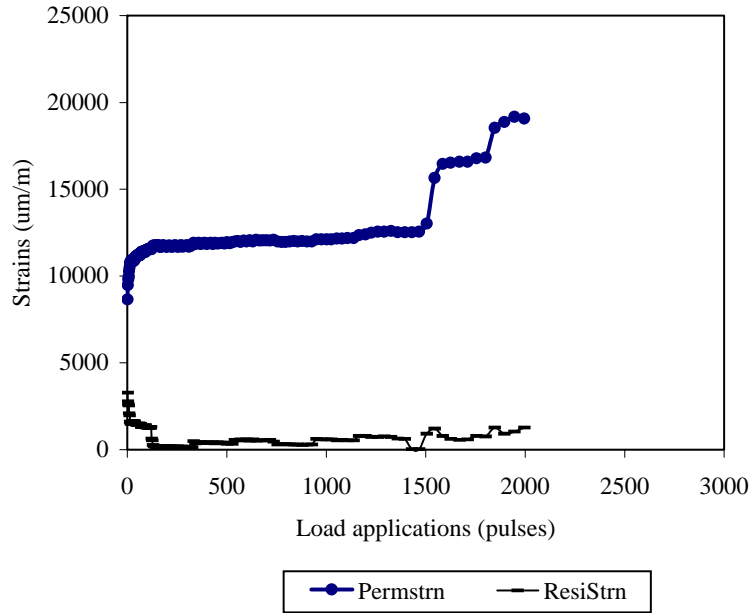
atau tanda batas lapisan yang direncanakan telah dicapai. Setelah pemadatan selesai, mould dibuka, kemudian contoh diambil dan dipasang karet pembungkus. Proses ini dilakukan dengan menghindarkan segala efek yang mempengaruhi kadar air.

3.3. Alat Triaxial

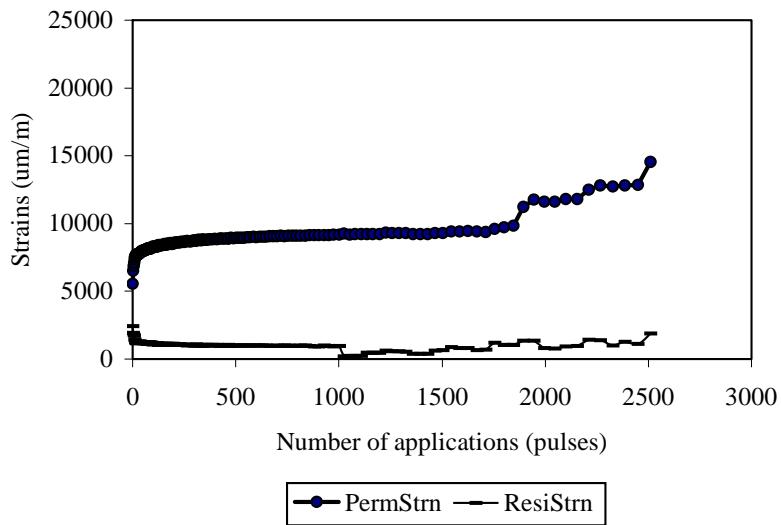
Load actuator yang mampu memberikan beban axial 10kN ke contoh uji dioperasikan dengan sistem hidrolik. Pada alat terpasang Cell triaxial yang sesuai untuk pengujian contoh silinder diameter 100 mm dan panjang 200 mm. Cell triaxial mampu menahan confining pressure sampai dengan 1000 kPa. Suatu load cell yang terdapat didalam alat dan terpasang pada load actuator digunakan untuk mengontrol pembebanan yang digunakan. Alat dilengkapi computer untuk mengoperasikan pengujian sesuai dengan beban yang diberikan. Pada percobaan ini, sebagai tekanan cell dan zat perantara adalah udara.

3.4. Analisa data

Sejumlah seri pengujian laboratorium dilaksanakan pada benda uji padat untuk menentukan karakteristik material dengan beban berulang.



Gambar 3. Tipikal korelasi antara Pembebanan v Strains, benda uji PC1-2, 100 cycles preconditioning.
 (Keterangan : Permstrn=Permanent Strain; ResiStrn = Resilient Strain)



Gambar 4. Tipikal korelasi antara Pembebanan v Strains, benda uji PC1-1, 1000 cycles preconditioning.
 (Keterangan : Permstrn=Permanent Strain; ResiStrn = Resilient Strain)

Hubungan tegangan-regangan di dapat dari 13 benda uji pengujian triaxial berulang pada preconditioning 100 cycles dan 9 benda uji untuk pengujian pada 1000 cycles preconditioning dengan kepadatan kering berbeda.

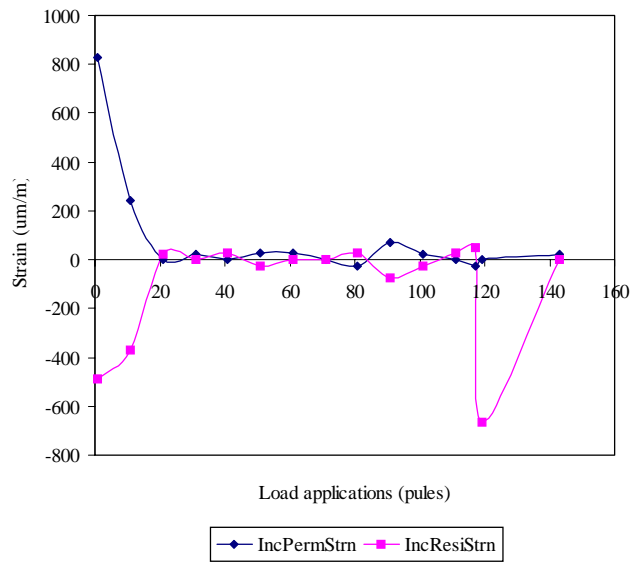
Gambar 3 dan 4 menunjukkan tipikal regangan permanent (permanent strain) dan regangan resilien (resilient strain) yang didapat dari pengujian. Bentuk dari kurva tegangan-regangan untuk confining pressure dan tegangan yang berbeda adalah serupa dan non linier.

3.4.1 Preconditioning

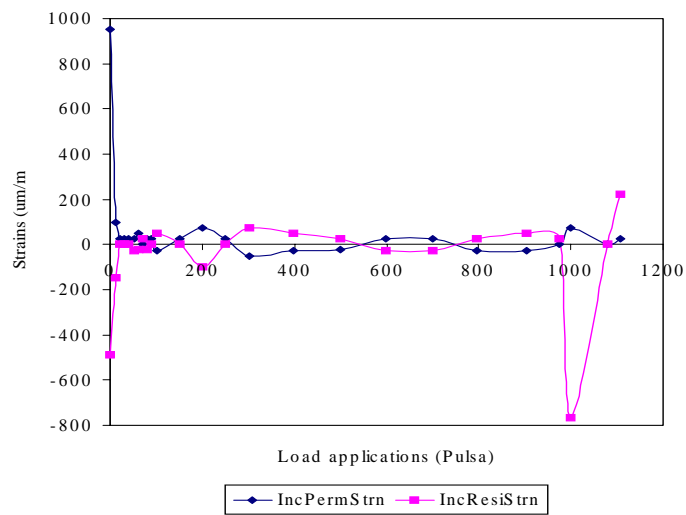
Pada preconditioning 100 maupun 1000 cycles, deviator stress dan confining pressure yang diberikan adalah sama, yaitu confining pressure adalah 103.5 kPa, dan total axial stress adalah 207.0 kPa atau deviator stress adalah 103.5 kPa. Gambar 5 dan 6 menunjukkan tipikal korelasi dari jumlah cycles dan peningkatan regangan yang terjadi selama 100 cycles dan 1000 cycles. Bentuk dari regangan akumulatif adalah serupa, tetapi besar regangan pada 100 cycles dan 1000 cycles adalah berbeda. Idealnya, kedua regangan mencapai 100 cycles pada garis (path) yang sama, tetapi karena kedua contoh tidak persis sama misalnya berbeda pada matrik butiran granular pada contoh, maka garis regangan tidak pada satu garis. Namun demikian, kedua garis relatif saling berdekatan.

Antara interval 0 dan 20 cycles kenaikan regangan turun tajam dan kemudian grafik naik atau turun relative datar. Hal ini dapat dimengerti karena pada permulaan pengujian permukaan contoh masih lemah dan belum mencapai permukaan yang merata (kondisi stabil), maka bidang kontak masih berubah-ubah sebelum mencapai bidang kontak konstan.

Perubahan dari *confining pressure* dan *total axial stress* setelah preconditioning yang lebih rendah yaitu berturut-turut 20.7 dan 41.4 kPa atau deviator stress 20.7 kPa, mengakibatkan menurunnya ke naikan regangan (Strain increment). Proporsi nilai penurunan dari garis persamaan untuk regangan resilien adalah sekitar 680 $\mu\text{m}/\text{m}$ untuk 100 cycles preconditioning dan 780 $\mu\text{m}/\text{m}$ untuk 1000 cycles preconditioning. Sedangkan, perbedaan antara *increment permanent strains* untuk kedua preconditioning adalah tidak signifikan. Menunjukkan bahwa *increment resilient strains* turun untuk 100 cycles lebih rendah dibandingkan dengan 1000 cycles. Hal ini terjadi karena setelah mencapai preconditioning 1000 cycles kestabilan contoh telah dicapai tetapi menjadi elastis. Kenaikan jumlah total pulses atau cycles akan mempengaruhi kenaikan regangan, proporsi dari kenaikan cenderung untuk menjadi makin besar dengan kenaikan cycles nya.



Gambar 5. Typical Permanent dan resilient strain increment, specimen PC1-2, 100 cycles preconditioning.
 (Keterangan : IncPermStrn = Increment Permanent Strain;
 IncResiStrn=Increment Resilient Strain)



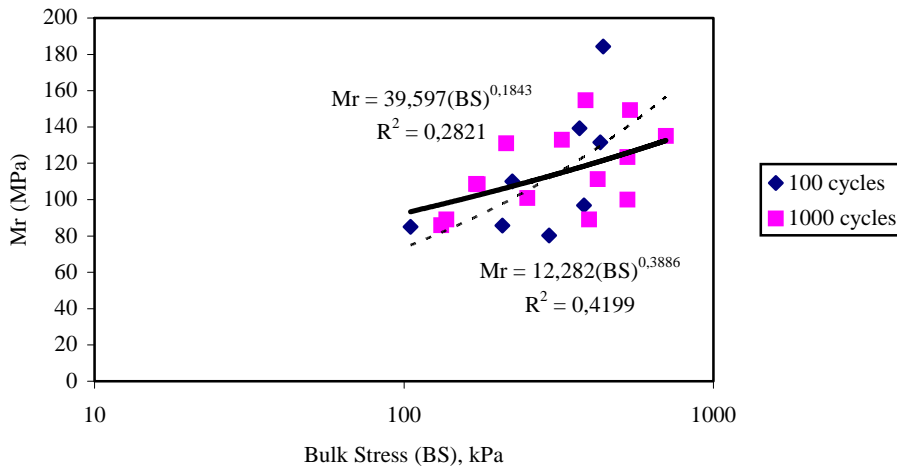
Gambar 6. Typical Permanent dan resilient strain increment, specimen PC1-1, 1000 cycles preconditioning
 (Keterangan : IncPermStrn= Increment Permanent Strain;
 IncResiStrn=Increment Resilient Strain)

3.4.2 Resilient Modulus dalam bentuk korelasi Tetha

Ratio antara tegangan – regangan pada perbedaan jumlah cycle preconditioning dapat dinyatakan dengan besarnya resilient modulus.

Dari pengujian menunjukkan bahwa, pada umumnya jika kekuatan material naik maka nilai resilient modulus juga naik. Namun demikian, koefisien determinasi adalah rendah.

Tipikal hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 7. Dari Gambar menunjukkan bahwa resilient modulus untuk preconditioning 100 cycles adalah lebih rendah dibandingkan 1000 cycles pada tahap bulk stress “n” rendah, namun kemudian berubah menjadi lebih tinggi pada tegangan lebih tinggi. Kondisi seperti ini tidak berlaku pada semua contoh uji.



Gambar 7. Tipikal korelasi antara Bulk Stress dan Resilient Modulus benda uji PC1, preconditioning 100 dan 1000 cycles.

Faktor “k1” dan “k2” pada setiap benda uji masing-masing preconditioning memberikan kisaran yang lebar. Pada preconditioning 1000 cycles nilai parameter “k1” berkisar antara 20-118 dan parameter “k2” berkisar antara 0.04-0.30, sedangkan pada preconditioning 100 cycles parameter “k1” berkisar antara 5-200.21 dan “k2” antara 0.0599-0.2838.

Kisaran dari parameter-parameter ini pada kisaran hasil pengujian yang dilaksanakan Witzak 1975 dan AASHTO 1986, namun demikian memperbandingkan parameter-parameter ini diperkirakan tidak relevan karena beberapa perbedaan pada prosedur pengujian seperti sifat material dan tipe peralatan. Parameter persamaan statistik umumnya rendah, efek dari agregat

partikel pada contoh uji tanpa pengikat diperkirakan mempengaruhi hasil pengujian yang mengakibatkan penyebaran data melebar (scatter).

IV. KESIMPULAN

Pemberian preconditioning pada pengujian pembebanan berulang material berbutir tanpa pengikat menunjukkan bahwa untuk preconditioning tinggi yaitu 1000 cycles jumlah cycles tegangan yang diberikan dapat mencapai lebih tinggi dibanding pada 100 cycles preconditioning. Hal ini berarti bahwa jumlah cycles preconditioning memberi pengaruh terhadap contoh uji.

Apabila dinyatakan dengan besarnya resilient modulus untuk masing-masing benda uji pada preconditioning 1000 cycles nilai parameter "k1" berkisar antara 20-118 dan parameter "k2" berkisar antara 0.04-0.30, sedangkan pada preconditioning 100 cycles parameter "k1" berkisar antara 5-200.21 dan "k2" antara 0.0599-0.2838.

DAFTAR PUSTAKA

1. AL SANAD, H.A., BINDRA, S.P. (1986). **Some aspects of unbound graded road aggregate materials in Kuwait**. 13th Australian Road Research Board, Vol.13, Part 3, pp 7-30.

2. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (1992). **Standard Method of test for Resilient Modulus of Unbound Granular base/Sub base Materials and sub grade Soils**. T 294-92. SHRP Protocol P46. AASHTO, Washington DC.
3. AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (1986). **Guide for design of pavement structures**. AASHTO, Washington DC.
4. AUSTRALIA ROAD RESEARCH BOARD. (1993). APRG Report No.8: **Characterisation of unbound pavement and sub grade materials using repeated loads triaxial testing**. APRG Report No.8. Austroads Pavement Research Group, Australia
5. YODER, E.J and WITCZAK, M.W (1975). **Principles of pavement design second edition**. A Wiley-Inter science publication, John Wiley and Son Inc., New York-London-Sydney-Toronto.

Penulis :

Djoko Widajat, DR, MSc., Ajun Peneliti Madya, Bidang Bahan dan Perkerasan Jalan, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum.