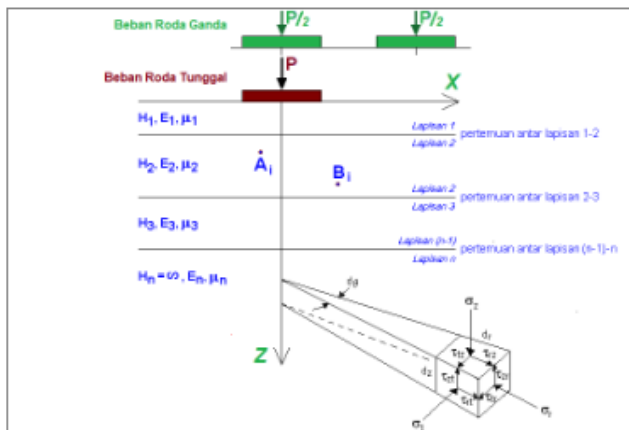
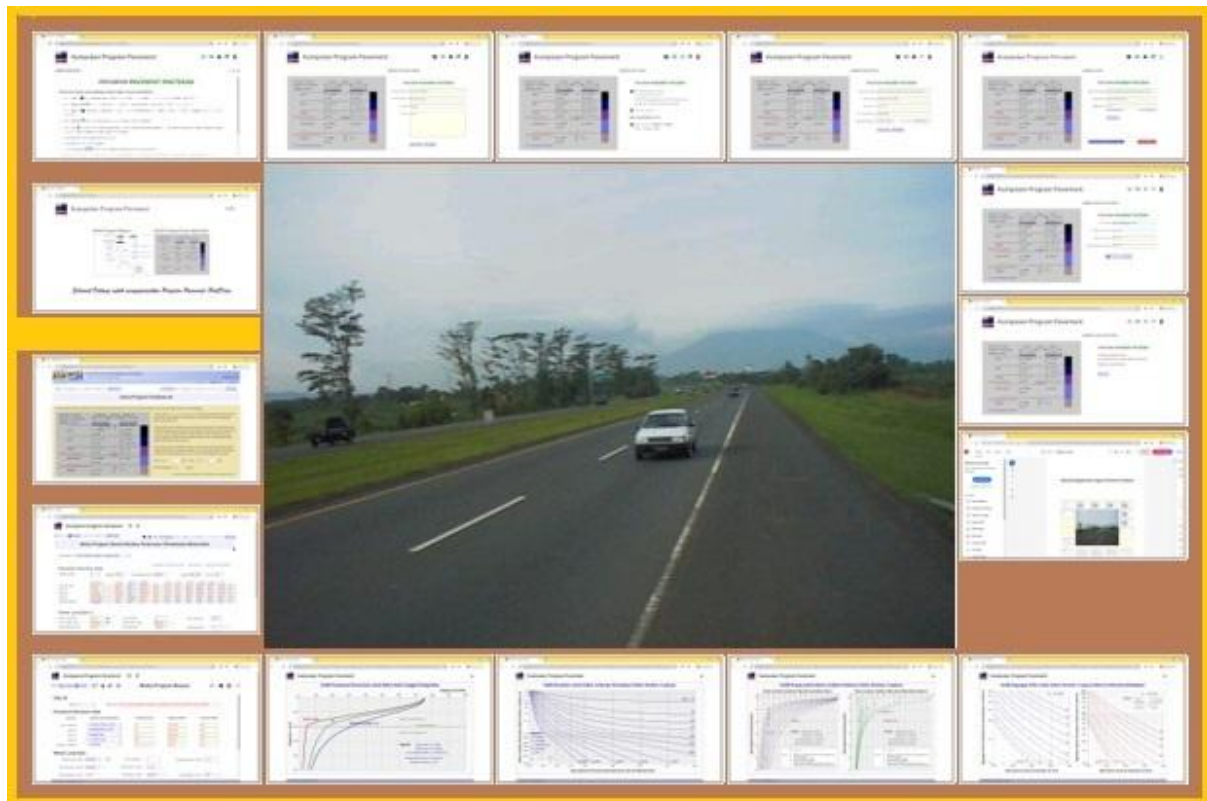
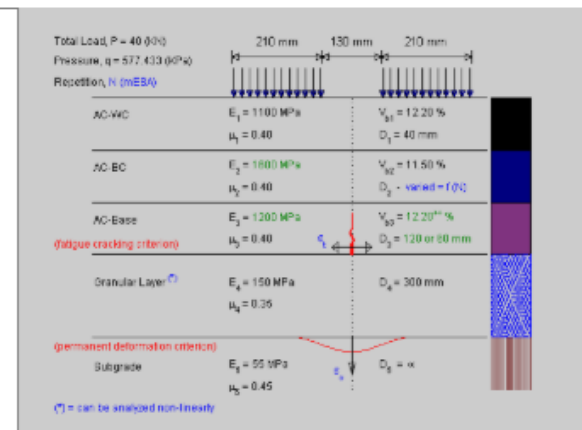


Manual Pengoperasian Program Pavement-PastDean

Modul Program Respon



Modul Program Desain Mekanistik



KATA PENGANTAR

Puji syukur yang tak terhingga Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas terselesainya penulisan buku Manual Pengoperasian Program Pavement-PastDean Edisi 2 ini. Program Pavement-PastDean merupakan versi personal dari program PastDean-M (*Pavement Structural Design and Analysis - Mechanistic*) yang disederhanakan untuk mendukung buku referensi yang Penulis terbitkan tentang Perancangan Struktur Perkerasan Lentur Jalan Berdasarkan Pendekatan Mekanistik.

Program Pavement-PastDean dimaksudkan sebagai alat bantu dalam mempelajari proses perancangan struktur perkerasan lentur jalan berdasarkan pendekatan mekanistik, baik untuk proses pengajaran dan riset di perguruan tinggi, maupun untuk perancangan jalan pada kegiatan proyek praktis. Untuk itu, program Pavement-PastDean menyediakan 2 (dua) modul program yang saling terkait, yaitu modul program Respon dan modul program Desain Mekanistik. Modul program Respon digunakan untuk perhitungan tegangan, regangan dan lendutan yang terjadi di dalam struktur perkerasan akibat beban roda kendaraan yang melintas di atasnya. Sedangkan, modul program Desain Mekanistik digunakan untuk melakukan proses desain dan analisis struktur perkerasan lentur jalan.

Contoh desain dan analisis struktur perkerasan lentur jalan dan latihan soal yang terdapat di dalam buku referensi semuanya dapat diselesaikan dengan menggunakan program Pavement-PastDean. Namun, hanya sebagian dari contoh tersebut yang dapat diselesaikan dengan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan (Ditjen Bina Marga, 2024).

Program Pavement-PastDean dapat diakses pada browser Chrome oleh Pemakai yang telah memiliki lisensi melalui tautan berikut:

<https://pavement.ftsl.itb.ac.id/Pavement-PastDean/>

Resolusi layar komputer terbaik untuk menampilkan program Pavement-PastDean adalah 1360 x 768.

Media Komunikasi Antar Pemakai untuk berbagi pengalaman, pertanyaan atau solusi tentang permasalahan desain struktur perkerasan secara mekanistik dan/atau pengoperasian program Pavement-PastDean telah ditambahkan untuk kemanfaatan sebesar-besarnya bagi pemakai program Pavement-PastDean.

Lisensi program Pavement-PastDean dapat dipesan bersamaan dengan pemesanan buku referensi di website itbpress.id (atau Tokopedia Books atau Instagram itbpress.store atau ITB Press Bookstore) atau langsung menghubungi Admin Program Pavement-PastDean di alamat yang tertera pada Lembar Beranda Program Pavement-PastDean.

Proses registrasi dan pemesanan lisensi program Pavement-PastDean tersedia pada Browser Chrome melalui tautan berikut:

<https://pavement.ftsl.itb.ac.id/Reg-Pavement-PastDean/>

Petunjuk Pengoperasian Proses Registrasi dan Pemesanan Lisensi program Pavement-PastDean diberikan di Lampiran D.

Sebagai Informasi tambahan, program PastDean-M versi lengkap (atau versi professional) tersedia di e-katalog, pada tautan:

<https://e-katalog.lkpp.go.id/katalog/produk/detail/76307579?type=general>

Mudah-mudahan, program Pavement-PastDean dapat membantu perancang jalan dalam menghasilkan struktur perkerasan jalan berkualitas di Indonesia.

Penulis,

Dr. Ir. Djunaedi Kosasih, MSc.

DAFTAR ISI

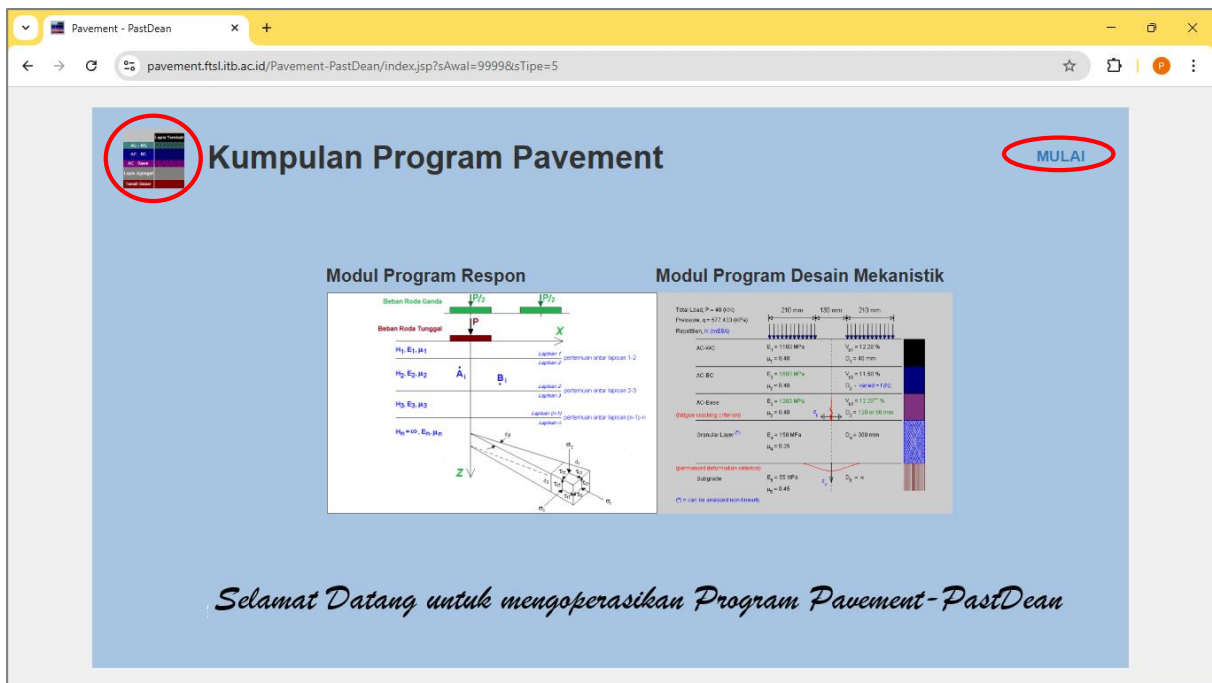
	Halaman
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1. MEMULAI PENGOPERASIAN PROGRAM PAVEMENT-PASTDEAN	1-1
1.1. Halaman Muka Program Pavement-PastDean	1-1
BAB 2. LEMBAR BERANDA PROGRAM PAVEMENT-PASTDEAN	2-1
2.1. Lembar Beranda / Lembar Login Program Pavement-PastDean	2-1
2.1.1. Lembar Ubah Kata Kunci	2-4
2.1.2. Lembar Lupa Kata Kunci	2-5
2.1.3. Lembar Kerja Demo Program	2-6
2.2. Lembar Bantuan Program Pavement-PastDean	2-10
2.3. Lembar Kontak Admin Program Pavement-PastDean	2-12
2.4. Lembar Help Desk Program Pavement-PastDean	2-13
2.5. Lembar Registrasi Program Pavement-PastDean	2-14
BAB 3. MODUL PROGRAM RESPON	3-1
3.1. Lembar Kerja Modul Program Respon	3-1
3.2. Validasi Modul Program Respon	3-9
BAB 4. MODUL PROGRAM DESAIN STRUKTUR PERKERASAN (PENDEKATAN MEKANISTIK)	4-1
4.1. Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan	4-1
BAB 5. PENUTUP	5-1
LAMPIRAN-LAMPIRAN	
A Tabel Distribusi Normal	A-1
B Konversi Satuan dan Konstanta	A-1
C Media Komunikasi Antar Pemakai Program Pavement-PastDean	C-1
D Petunjuk Pengoperasian Proses Registrasi dan Pemesanan Lisensi Program Pavement-PastDean	D-1

BAB 1. MEMULAI PENGOPERASIAN PROGRAM PAVEMENT–PASTDEAN

1.1. Halaman Muka Program Pavement-PastDean

Program Pavement-PastDean dapat diakses pada browser Chrome via tautan berikut: <https://pavement.ftsl.itb.ac.id/Pavement-PastDean/>


Halaman Muka ditampilkan, seperti terlihat pada **Gambar 1-1**. Ada 1 (satu) ikon dan 1 (satu) pranala yang dapat dioperasikan, sebagai berikut:



Gambar 1-1: Tampilan Halaman Muka Program Pavement-PastDean

- (i) Pengoperasian program Pavement-PastDean dimulai dari Halaman Muka ini dengan klik pada pranala **MULAI** untuk membuka Lembar Beranda/Lembar Login. Di Halaman Muka, Nama Pemakai, ID Pemakai dan Password masih belum diperlukan. Pengaturan session berawal dari Halaman Muka ini. Namun, nilai session masih kosong.

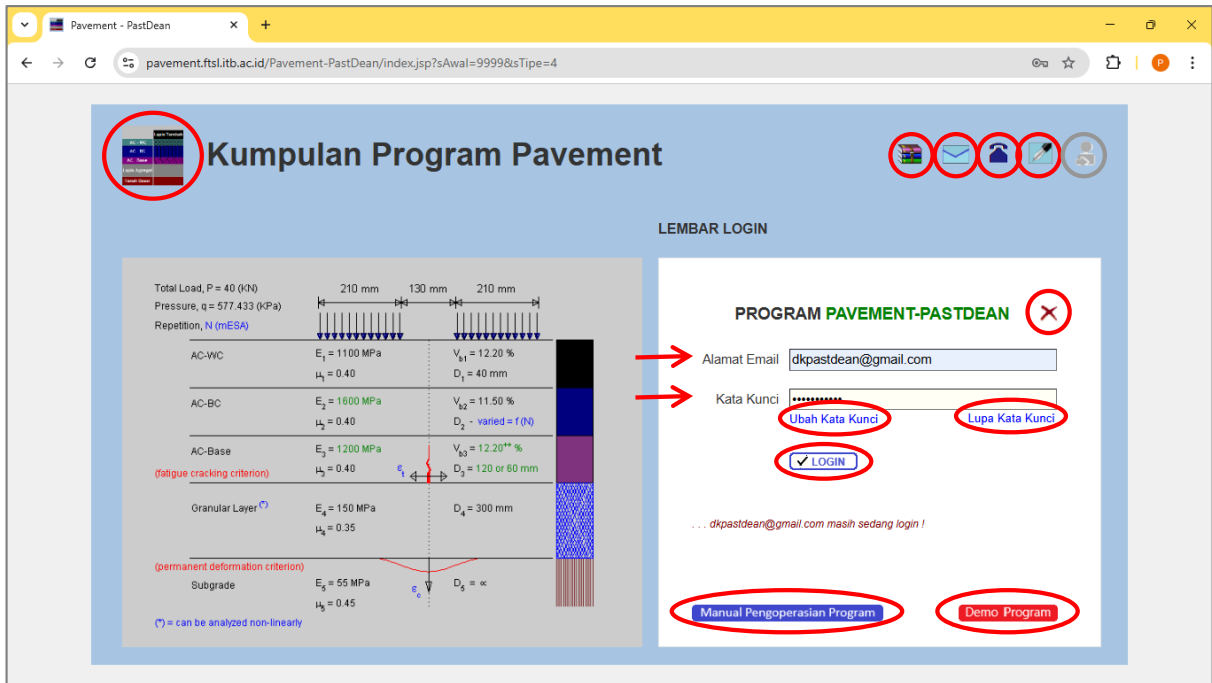
Pengoperasian Halaman Muka, Lembar Beranda/Lembar Login dan kedua modul program, i.e. Modul Program Respon dan Modul Program Desain Mekanistik, berakhir di Halaman Penutup (**Gambar 2-2**) yang bersifat iteratif untuk kembali ke Halaman Muka lagi, dst. Setelah proses login, Modul Program Respon dan Modul Program Desain Mekanistik dapat dibuka secara bergantian.

- (ii) Klik ikon header  untuk mengakhiri pengoperasian program Pavement-PastDean. Lisensi program Pavement-PastDean harus diperpanjang setiap tahun dengan biaya perpanjangan lisensi sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan pada saat pemesanan lisensi program Pavement-PastDean atau perubahan sesudahnya.






BAB 2. LEMBAR BERANDA / LEMBAR LOGIN PROGRAM PAVEMENT–PASTDEAN


2.1. Lembar Beranda / Lembar Login Program Pavement-PastDean

Lembar Beranda ditampilkan, seperti terlihat pada **Gambar 2-1**. Lembar Beranda juga merupakan Lembar Login Program Pavement-PastDean. Ada 14 (lima belas) ikon, Editbox, pranala dan tombol yang dapat dioperasikan. Di sini, ikon Login berwarna silver karena sedang ditampilkan.



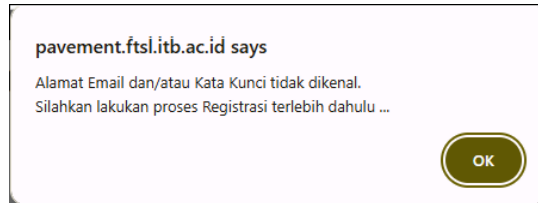
Gambar 2-1: Tampilan Lembar Beranda / Lembar Login Program Pavement-PastDean

- (i) Ikon **Bantuan**  untuk menampilkan Lembar Bantuan (**sub bab 2.2.**)
- (ii) Ikon **Kontak Admin**  untuk mengirimkan pesan email ke Admin Program Pavement-PastDean tentang pertanyaan seputar program Pavement-PastDean (**sub bab 2.3.**)
- (iii) Ikon **Help Desk**  untuk menampilkan informasi tentang nama kantor, no. telepon, dan alamat email Admin Program Pavement-PastDean untuk bertanya secara lisan seputar program Pavement-PastDean (**sub bab 2.4.**)
- (iv) Ikon **Registrasi**  untuk pendaftaran sebagai pengguna baru Program Pavement-PastDean (**sub bab 2.5.**)
- (v) Ikon **Login**  diperuntukkan hanya bagi pengguna Program Pavement-PastDean yang telah memiliki akun untuk membuka Lembar Kerja Program Pavement-PastDean. Di sini ikon Login tidak aktif karena sedang ditampilkan.
- (vi) Isikan alamat email pada Editbox **Alamat Email** dan kata kunci pada Editbox **Kata Kunci**. Kedua data ini harus terisi dengan benar dan lengkap.

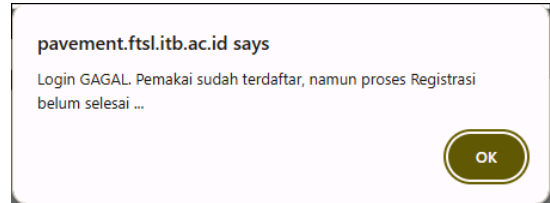
- (viii) Tekan tombol **Login**  untuk mulai membuka lembar kerja program Pavement-PastDean. Pesan khusus ditampilkan hanya jika login tidak berhasil karena Pemakai sebenarnya masih sedang login. Pengaturan session dimulai di sini (**bab 4.**)

Deskripsi Pesan Kesalahan/Peringatan Lainnya Pada Saat Proses Login:

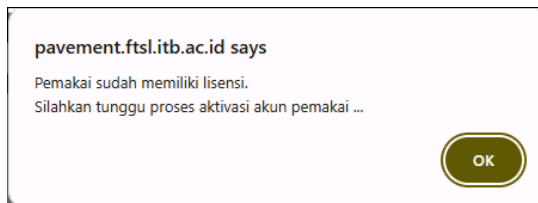
Pesan #1: Pemakai belum terdaftar



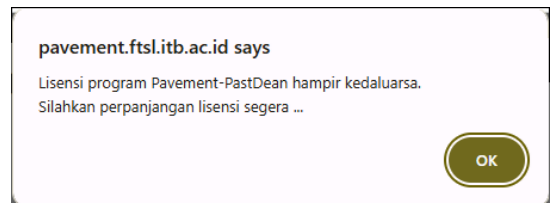
Pesan #2: Proses Registrasi belum selesai



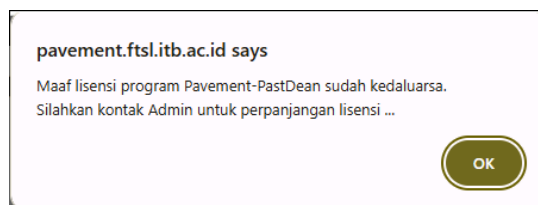
Pesan #3: Proses Registrasi masih menunggu aktivasi akun pemakai







Pesan #4: Lisensi program hampir kedaluarsa



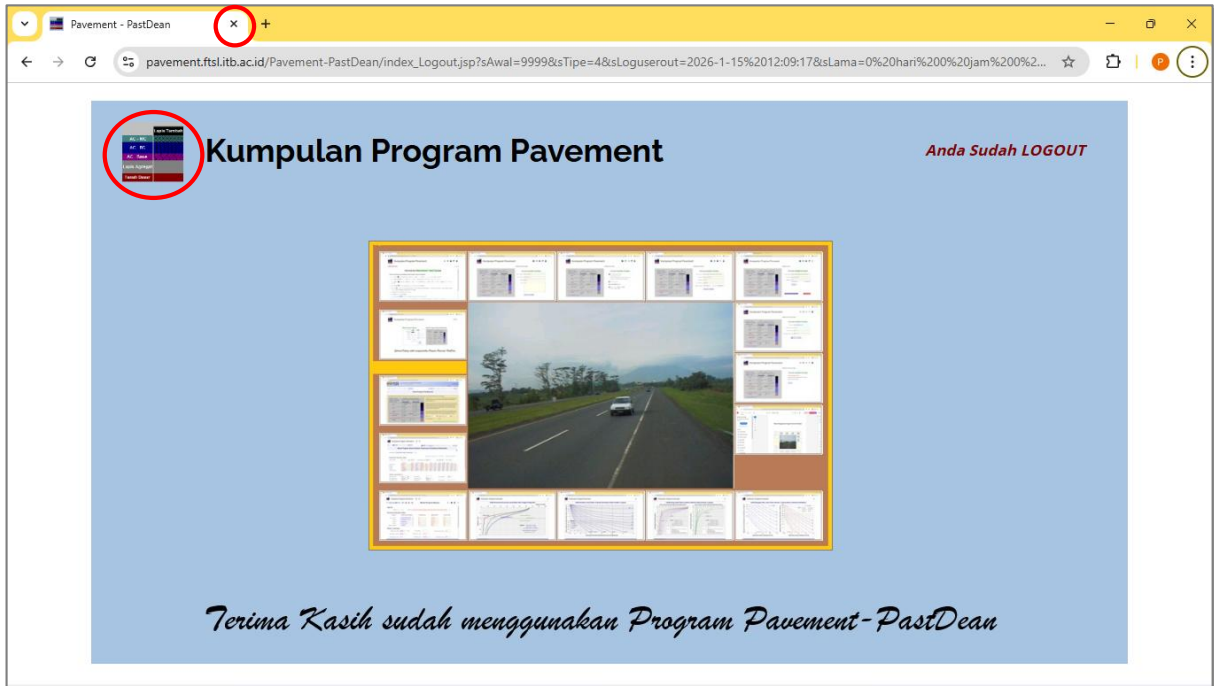
Pesan #5: Lisensi program sudah kedaluarsa




- (ix) Pranala [Ubah Kata Kunci](#) pada Lembar Login untuk mengubah Kata Kunci Lama, jika diperlukan, atau seharusnya dilakukan khususnya setelah memperoleh kata kunci baru sebagai pengganti kata kunci lama yang terlupa. Pengaturan session juga dilakukan di sini (**sub bab 2.1.1.**)
- (x) Pranala [Lupa Kata Kunci](#) pada Lembar Login untuk mendapatkan Kata Kunci Baru lewat email sebagai pengganti kata kunci lama yang terlupa. Seandainya, ada masalah dengan layanan email, kontak Help Desk untuk reset kata kunci.
- (xi) Tekan tombol **Manual Pengoperasian Program**  untuk menampilkan dan mengunduh file ini (**Gambar 2-13**)
- (xii) Tekan tombol **Demo Program**  untuk memperlihatkan contoh proses desain struktur perkerasan berdasarkan pendekatan mekanistik secara sederhana tanpa harus login terlebih dahulu (**sub bab 2.1.3**)
- (xiii) Klik pada ikon **Header Program Pavement-PastDean**  atau ikon **Tutup**  untuk menutup Lembar Beranda/Lembar Login dan membuka Halaman Penutup.

Halaman Penutup:

Halaman Penutup ditampilkan, seperti terlihat pada **Gambar 2-2**. Ada 2 (dua) ikon yang dapat dioperasikan, sebagai berikut:



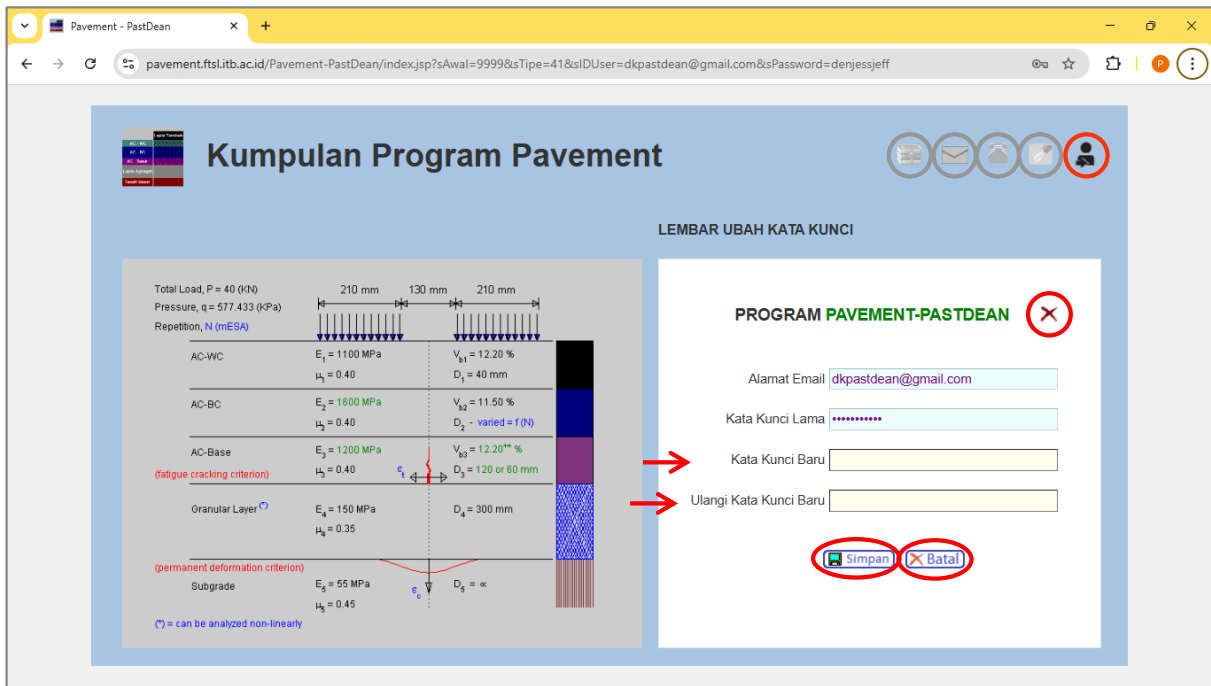
Gambar 2-2: Tampilan Halaman Penutup Program Pavement-PastDean

- (i) Klik ikon **Header Program Pavement-PastDean**  untuk membuka kembali Halaman Muka (**Gambar 1-1**).
- (iii) Klik ikon **Tutup Halaman Browser** **X** hanya di sini saja untuk mengakhiri pengoperasian program Pavement-PastDean.

Menutup Halaman Browser di tempat lain dapat menyebabkan gagal login berikutnya karena status Pemakai akan dianggap masih sedang login program Pavement-PastDean.

2.1.1. Lembar Ubah Kata Kunci

Lembar Ubah Kata Kunci ditampilkan, seperti terlihat pada **Gambar 2-3**. Ada 7 (tujuh) ikon, 2 (dua) Editbox dan 2 (dua) tombol yang dapat dioperasikan.



Gambar 2-3: Tampilan Lembar Ubah Kata Kunci

- 5 (lima) ikon menu yang berwarna merah dan abu sudah dijelaskan pada **sub bab 2.1**. di atas.
- Isikan alamat email pemakai pada Editbox **Alamat Email**; Isikan kata kunci lama pada Editbox **Kata Kunci Lama**; Isikan kata kunci baru pada Editbox **Kata Kunci Baru**; Isikan sekali lagi kata kunci baru pada Editbox **Ulangi Kata Kunci Baru**.
- Tekan tombol **Simpan** untuk menyimpan kata kunci yang baru ke dalam database Pavement-PastDean, dan, langsung beralih ke Lembar Beranda / Lembar Login.

Ketentuan perubahan kata kunci:

- ID Pemakai dan Kata Kunci Lama telah memiliki lisensi program Pavement-PastDean
- Kata Kunci Baru tidak boleh sama dengan Kata Kunci Lama
- Kata Kunci Baru tidak boleh kosong
- Kata Kunci Baru dan pengulangan Kata Kunci Baru harus sama
- Klik pada tombol **Batal** untuk menutup Lembar Ubah Kata Kunci dan kembali ke Lembar Beranda / Lembar Login.
- Ikon **Login** untuk menutup Lembar Ubah Kata Kunci dan kembali ke Lembar Beranda / Lembar Login tanpa menyimpan perubahan Kata Kunci.

2.1.2. Lembar Lupa Kata Kunci

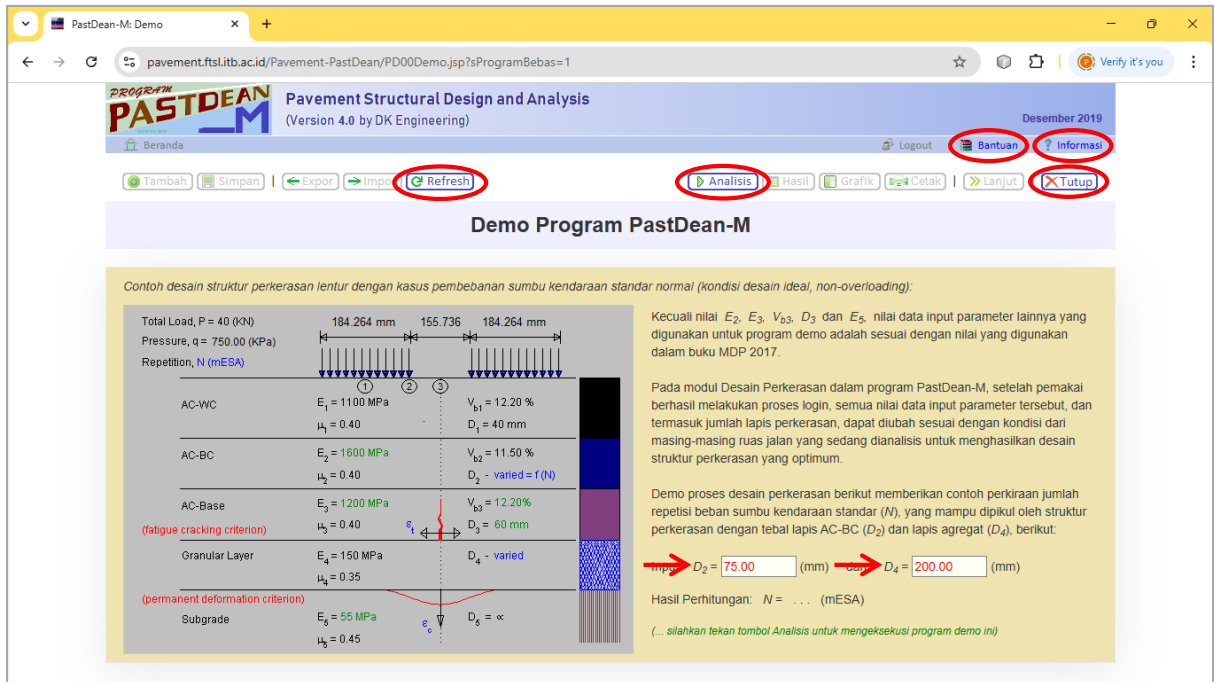
- Pemakai harus telah memiliki lisensi program Pavement-PastDean.
- Kata Kunci Baru dibentuk secara acak oleh program Pavement-PastDean dan dikirimkan langsung ke alamat email pemakai.
- Agar kata kunci dapat mudah diingat, maka proses ubah kata kunci sebaiknya langsung dilakukan.

Catatan: Nama Pemakai dan Alamat Email tidak boleh terlupa dan tidak dapat diubah.






Jika pemakai program Pavement-PastDean masih menemui kesulitan dalam melakukan proses login, maka pemakai dapat menghubungi Help Desk untuk memperoleh bantuan teknis.

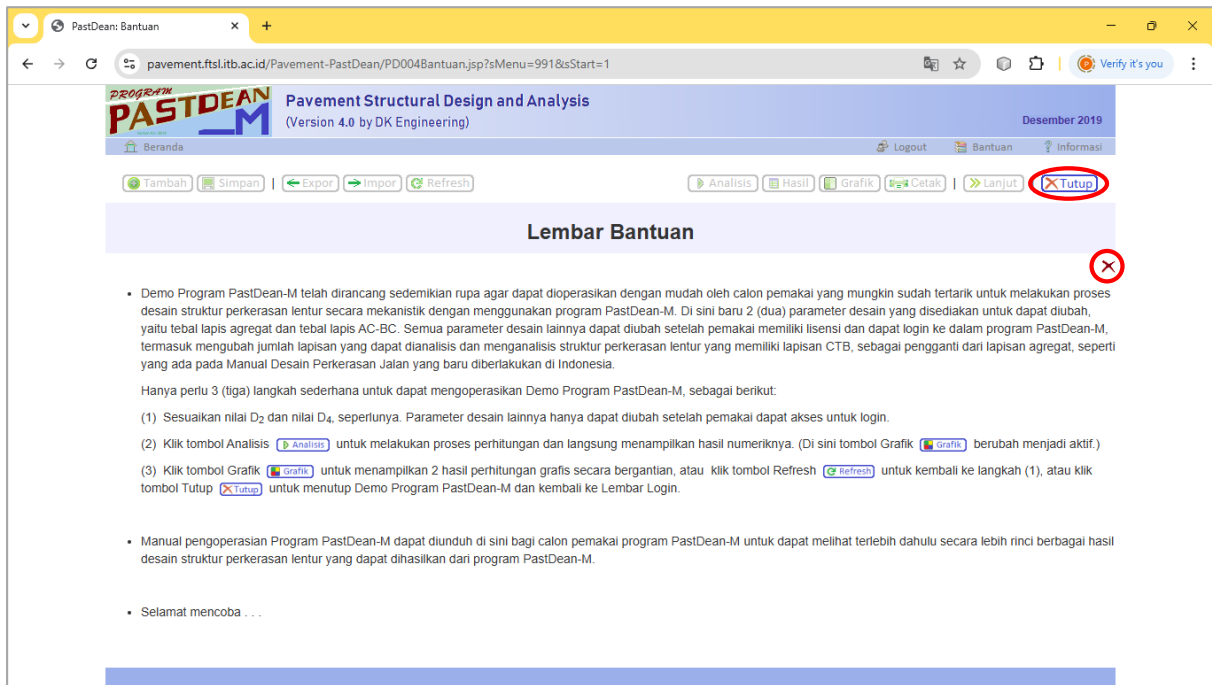
2.1.3. Lembar Kerja Demo Program

Lembar Kerja Demo Program PastDean-M ditampilkan, seperti terlihat pada **Gambar 2-5**. Ada 2 (dua) ikon menu, 3 (tiga) tombol dan 2 (dua) Editbox yang dapat dioperasikan.



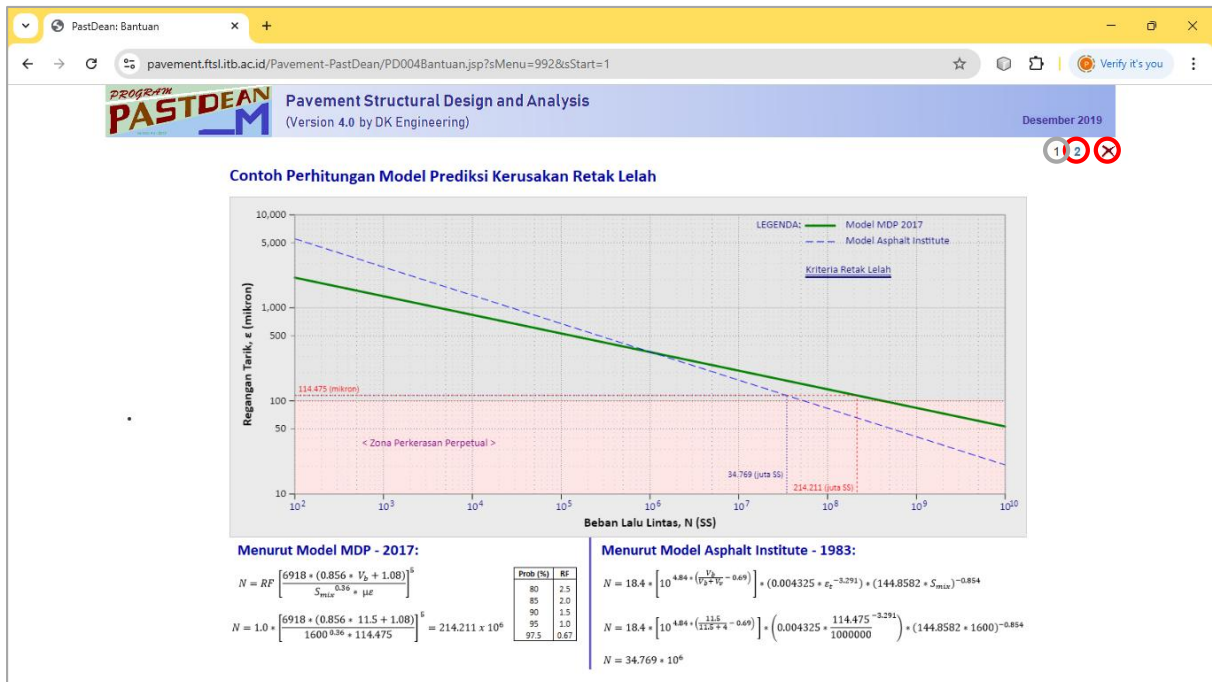
Gambar 2-5: Tampilan Lembar Kerja Demo Program

- (i) Ikon Menu **Bantuan**  untuk menampilkan Lembar Bantuan, seperti yang diperlihatkan pada **(Gambar 2-6)**.
 - (ii) Ikon Menu **Informasi**  untuk menampilkan 2 (dua) gambar pada Lembar Informasi, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 2-7** dan **2-8**.
 - (iii) Tombol **Refresh**  menampilkan ulang Lembar Kerja Demo Program.
 - (iv) **Tombol Analisis**  untuk menghitung umur layan struktur perkerasan untuk nilai D_2 dan nilai D_4 seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 2-9**.
 - (v) Tombol **Tutup**  untuk menutup Lembar Kerja Demo Program dan kembali ke Lembar Beranda / Lembar Login.
 - (vi) Isikan tebal lapisan AC-BC pada Editbox **Nilai D_2**
 - (vii) Isikan tebal lapisan fondasi agregat pada Editbox **Nilai D_4**
- * Dengan mengubah-ubah nilai D_2 dan nilai D_4 dapat diperoleh kurva struktur perkerasan desain, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 4-3 (a)**.



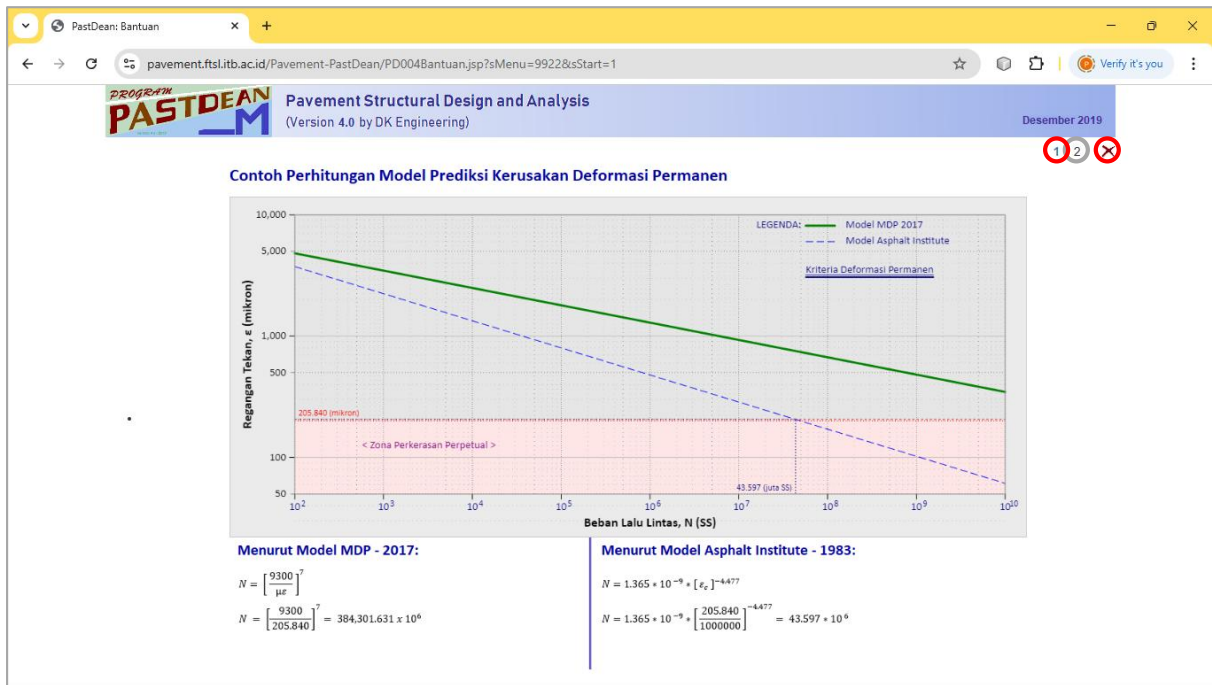
Gambar 2-6: Tampilan Lembar Bantuan Demo Program

- Ikun tombol **Tutup** **Tutup** atau ikon **Tutup** **X** untuk menutup Lembar Bantuan dan kembali ke Lembar Kerja Demo Program.

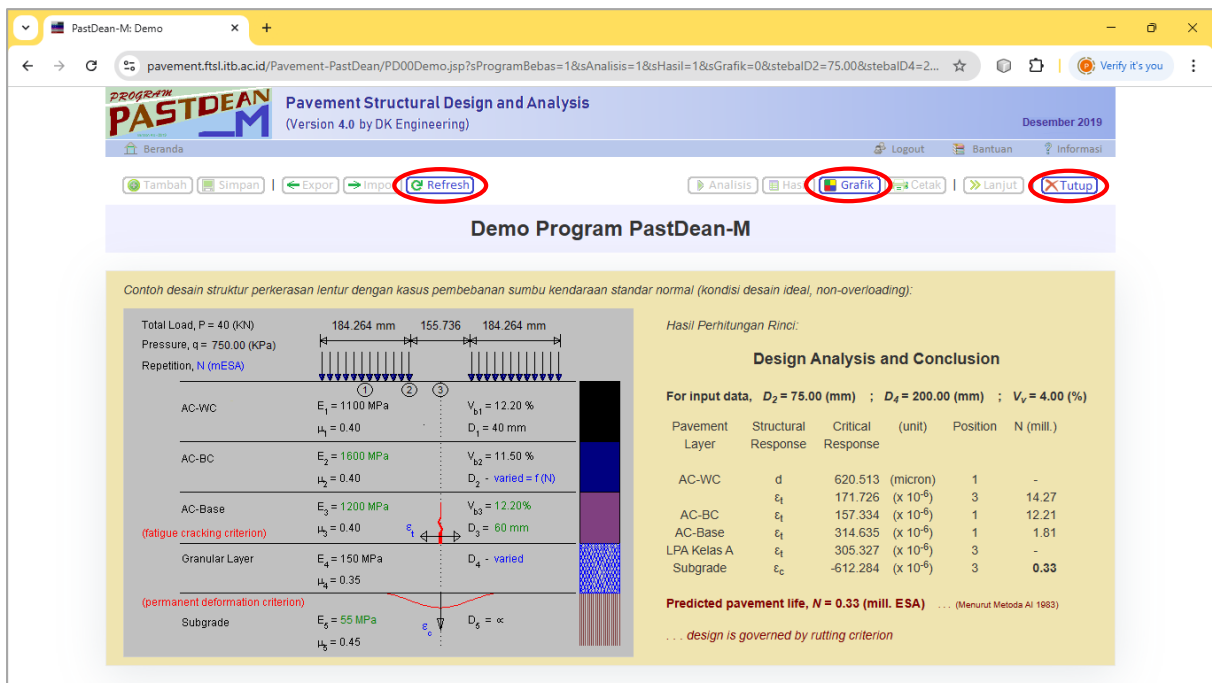


Gambar 2-7: Tampilan Lembar Informasi Demo Program

Contoh pemakaian model kriteria kerusakan alur dan model kriteria kerusakan retak lelah diperlihatkan pada **Gambar 2-7** dan **Gambar 2-8**, baik untuk model MDPJ 2017 maupun untuk model Asphalt Institute 1983.



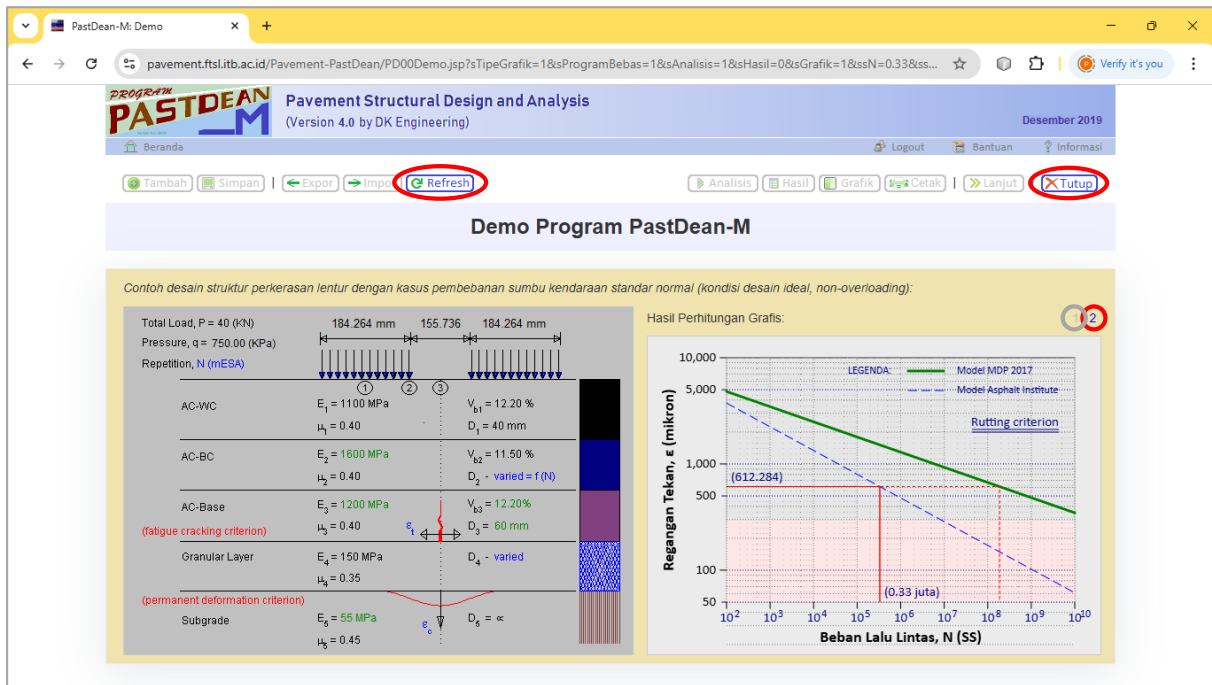
Gambar 2-8: Tampilan Lembar Informasi Demo Program (Lanjutan)



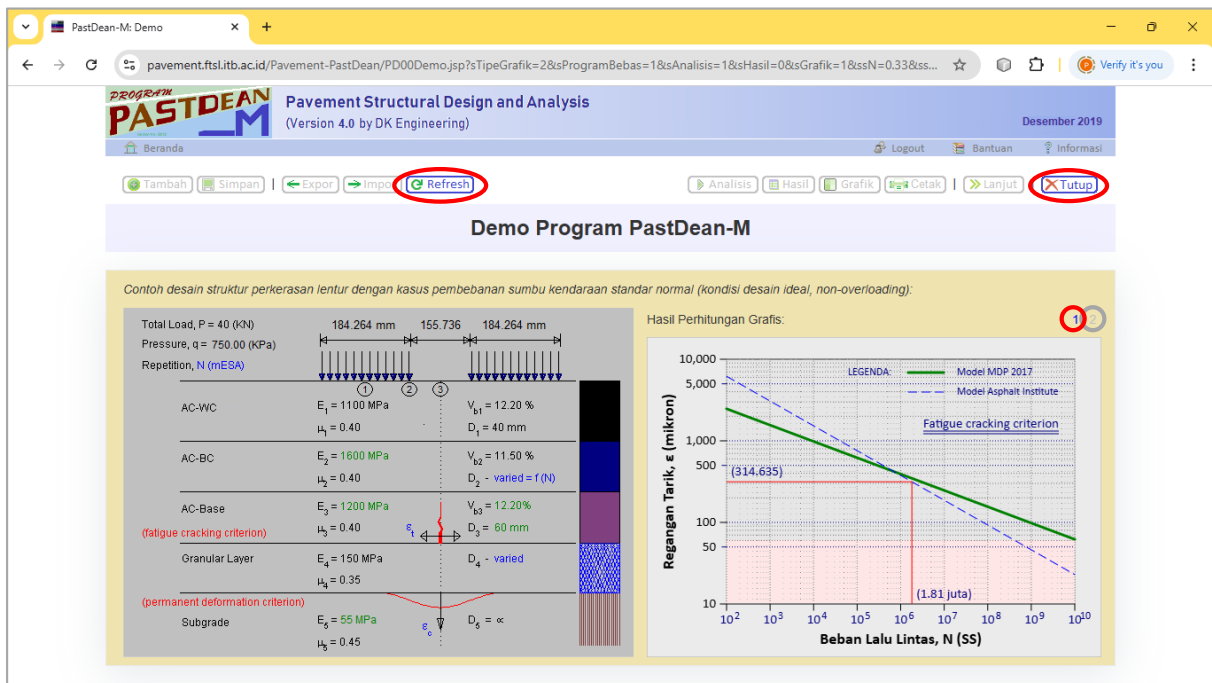
Gambar 2-9: Tampilan hasil Struktur Perkerasan Desain dari Demo Program

Di sini, tombol **Grafik** menjadi aktif untuk membuka Lembar Hasil Grafik terkait, seperti yang terlihat pada **Gambar 2-10** dan **Gambar 2-11**.

Umur Layan Struktur Perkerasan Desain, N = 0.33 SS ditentukan oleh kriteria alur. Kesimpulan desain ini diperlihatkan dengan lebih jelas pada 2 (dua) grafik berikut yang dihasilkan. Nilai N merupakan nilai N terkecil berdasarkan kriteria kerusakan retak leleh atau kriteria kerusakan alur.



Gambar 2-10: Tampilan hasil Grafik dari Demo Program



Gambar 2-11: Tampilan hasil Grafik dari Demo Program (Lanjutan)

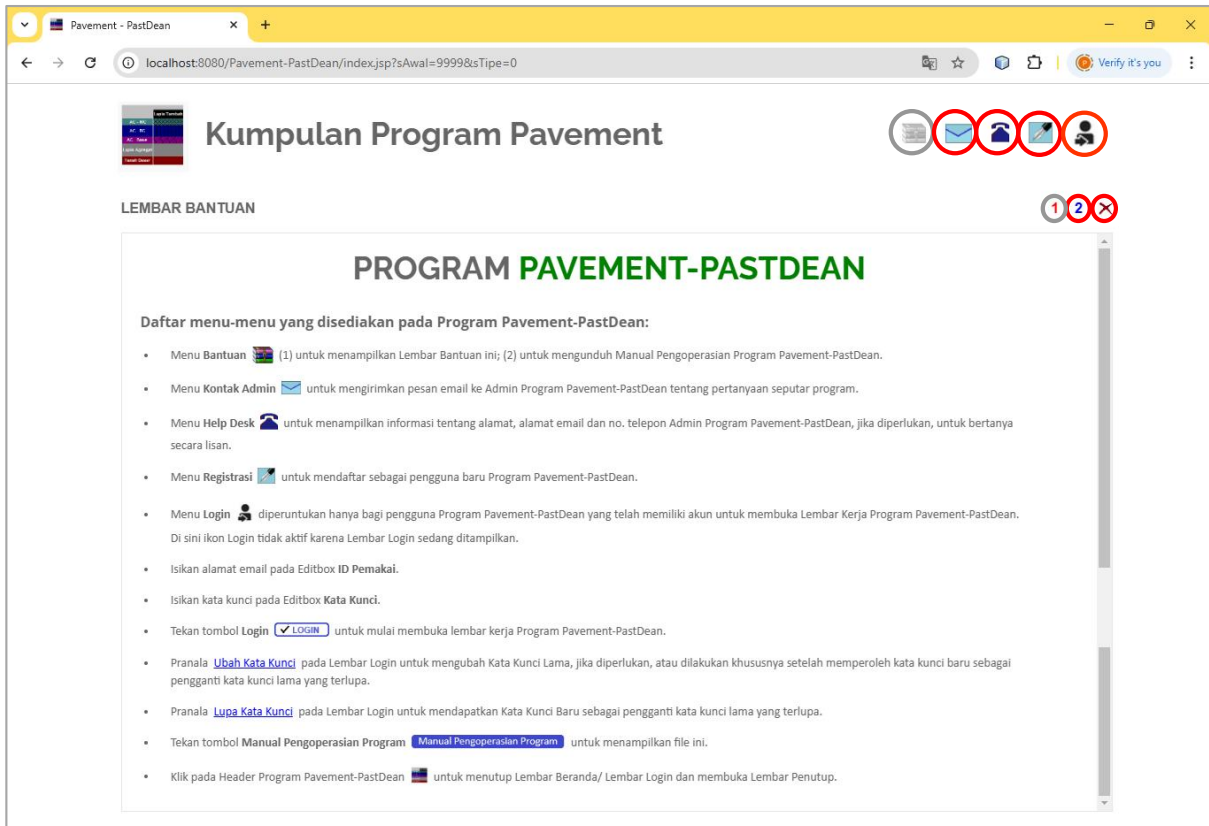
Dari **Gambar 2-10** dan **Gambar 2-11** terlihat bahwa umur layan kritis sebesar $N = 0.33$ SS ditentukan oleh kriteria kerusakan alur.

Berdasarkan kriteria kerusakan alur, model MDPJ 2017 selalu lebih konservatif dari pada model Asphalt Institute 1983. Sedangkan, berdasarkan kriteria kerusakan retak lelah, model MDPJ 2017 lebih ekonomis untuk beban lalu lintas sedang dan lebih konservatif untuk beban lalu lintas berat.

2.2. Lembar Bantuan Program Pavement-PastDean

Lembar Bantuan menyediakan 5 (lima) ikon menu, 2 (dua) pranala dan 1 (satu) ikon yang dapat dioperasikan, seperti terlihat pada **Gambar 2-12**. Di sini, ikon menu Bantuan dan pranala 1 berwarna silver karena sedang ditampilkan.

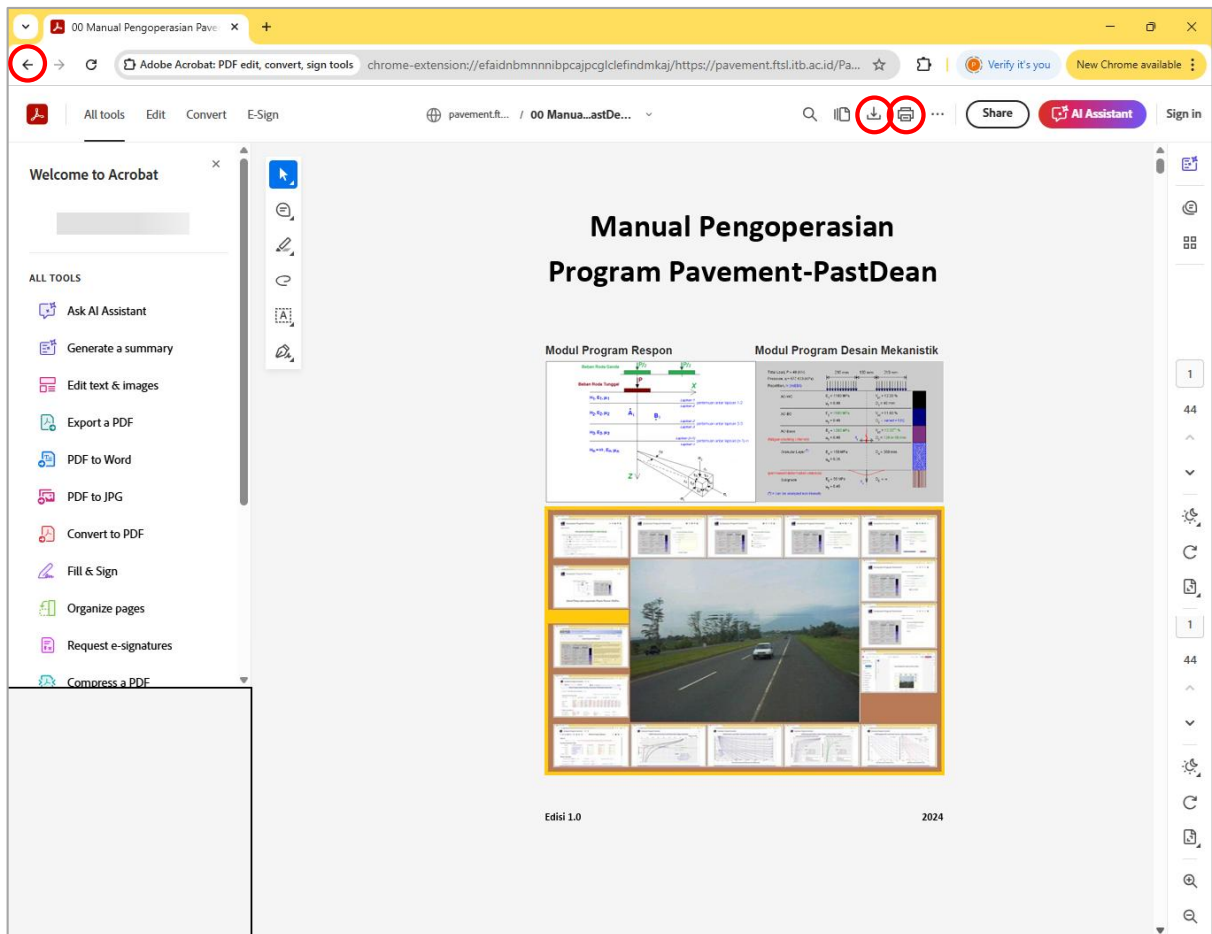
(i) Tampilan pranala 1



Gambar 2-12: Tampilan Lembar Bantuan Program Pavement-PastDean

- 5 (lima) ikon menu yang berwarna merah dan abu sudah dijelaskan pada **sub bab 2.1**. di atas.
- **Pranala 1** untuk menampilkan Lembar Bantuan
- Tekan **Pranala 2** untuk menampilkan buku Manual Pengoperasian Program.
- Tekan ikon **Tutup** ✖ untuk menutup Lembar Bantuan dan kembali ke Lembar Beranda / Lembar Login.

(ii) Tampilan pranala 2

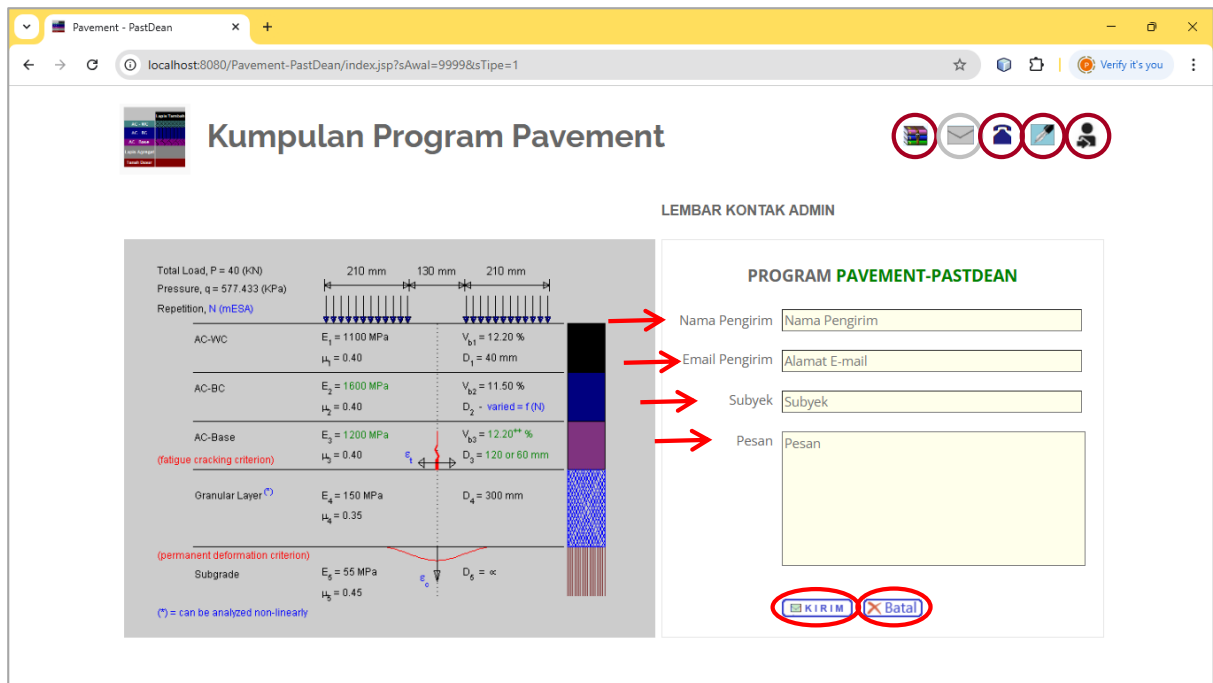


Gambar 2-13: Tampilan cover buku manual pengoperasian program Pavement-PastDean

- Tekan ikon **Back** pada browser untuk menutup tampilan pranala 2 dan kembali ke tampilan pranala 1
- Ikon **Unduh** untuk mengunduh buku manual pengoperasian program Pavement-PastDean
- Ikon **Printer** untuk mencetak buku manual pengoperasian program Pavement-PastDean. Total ada 45 halaman.

2.3. Lembar Kontak Admin Program Pavement-PastDean



Lembar Kontak Admin ditampilkan seperti terlihat pada **Gambar 2-14**. Ada 5 (lima) ikon menu, 4 (empat) Editbox dan 2 (dua) tombol yang dapat dioperasikan. Di sini, ikon menu Kontak Admin berwarna silver karena sedang ditampilkan.



Gambar 2-14: Tampilan Lembar Kontak Admin Program Pavement-PastDean

- (i) 5 (lima) ikon menu yang berwarna merah dan abu sudah dijelaskan pada **sub bab 2.1**. di atas.
- (vi) Isikan nama pengirim lengkap dengan gelar pada Editbox **Nama Pengirim**, alamat email aktif pada Editbox **Email Pengirim** dan subyek pada Editbox **Subyek**.
- (ix) Isikan pesan pada TextArea **Pesan**.

Ketiga Editbox dan TextArea harus terisi semuanya, tidak boleh ada yang kosong.

- (x) Tekan tombol **Kirim**  untuk mengirim pesan email tersebut di atas langsung ke Admin Program Pavement-PastDean. Alamat email Admin yang dituju akan ditambahkan secara otomatis oleh Program Pavement-PastDean. Tekan tombol **Batal**  untuk membatalkan Pengiriman email.

Klik Tombol **Tutup**  untuk menutup kotak pesan.



2.4. Lembar Help Desk Program Pavement-PastDean

Lembar Help Desk ditampilkan seperti terlihat pada **Gambar 2-15**. Hanya ada 5 (lima) ikon menu yang dapat dioperasikan. Di sini, ikon menu Help Desk berwarna silver karena sedang ditampilkan.

Kumpulan Program Pavement

LEMBAR HELP DESK

PROGRAM PAVEMENT-PASTDEAN

- PT. Rekayasa Jalan Optima
- +62 8954 0107 6346
- ptrjo2025@gmail.com
- Senin - Jumat : 10:00am - 4:00pm
Sabtu - Minggu & hari libur : Libur

Total Load, $P = 40$ (kN)
Pressure, $q = 577.433$ (kPa)
Repetition, N (mESA)

Layer	E_i (MPa)	μ_i	V_{bi} (%)	D_i (mm)
AC-WC	1100	0.40	12.20	40
AC-BC	1600	0.40	11.50	varied = $f(N)$
AC-Base	1200	0.40	12.20*	120 or 60
Granular Layer	150	0.35		300
Subgrade	55	0.45		∞

(*) = can be analyzed non-linearly

Gambar 2-15: Tampilan Lembar Help Desk Program Pavement-PastDean

- (i) 5 (lima) ikon menu yang berwarna merah dan abu sudah dijelaskan pada **sub bab 2.1.** di atas.

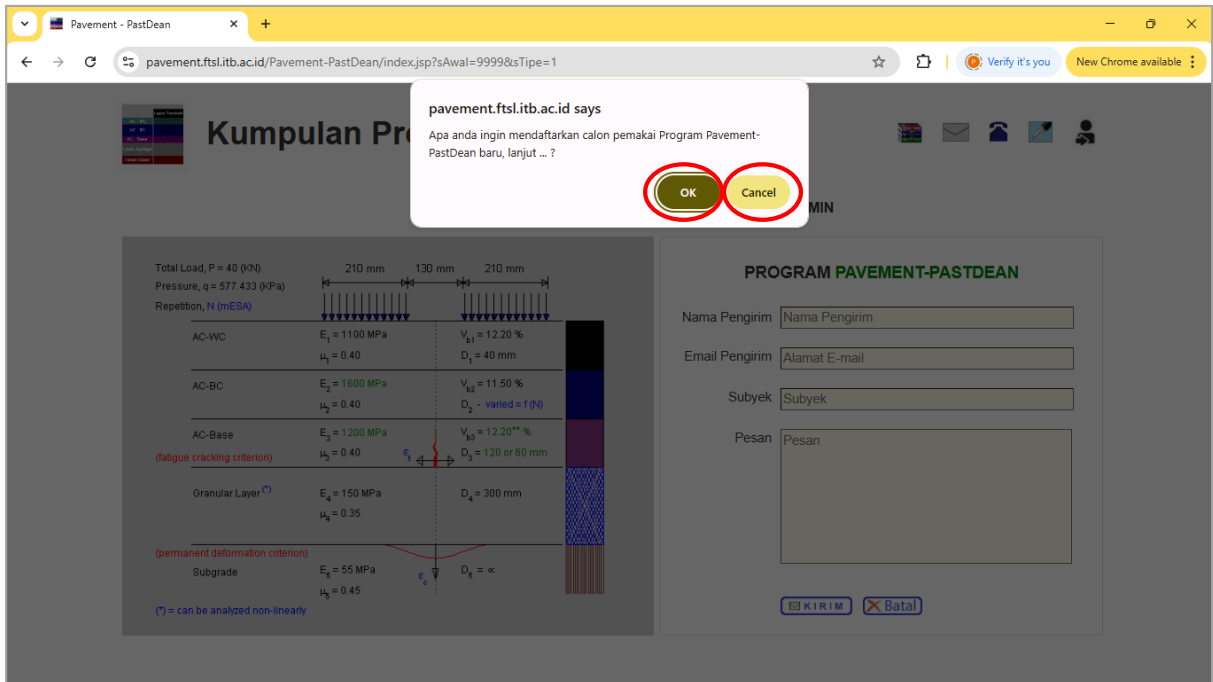
Informasi yang ditampilkan pada Lembar Help Desk adalah Alamat Surat, No. Hand Phone dan Alamat Email Help Desk Program Pavement-PastDean serta waktu pelayanan.

Help Desk selain untuk tempat bertanya bagi pengguna program Pavement-PastDean seputar program Pavement-PastDean, juga sebagai tempat alternatif untuk pemesanan lisensi program Pavement-PastDean.



Untuk pemesanan lisensi program Pavement-PastDean, silahkan isi Lembar Registrasi program Pavement-PastDean pada halaman berikut.

2.5. Lembar Registrasi Program Pavement-PastDean

Lembar Registrasi menampilkan kotak pesan, seperti terlihat pada **Gambar 2-16**. Hanya ada 2 (dua) tombol yang dapat dioperasikan.



Gambar 2-16: Tampilan Lembar Registrasi Program Pavement-PastDean

- (i) Klik tombol **OK**  untuk membuka formulir registrasi program Pavement-PastDean, seperti disajikan pada Lampiran D.
- (ii) Klik tombol **Cancel**  untuk membatalkan proses registrasi.

BAB 3. MODUL PROGRAM RESPON





3.1. Lembar Kerja Modul Program Respon


Lembar Kerja Modul Program Respon ditampilkan seperti terlihat pada **Gambar 3-1**. Ada 62 (enam puluh dua) ikon, pranala, ikon menu, tombol, Editbox, Combobox dan Checkbox yang dapat dioperasikan. Di sini, pranala satu **1** untuk Modul Program Respon berwarna silver karena sedang ditampilkan.

The screenshot shows a web browser window with the URL `pavement.ftsl.itb.ac.id/Pavement-PastDean/PD983Responses.jsp?sAwal=9999&sNoUser=30&ksData=-9`. The page title is 'Modul Program Respon'. The interface includes a header with a 'Kumpulan Program Pavement' link (circled 1) and a user icon (circled 2). Below the header are navigation buttons: 'Baca Data', 'Simpan', and a 'Modul Program Respon' title. The main content area is divided into four sections:

- Data ID:** 'Data No.' is 1 (1/1). 'Data Label' is 'Data Contoh perhitungan tegangan, regangan dan lendutan di dalam struktur 5-lapisan'.
- Pavement Structure Data:** A table with 5 layers. Each layer has a dropdown menu for 'Generic Layer Description', an input field for 'Thickness (mm)', an input field for 'Modulus (MPa)', and an input field for 'Poisson's Ratio'.
- Wheel Load Data:** Input fields for 'Wheel Load, P (kN)', 'Tyre Pressure, q (kPa)', 'Wheel Spacing, s (mm)', 'No. of Wheels, n', 'Contact Rad., r (mm)', 'Axle Width, b (mm)', 'Dual Wheel Load, A (kN)', and 'Axle Spacing, l (mm)'. Some fields have small icons next to them.
- Computation Options:** 'Base output filename' is 'PSR-DK'. 'The coordinate of point to calculate: x (mm)' and 'z (mm)' are both 0.000. 'Modular Ratio for 2-layered system analysis, MR = E1 / E2' is 10.000.







Gambar 3-1: Tampilan Lembar Kerja Modul Program Respon

- (i) Pranala satu **1** untuk menampilkan Lembar Kerja Modul Program Respon.
- (ii) Pranala dua **2** untuk menampilkan Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan. *Kedua modul program utama ini dapat ditampilkan secara bergantian.*
- (iii) Ikon Komunikator  untuk tempat berkomunikasi antar pemakai berbagi pengalaman, pertanyaan atau solusi seputar program Pavement-PastDean.
- (iv) Klik pada Header Program Pavement-PastDean  atau pada ikon logout  untuk menutup Lembar Kerja Modul Program Respon dan membuka Halaman Penutup, seperti telah dijelaskan pada **Gambar 2-2**.
- (vi) Ikon Pengaturan  untuk menampilkan Kotak Parameter Desain. (*belum diperlukan*)


- (vii) Ikon Bantuan  untuk menampilkan Kotak Bantuan, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 3-2**.

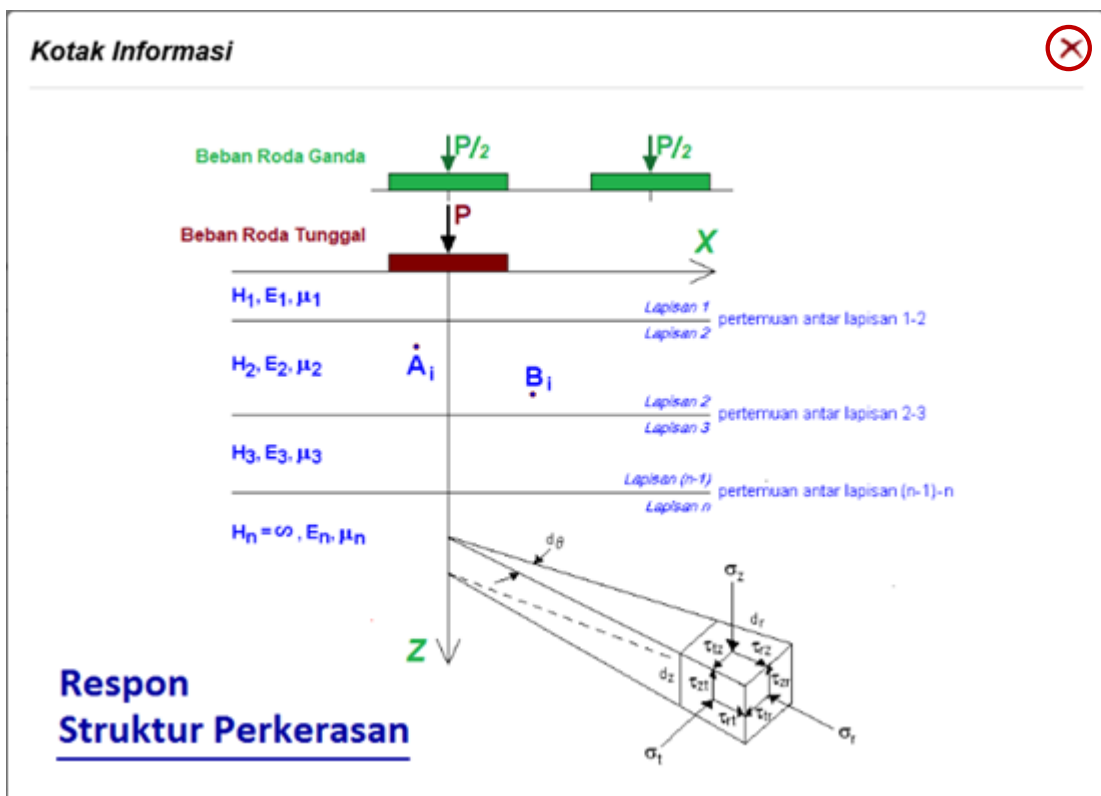
Kotak Bantuan ✕

Petunjuk Singkat: Modul Program Respon

- Modul Program Respon dapat dimanfaatkan untuk validasi hasil dari proses back calculation, dan juga untuk keperluan proses analisis desain struktur perkerasan secara mekanistik menurut metoda MDP (Manual Desain Perkerasan) Indonesia.
- Untuk analisis sistem perkerasan yang kurang dari 5-lapisan, dua atau lebih lapisan perkerasan dapat digabungkan dengan cara mengisi nilai modulus dan konstanta poisson yang sama.
- (1) Klik ikon  untuk mengosongkan formulir data pada lembar kerja, atau (2) klik ikon  untuk menampilkan data default pada lembar kerja, atau (3) klik tombol  untuk menampilkan data milik pemakai pada lembar kerja dan klik tombol  untuk menyimpan perubahan data milik pemakai ke dalam Database Modul Program Respon.
- Pilih Data No. dan klik tombol Refresh  utk menampilkan data milik pemakai yang diminta tersebut.
- Nilai Axle Width dan Axle Spacing masih belum diaktifkan. Sedangkan, nilai Axle Load dan Contact Radius dapat dihitung lewat tombol  dari nilai Wheel Load, Tyre Pressure dan No. of Wheels.
- Titik perhitungan pada pertemuan antara dua lapisan (interface) ditentukan oleh nilai z, dan no. lapisan, apakah pada lapisan di bawah atau pada lapisan di atasnya.

Gambar 3-2: Tampilan Kotak Bantuan Modul Program Respon

- (viii) Ikon Informasi  untuk menampilkan Kotak Informasi, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 3-3**.



Gambar 3-3: Tampilan Kotak Informasi Modul Program Respon

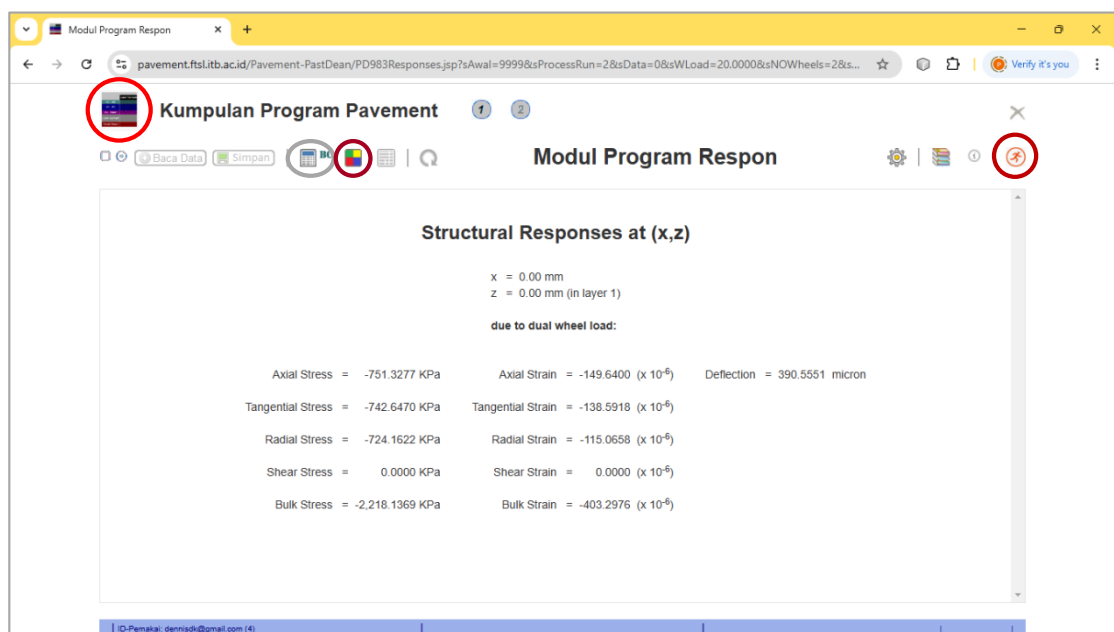
- Klik ikon ✖ untuk menutup Kotak Bantuan / Kotak Informasi Modul Program Respon.
- (ix) Ikon Kosongkan ☐ untuk mengosongkan formulir data pada lembar kerja Modul Program Respon.
 - (x) Ikon Data Default ⦿ untuk mengisi formulir data pada lembar kerja Modul Program Respon dengan data default.

Data Default diambil dari data struktur perkerasan desain FFF9 pada Bagian Desain 3A di Manual Desain Perkerasan Jalan (2024)

- (xi) Tombol Baca Data Baca Data untuk mengisi formulir data pada lembar kerja Modul Program Respon dengan data yang tersimpan di dalam database Pavement-PastDean.
- (xii) Tombol Simpan Simpan untuk menyimpan formulir data pada lembar kerja Modul Program Respon ke dalam database Pavement-PastDean.

Untuk Modul Program Respon hanya disediakan 1 (satu) data saja yang dapat disimpan ke dalam database Pavement-PastDean.

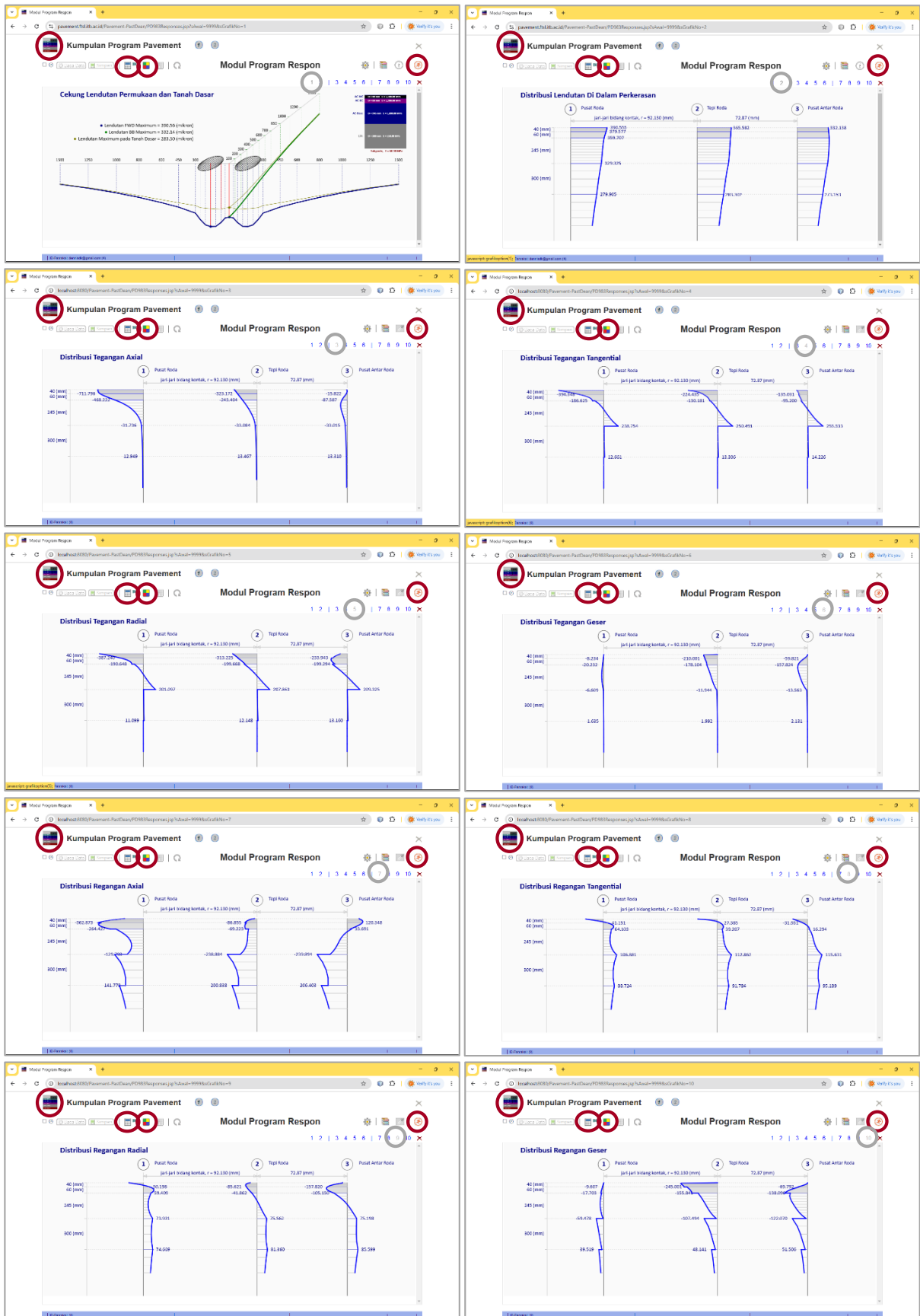
- (xiii) Ikon Analisis BC untuk menghitung respon struktur perkerasan Lentur jalan dengan pendekatan mekanistik akibat beban roda kendaraan, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 3-4**.




Gambar 3-4: Hasil numerik dari Modul Program Respon

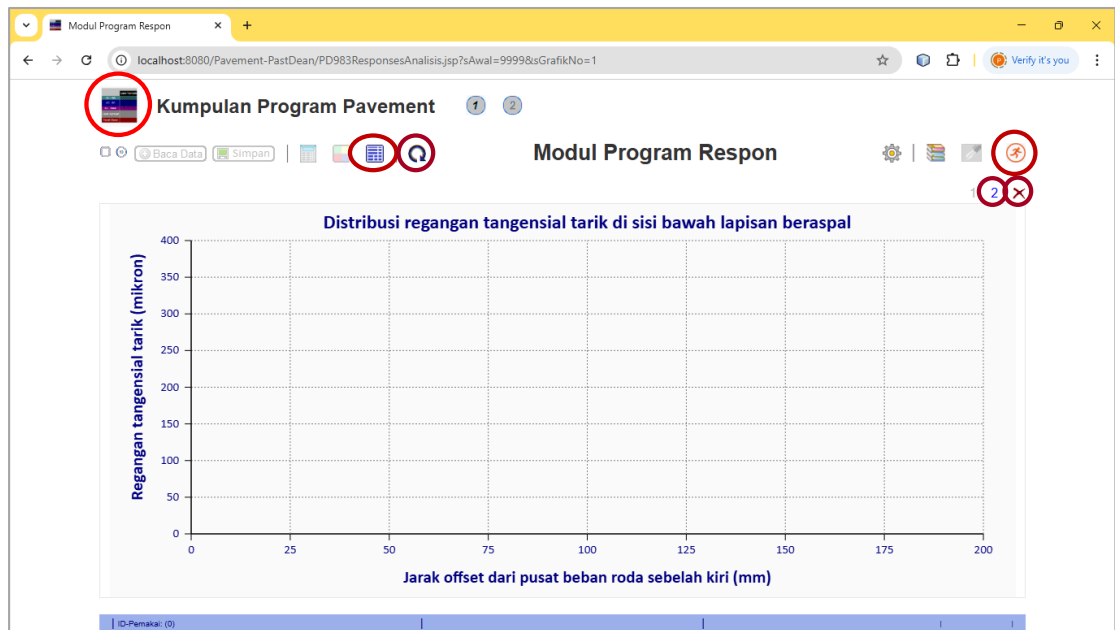
Sedangkan ikon BC disediakan untuk menghitung balik modulus Lapisan perkerasan dari data cekung lendutan FWD pada pengembangan program Pavement-PastDean selanjutnya (*belum diimplementasikan*).

- (xiv) Ikon Grafik Grafik untuk menampilkan hasil perhitungan 10 (sepuluh) grafik dari Modul Program Respon, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 3-5**.

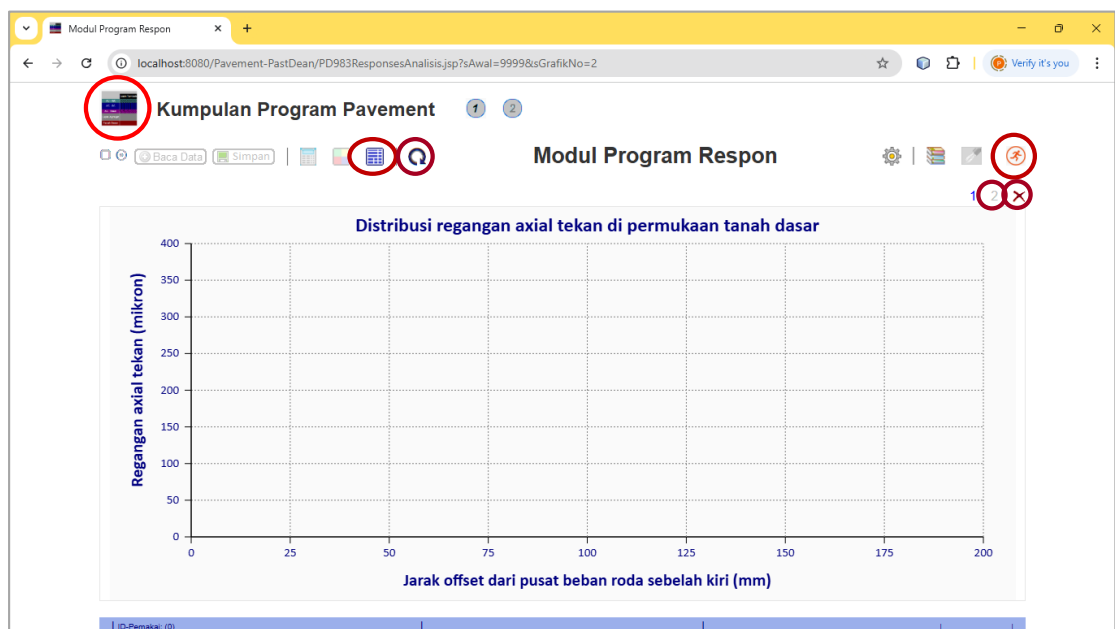


Gambar 3-5: Hasil perhitungan grafik (i.e. grafik lendutan, tegangan dan regangan) dari Modul Program Respon

- (xv) Ikon Grafik Lanjut  untuk menampilkan Hasil Grafik Lanjut dari Modul Program Respon, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 3-6** berikut:




Gambar 3-6: (a) Grafik distribusi regangan tangensial tarik



Gambar 3-6: (b) Grafik distribusi regangan axial tekan

Nilai regangan tangensial tarik kritis biasanya terjadi di sisi bawah lapisan campuran beraspal terbawah. Sedangkan, nilai regangan axial tekan kritis biasanya terjadi di permukaan tanah dasar. Kedua nilai regangan kritis menentukan struktur perkerasan desain berdasarkan pendekatan mekanistik. Dengan Demikian, Modul Program Respon sebenarnya dapat juga digunakan untuk mendesain struktur perkerasan.

(xvi) Ikon Refresh  untuk menampilkan ulang Lembar Kerja Modul Program Respon.

Data ID:

(xvii) Isikan Data No dan Data Label pada 2 (dua) Editbox.

(xviii) *Hanya 1 (satu) No Data yang dapat disimpan di dalam database Pavement-PastDean. Sedangkan, Data Label merupakan deskripsi dari data tersebut.*

Pavement Structure Data:

(xix) Pilih 5 (lima) data Jenis Lapisan pada Combobox dan isikan 15 (lima belas) data Tebal, data Modulus, dan data Konstanta Poisson pada Editbox.

Modul Program Respon hanya menganalisis struktur 5-lapisan. Meskipun Demikian, untuk struktur perkerasan homogen (i.e. persamaan Boussinesq) sampai dengan struktur perkerasan sistem 9-lapisan dapat dikonversikan menjadi struktur perkerasan sistem 5-lapisan dengan rumus penggabungan / pemecahan, sebagai berikut:

- *Lapisan perkerasan tertentu yang cukup tebal dapat dipecah ke dalam beberapa Lapisan sehingga membentuk sistem struktur 5-lapisan dengan nilai modulus dan nilai konstanta Poisson yang sama.*
- *Lapisan Fondasi Agregat dapat dilakukan sub-layering untuk memperhitungkan karakteristik non-linearitas dari material ini dengan menggunakan persamaan berikut:*

Pemecahan Lapisan Fondasi Agregat ke dalam beberapa Lapisan dengan ketebalan yang sama:

$$D_{LFA\ i} = \frac{D_{LFA}}{5}$$

Menghitung rasio nilai modulus antara sub-lapisan:

$$R = \left(\frac{E_{sub-lapisan\ 1}}{E_{Tanah\ Dasar}} \right)^{\frac{1}{5}}$$

Kemudian, nilai modulus tiap sub-lapisan dihitung dari persamaan berikut:

$$E_{sub-lapisan\ m+1} = \frac{E_{sub-lapisan\ m}}{R}$$

Tabel 3-1:
nilai modulus sub-layer teratas

Tebal Lapisan Campuran Beraspal (mm) di atas Lapisan Fondasi Agregat	Modulus Lapisan Teratas (MPa) dari Lapisan Fondasi Agregat (langsung di bawah AC-WC, AC-BC, AC-Base)
40	350
75	350
100	350
125	320
150	280
175	250
200	220
225	180
≥ 250	150

- untuk Lapisan perkerasan yang seragam, nilai tebal Lapisan dapat digabung sehingga membentuk sistem struktur 5-lapisan dengan nilai modulus rata-rata dihitung dari persamaan berikut:

$$\bar{E} = \frac{\sum \{D_i * E_i\}}{\sum D_i}$$

Jenis Lapisan perkerasan untuk masing-masing lapisan dipilih dari pilihan jenis Lapisan yang disediakan pada Combobox, sebagai berikut:

Tabel 3-2:

Pilihan Jenis Lapisan untuk masing-masing Lapisan perkerasan



Untuk sistem struktur perkerasan 5-lapisan, lapisan perkerasan kelima selalu adalah Tanah Dasar.

Wheel Load Data:

- (xxxix) Isikan data konfigurasi beban sumbu kendaraan pada 8 (delapan) Editbox.
- (xlvi) Checkbox Wheel Load untuk mengganti Editbox yang dapat diubah apakah Data Wheel Load atau Data Axle Load.
- (xlvii) Checkbox Tyre Pressure untuk mengganti Editbox yang dapat diubah apakah Data Tyre Pressure atau Data Contact Radius.
- (xlviii) Checkbox Axle Width untuk menghitung total beban sumbu kendaraan (*belum diaktifkan*)
- (xlix) Checkbox Axle Spacing pertama utk menghitung beban sumbu tandem kendaraan (*belum diaktifkan*)
- (l) Checkbox Axle Spacing kedua untuk menghitung beban sumbu tridem kendaraan (*belum diaktifkan*)
- (li) Ikon Analisis untuk menghitung data yang dependent pada persamaan berikut:

$$r = \sqrt{\frac{p}{\pi * q}} * 1000$$

Computation Options:

- (lii) Isikan Data Opsi Perhitungan pada 5 (lima) Editbox.

Data In Layer diperlukan untuk mendefinisikan lapisan perkerasan yang ditinjau pada

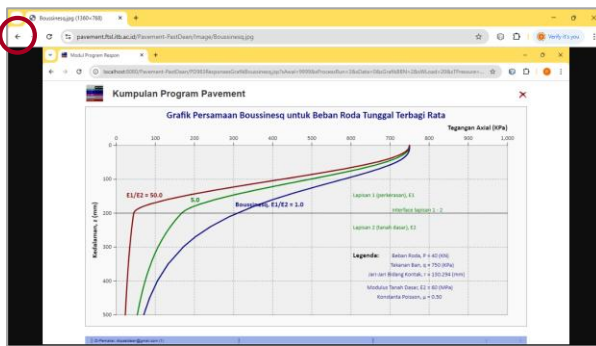
sambungan atau interface (lihat **Gambar 3-3**).

- (lvii) Checkbox Base Output Filename pertama untuk menyimpan hasil perhitungan data grafik ke dalam file data. *(sudah tidak dipergunakan lagi)*
- (lviii) Checkbox Base Output Filename kedua untuk penggunaan program aplikasi Matlab dalam proses perhitungan data grafik. *(sudah tidak dipergunakan)*

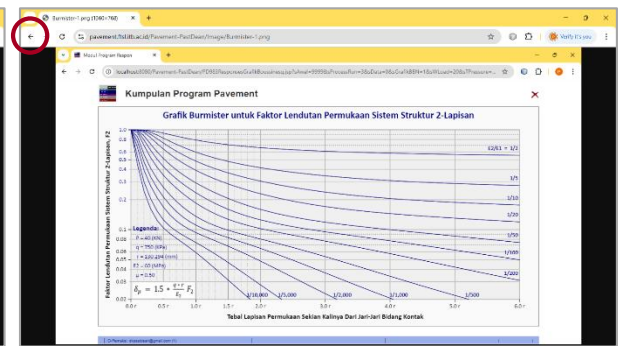
Catatan: 8 (delapan) ikon grafik kecil dan besar ditambahkan untuk keperluan validasi program Respon terhadap Teori Boussinesq, Teori Burmister, Teori Huang dan Model Nottingham.

4 (empat) ikon grafik kecil memperlihatkan 4 (empat) grafik validasi berupa image yang sudah dipersiapkan, tanpa perlu dihitung lagi (**Gambar 3-7**).

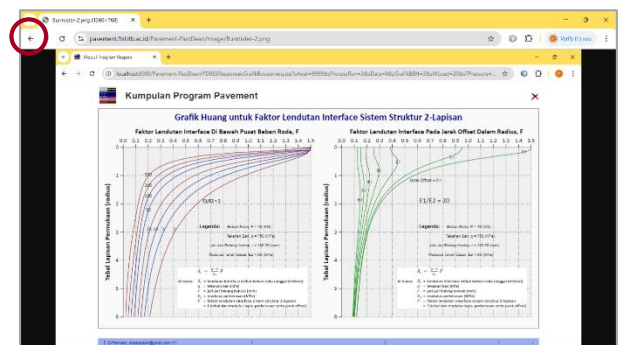
Sedangkan, 4 (empat) ikon grafik besar merupakan grafik hasil hitung dengan menggunakan program Respon.



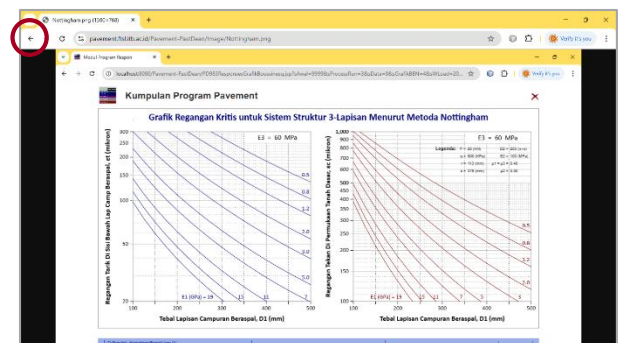
Gambar 3-7: (a) Grafik teori Boussinesq



Gambar 3-7: (b) Grafik teori Burmister



Gambar 3-7: (c) Grafik teori Huang

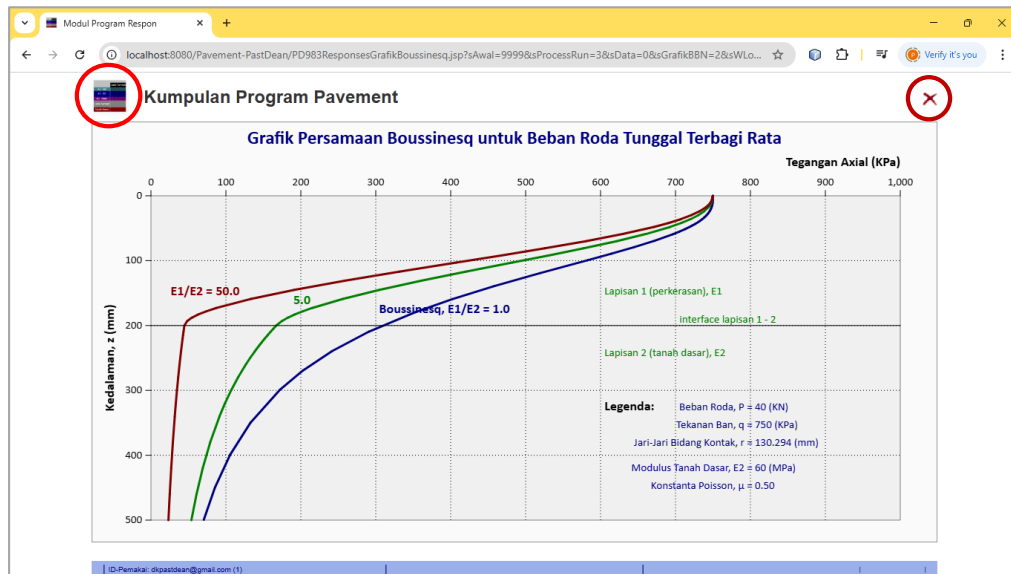


Gambar 3-7: (d) Grafik regangan kritis untuk sistem struktur 3-lapisan (metoda Nottingham)

3.2. Validasi Modul Program Respon

Keempat grafik validasi Modul Program Respon di atas dapat dihasilkan dari Program Respon sesuai dengan data input yang dinyatakan pada formulir data, seperti diperlihatkan pada **Gambar 3-7** sampai **Gambar 3-10**.

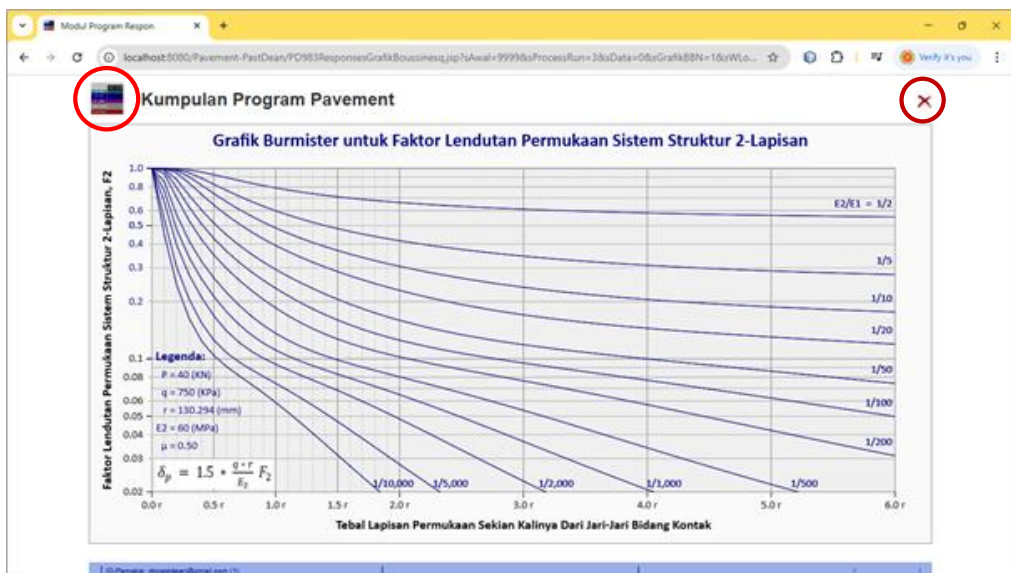
- (i) Grafik Validasi Program Respon untuk Sistem Struktur Perkerasan homogen (*Teori Boussinesq*)



Gambar 3-7: Grafik teori Boussinesq

Sumber: Yoder (1974)

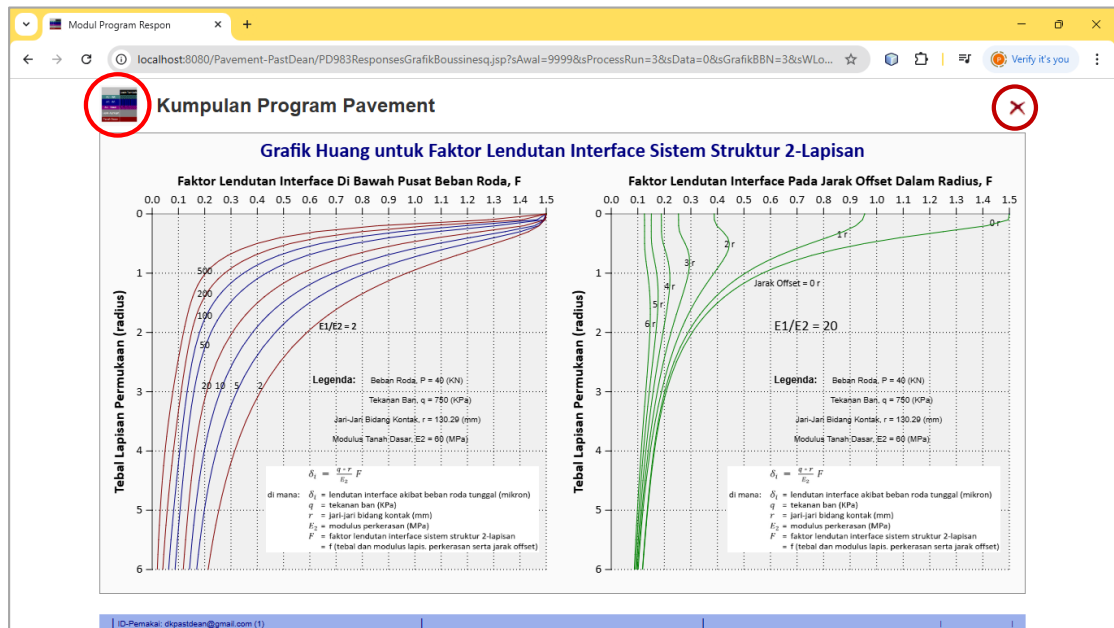
- (ii) Grafik Validasi Faktor Lendutan Permukaan untuk Sistem Struktur Perkerasan 2-Lapisan (*Teori Burmister*)



Gambar 3-8: Grafik teori Burmister

Sumber: Yoder (1974)

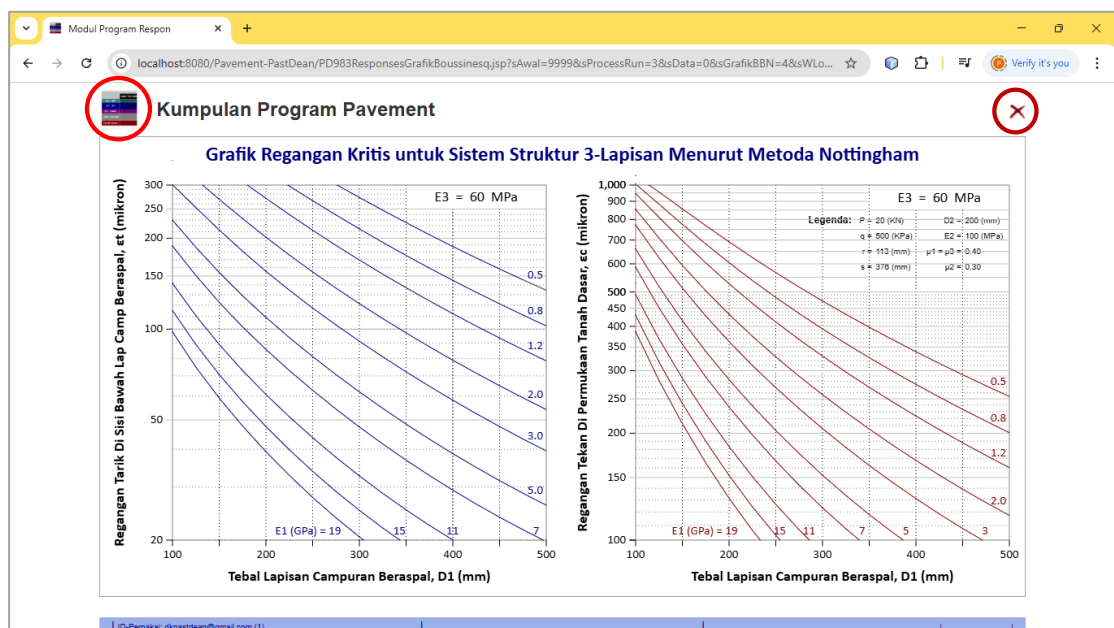
(iii) Grafik Validasi Faktor Lendutan Interface untuk Sistem Struktur Perkerasan 2-Lapisan (Teori Huang)



Gambar 3-9: Grafik teori Huang

Sumber: Yoder (1974)

(iv) Grafik Validasi Regangan Kritis untuk Sistem Struktur Perkerasan 3-Lapisan menurut Metoda Nottingham (1984)



Gambar 3-10: Grafik regangan kritis untuk sistem struktur 3-lapisan (metoda Nottingham)

Sumber: Brown SF dan Brunton JM (1984)

BAB 4. MODUL PROGRAM DESAIN STRUKTUR PERKERASAN (PENDEKATAN MEKANISTIK)

4.1. Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan



Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan ditampilkan seperti terlihat pada **Gambar 4-1**. Ada 76 (tujuh puluh enam) ikon, pranala, ikon menu, tombol, Editbox, Combobox dan Checkbox yang dapat dioperasikan. Di sini, pranala satu ② untuk Modul Program Desain Struktur Perkerasan berwarna silver karena sedang ditampilkan.


Layer Type	D (mm)	CBR (%)	E (MPa)	μ	Vd (%)	Vv (%)	SP ₁ (°C)	P ₁ (dmm)	P ₂₀₀ (%)	T (°C)	n	
Layer #1 (top)	AC-WC	40.00	0.00	1100.00	0.40	12.20	4.00	50.00	60.00	5.00	41.00	1.0
Layer #2	AC-BC	60.00	0.00	1200.00	0.40	11.50	4.00	50.00	60.00	5.00	41.00	1.0
Layer #3	AC-Base	245.00	0.00	1500.00	0.40	11.50	4.00	50.00	60.00	5.00	41.00	1.0
Layer #4	LFA Kelas A	300.0	100.00	150.00	0.35	0.00	0.00	60.00	0.00	0.00	0.00	2.0
Layer #5 (bottom)	Subgrade	0.00	6.00	60.00	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.0

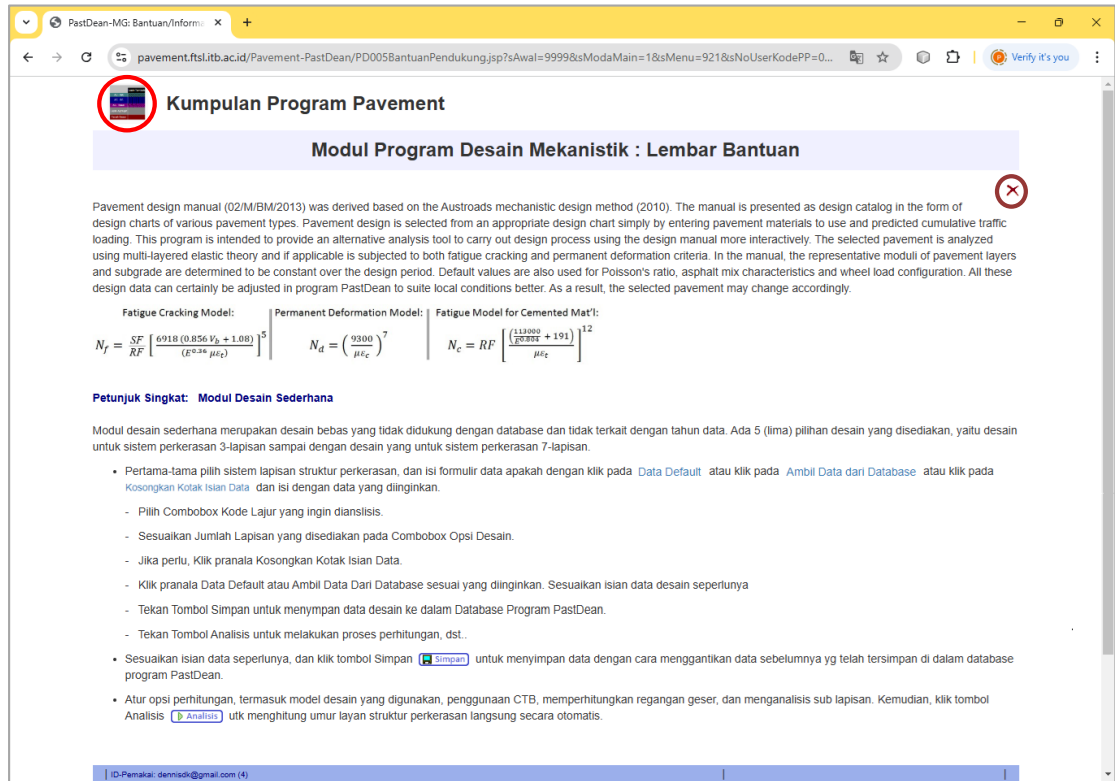
Gambar 4-1: Tampilan Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan

- (i) Pranala satu ① untuk menampilkan Lembar Kerja Modul Program Respon.
- (ii) Pranala dua ② untuk menampilkan Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan.


Kedua modul program utama ini dapat ditampilkan secara bergantian.

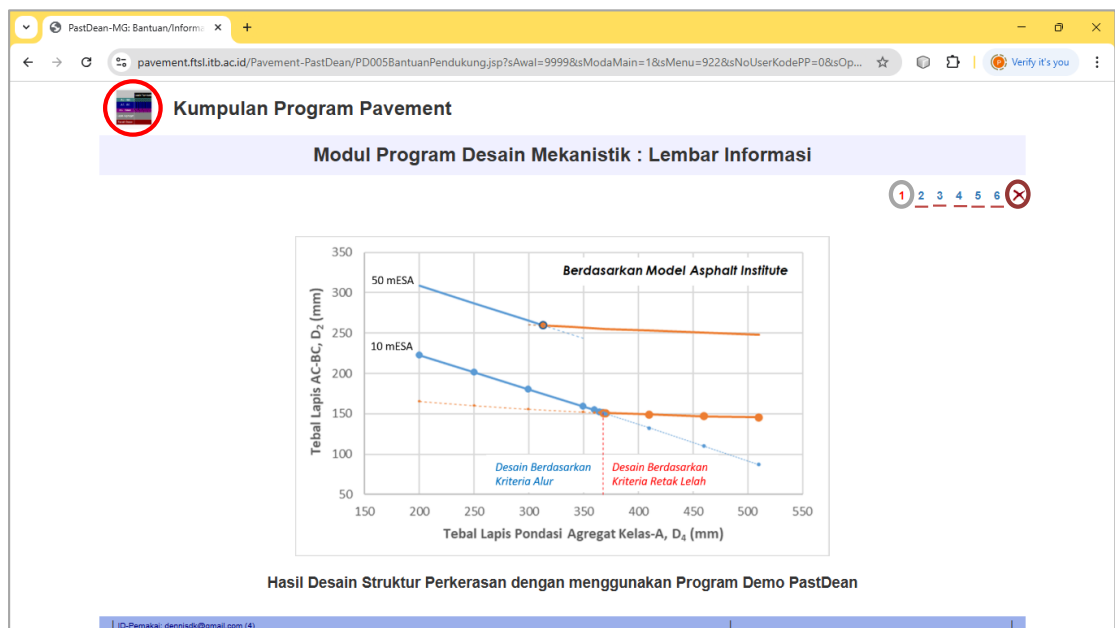
- (iii) Klik pada Header Program Pavement-PastDean  atau pada tombol Tutup  untuk menutup Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan (Pendekatan Mekanistik) dan membuka Halaman Penutup, seperti telah dijelaskan pada **Gambar 2-2**.

- (v) Ikon Bantuan  untuk menampilkan Lembar Bantuan, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 4-2**.

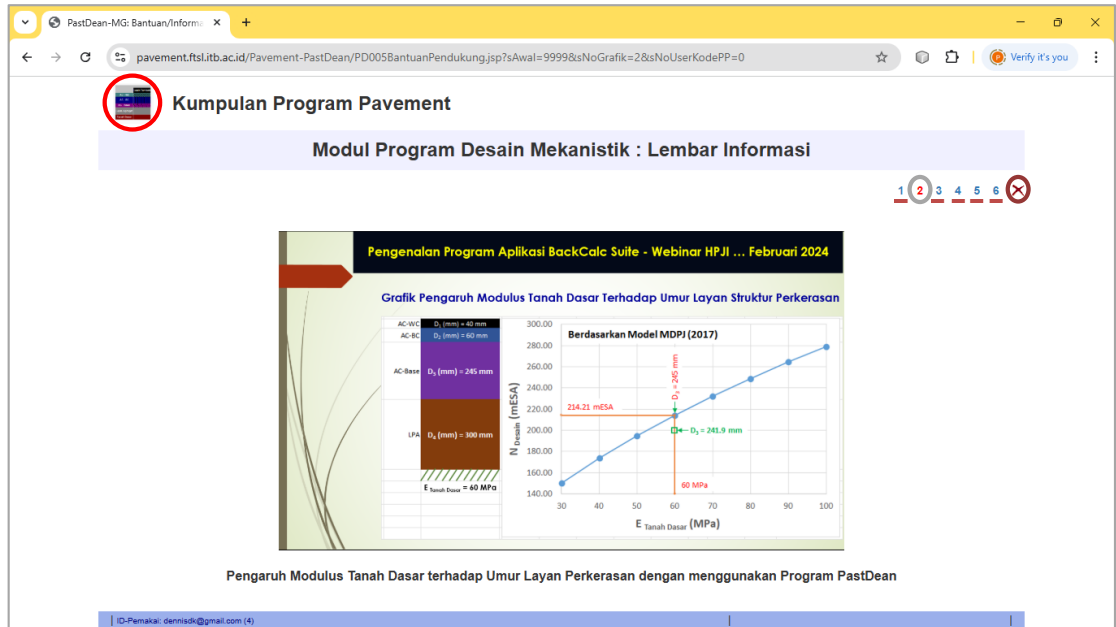


Gambar 4-2: Tampilan Lembar Bantuan Modul Program Desain Struktur Perkerasan

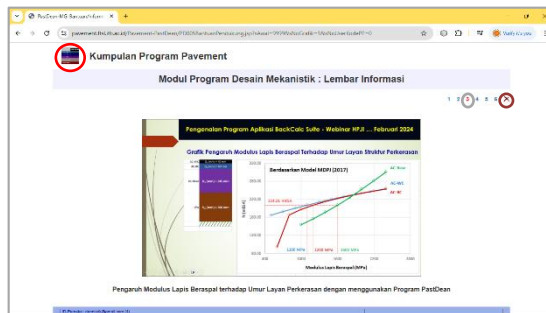
- (vi) Ikon Informasi  untuk menampilkan 6 (enam) gambar pada Lembar Informasi, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 4-3**.



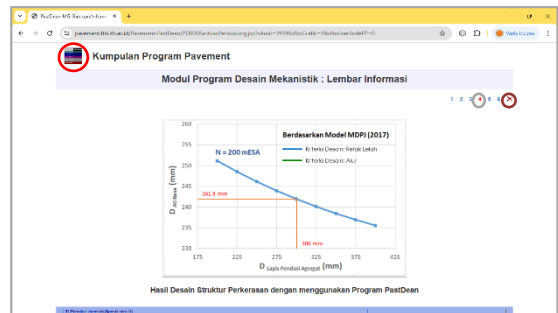
Gambar 4-3: (a) Kurva Struktur Perkerasan Desain dengan menggunakan Demo Program PastDean-M



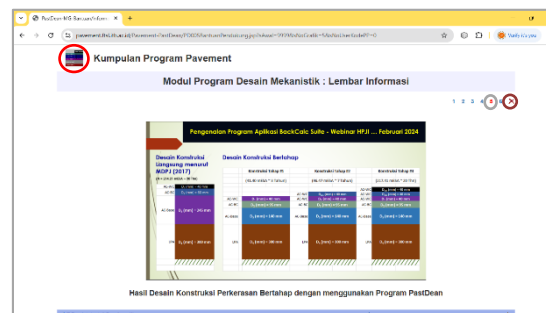
Gambar 4-3: (b) Pengaruh Modulus Tanah Dasar terhadap Umur Layan Perkerasan



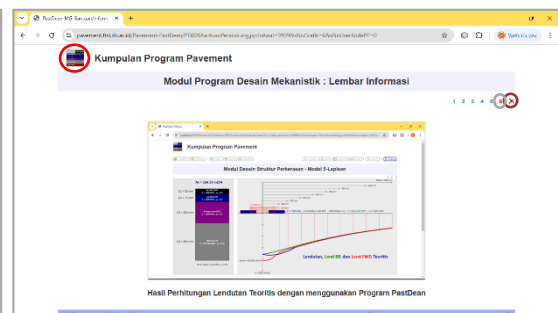
Gambar 4-3: (c) Pengaruh Modulus Lapis Beraspal terhadap Umur Layan Perkerasan




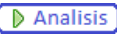
Gambar 4-3: (d) Kurva desain struktur perkerasan hasil dari program Pavement-PastDean

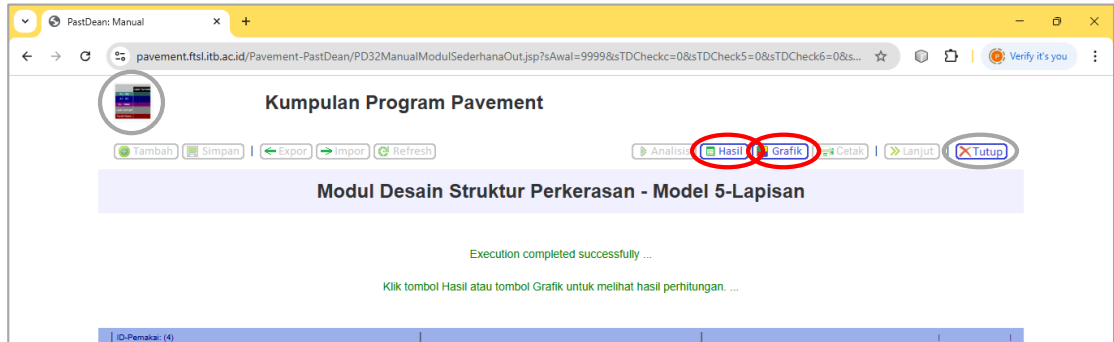


Gambar 4-3: (e) Pengaruh Modulus Lapis Beraspal terhadap Umur Layan Perkerasan



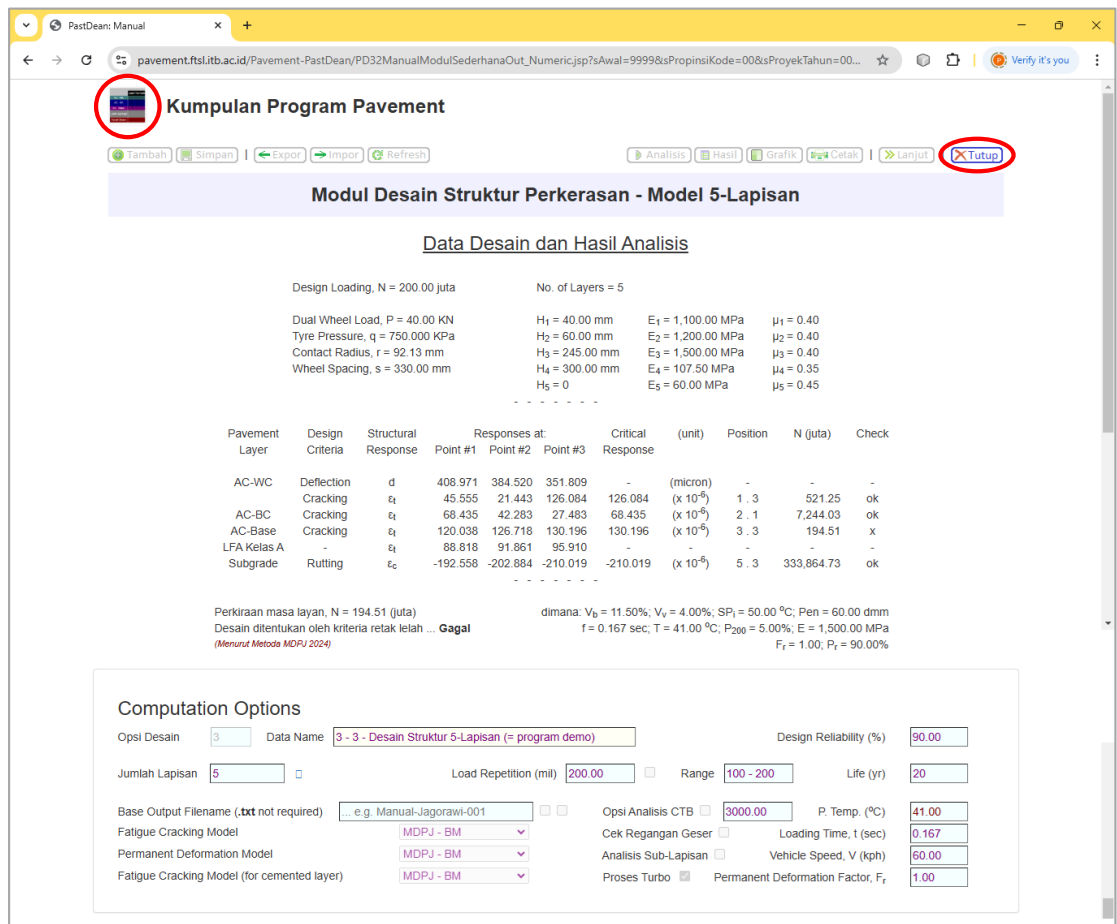
Gambar 4-3: (f) Lendutan teoritis hasil dari program Pavement-PastDean

- (vii) Ikon Pengaturan  untuk menampilkan Kotak Parameter Desain. (*belum diperlukan*)
- (viii) Tombol **Analisis**  untuk menghitung struktur perkerasan desain berdasarkan pendekatan mekanistik. Konfirmasi keberhasilan hasil analisis diperlihatkan pada **Gambar 4-4** berikut:

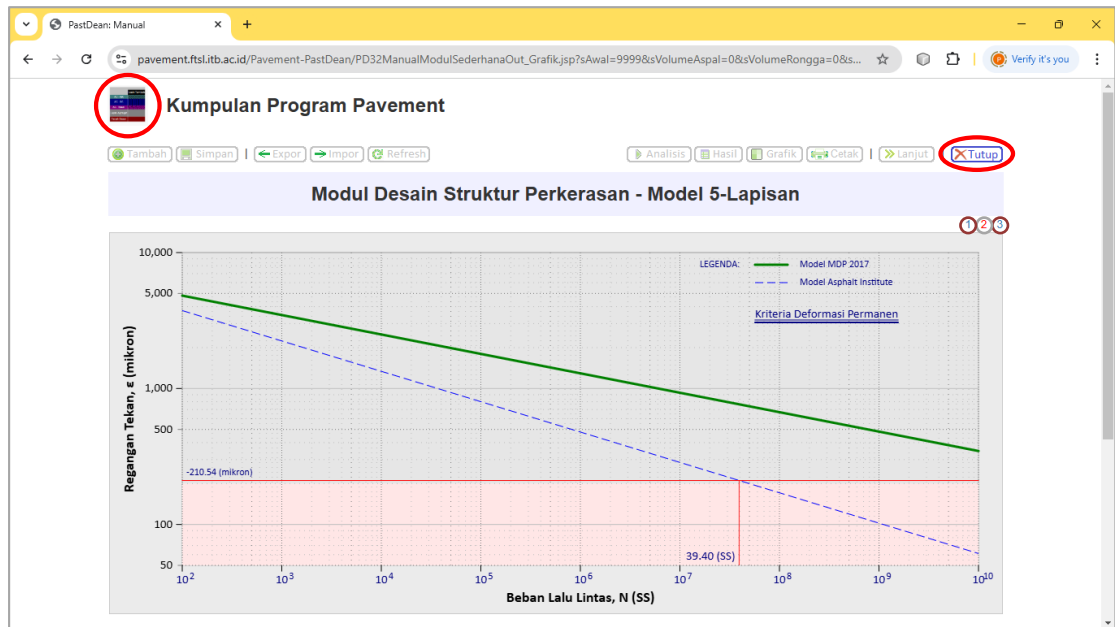


Gambar 4-4: Tampilan konfirmasi hasil numerik dan hasil grafik dari proses analisis

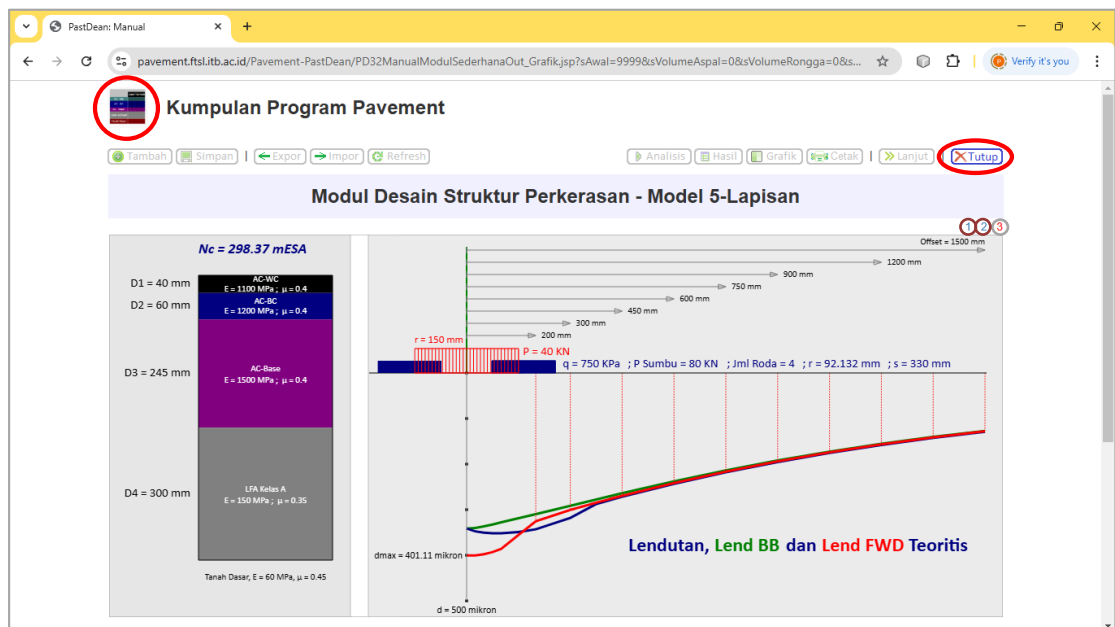
- (ix) Tekan tombol **Hasil** untuk menampilkan hasil numerik tanpa Analisis Sub-Lapisan. Masa layan rencana, $N_{Desain} = 194.51$ MPa pada **Gambar 4-5 (a)** terlihat lebih rendah dari pada yang dengan Analisis Sub-Lapisan, yaitu $N_{Desain} = 222.73$ MPa pada **Gambar 4-5 (b)**.




Gambar 4-5: (a) Tampilan hasil numerik dari Modul Program Desain Struktur Perkerasan tanpa Analisis Sub-Lapisan




Gambar 4-7: penentuan struktur perkerasan desain berdasarkan kriteria keruntuhan alur

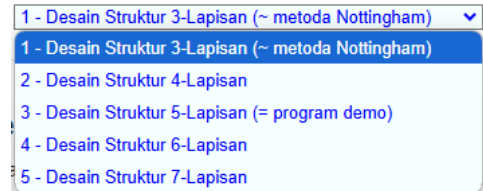


Gambar 4-8: Perkiraan cekung lendutan dari Struktur Perkerasan Desain

- (xi) Tombol **Cetak** untuk mencetak data dan hasil analisis (*belum diimplementasikan*).
- (xii) Tombol **Lanjut** untuk melakukan analisis lanjutan (*belum diimplementasikan*)
- (xiii) Tombol **Tambah** untuk menambah data desain struktur perkerasan di dalam database (*hanya untuk versi program PastDean profesional*).
- (xiv) Tombol **Simpan**  **Simpan** untuk menyimpan formulir data pada Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan ke dalam database Pavement-PastDean.
- (xv) Tombol **Ekspor** untuk mengexport formulir data (*belum diimplementasikan*)

- (xvi) Tombol **Impor** untuk mengimpor formulir file data dalam format xlsx (*belum diimplementasikan*)
- (xvii) Tombol **Refresh**  untuk menampilkan ulang Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan.
- (xviii) Ikon **Panah ke Bawah** ▼ untuk memindahkan fokus ke bagian terbawah dari Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan.
- (xix) Pilih 1 (satu) dari 5 (lima) Opsi Desain pada Combobox **Opsi Desain**, seperti yang diperlihatkan pada **Tabel 4-1**.

Tabel 4-1: Pilihan Opsi Desain



Pilihan Opsi Desain menentukan data Jumlah Lapisan ($n_{lapisan}$) pada (xxiii).

- (xx) Klik Pranala **Kosongkan Formulir Isian Data** untuk mengosongkan formulir data pada Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan.
- (xxi) Klik Pranala **Data Default** untuk mengisi formulir data dengan Data Default pada Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan.
- (xxii) Klik Pranala **Ambil Data dari Database** untuk mengisi formulir data dengan data yang disimpan dalam Database pada Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan.

Setelah memilih Opsi Desain sebaiknya dilanjutkan dengan mengosongkan formulir data dan mengisi formulir data dengan Data Default atau mengisi formulir data dengan data yang disimpan dalam Database. Kemudian, lakukan perubahan data seperlunya dan jika diinginkan perubahan data disimpan ke dalam database.

Pavement Structure Data:

- (xxiii) Jumlah Lapisan dihitung dari Opsi Desain pada (xix), sebagai berikut:

$$n_{lapisan} = Opsi\ Desain + 2$$

- (xxiv) Editbox **Katalog** merupakan keterangan dari MDPJ (2024).
- (xxv) Isikan data Load Repetition (N) yang merupakan beban sumbu standar ekuivalen pada Editbox **Load Repetition**.
- (xxvi) Checkbox **Hitung Load Repetition** untuk menghitung beban sumbu standar ekuivalen dari data lalu lintas (*belum diimplemtasikan*).
- (xxvii) Editbox **Range** merupakan keterangan dari MDPJ (2024).
- (xxviii) Editbox **Life** merupakan keterangan dari MDPJ (2024).

- (xxix) Isikan data Layer Type pada Editbox **Layer Type**.
- (xxx) Isikan data Layer Thickness pada Editbox **Layer Thickness**.
- (xxxii) Isikan data CBR pada Editbox **CBR**.
- (xxxiii) Isikan data Layer Modulus pada Editbox **Layer Modulus**.
- (xxxiv) Isikan data Konstanta Poisson pada Editbox **Konstanta Poisson**.
- (xxxv) Isikan data Volume of Bitumen pada Editbox **Volume of Bitumen**.
- (xxxvi) Isikan data Volume of Air Voids pada Editbox **Volume of Air Voids**.
- (xxxvii) Isikan data Initial Softening Point pada Editbox **Initial Softening Point**.
- (xxxviii) Isikan data Initial Penetration pada Editbox **Initial Penetration**.
- (xxxix) Isikan data Filler Content pada Editbox **Filler Content**.
- (xl) Isikan data Layer Temperature pada Editbox **Layer Temperature**.
- (xli) Isikan data Anisotropic Constant pada Editbox **Anisotropic Constant**.

Wheel Load Data:


- (xli) Isikan data Wheel Load (p) yang merupakan beban pada 1 (satu) roda kendaraan pada Editbox **Wheel Load**.
- (xlii) Isikan data No. of Wheels (n) yang merupakan Jumlah roda kendaraan pada 1 (sumbu) kendaraan pada Editbox **No. of Wheel**.
- (xlili) Isikan data Axle Load (P) yang merupakan beban pada 1 (satu) sumbu kendaraan pada Editbox **AxleLoad**, di mana:

$$P = n * p$$

- (xliv) Isikan data Tyre Pressure (q) yang merupakan tekanan ban pada Editbox **Tyre Pressure**.
- (xlv) Isikan data Contact Radius (r) yang merupakan jari-jari bidang kontak pada Editbox **Contact Radius**, di mana:

$$r = \sqrt{\frac{p}{\pi * q}} * 1000$$

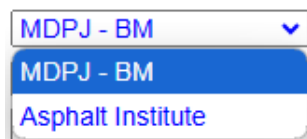
- (xlvi) Isikan data Wheel Spacing (s) yang merupakan jarak antara 2 (dua) roda kendaraan pada Editbox **Wheel Spacing**.
- (xlvii) Isikan data Axle Width (l) yang merupakan jarak antara pusat roda kendaraan kiri dan pusat roda kendaraan kanan pada Editbox **Axle Width**.
- (xlviii) Isikan data Axle Spacing (d) yang merupakan jarak antara 2 (dua) sumbu kendaraan pada Editbox **Axle Spacing**.

- (xlix) Ikon Analisis  untuk menghitung konfigurasi beban sumbu kendaraan sesuai dengan 2 (dua) persamaan di atas.
- (l) Checkbox Wheel Load untuk mengganti Editbox yang dapat diubah apakah Data Wheel Load atau Data Axle Load.
- (li) Checkbox Tyre Pressure untuk mengganti Editbox yang dapat diubah apakah Data Tyre Pressure atau Data Contact Radius.
- (lii) Checkbox Contact Radius untuk mengabaikan respon struktur perkerasan di bawah dinding roda kendaraan.
- (liii) Checkbox Axle Width untuk menganalisis beban sumbu kendaraan total.
- (liv) Checkbox Axle Spacing pertama untuk menganalisis beban sumbu tandem kendaraan.
- (lv) Checkbox Axle Spacing kedua untuk menganalisis beban sumbu tridem kendaraan.

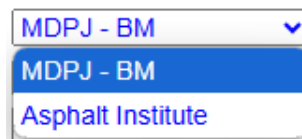
Computation Option Data:

- (lvi) **Opsi desain** terpilih sesuai dengan pilihan pada (xix) di atas.
- (lvii) Isian pada Editbox **Data Name** sesuai dengan pilihan Opsi Desain pada (xix) di atas.
- (lviii) Isian pada Editbox **Base Output Filename** untuk penyimpanan data output grafik (*tidak digunakan*).
- (lix) Checkbox **Base Output Filename** pertama untuk pilihan penyimpanan data output (*tidak digunakan*).
- (lx) Checkbox **Base Output Filename** Kedua untuk memplot laboratory modulus test data (*belum diimplementasikan*).
- (lxi) Pilih (1) model kriteria kerusakan retak lelah pada Combobox **Fatigue Cracking Model**; (2) model kriteria kerusakan alur pada Combobox **Permanent Deformation Model** dan (3) model kriteria kerusakan retak lelah untuk CTB pada Combobox **Fatigue Cracking Model (for cemented layer)**, sbb.:

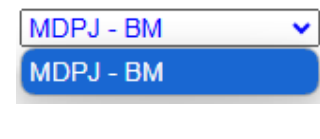
Tabel 4-2: Pilihan model kriteria kerusakan retak lelah



Tabel 4-3: Pilihan model kriteria kerusakan alur



Tabel 4-4: Pilihan model kriteria kerusakan retak lelah



- (lxiv) Isikan nilai Shift Factor (SF) pada Editbox **Shift Factor** untuk kalibrasi model kriteria kerusakan retak lelah menurut metoda MDPJ (2024).

- (lxv) Isikan nilai Reliability Factor (RF) pada Editbox **Reliability Factor** untuk kalibrasi model kriteria kerusakan retak lelah menurut metoda Austroads (2010) dan menurut metoda MDPJ (2024).

Metoda Austroads (2010):

$$N = RF \left[\frac{436.49629 * (0.856 * V_b + 1.08)}{S_{mix}^{0.36} * \mu \epsilon} \right]^5$$

Metoda MDPJ (2024):

$$N = \frac{SF}{RF} \left[\frac{436.49629 * (0.856 * V_b + 1.08)}{S_{mix}^{0.36} * \mu \epsilon} \right]^5$$

- (lxvi) Checkbox **Opsi Analisis CTB** untuk memperhitungkan CTB dalam kondisi sebelum retak lelah dan setelah retak lelah dalam proses desain struktur perkerasan dengan pendekatan mekanistik.
- (lxvii) Isikan nilai modulus CTB sebelum mengalami retak lelah pada Editbox **Opsi Analisis CTB**. Metoda MDPJ (2024) menetapkan nilai modulus CTB setelah mengalami retak lelah adalah 500 MPa.
- (lxviii) Checkbox **Cek Regangan Geser** untuk memperhitungkan regangan geser dalam proses desain struktur perkerasan dengan pendekatan mekanistik.
- (lxix) Checkbox **Analisis Sub-Lapisan** untuk memperhitungkan sifat lapis fondasi agregat yang non-linear, seperti yang telah diuraikan pada **sub bab** 3.1. (xix). Berikut adalah contoh pemakaian Analisis Sub-Lapisan dalam proses desain struktur perkerasan dengan pendekatan mekanistik:

Tabel 4-5: Contoh perhitungan Analisis Sub-Lapisan

Jenis Lapisan	Tebal (mm)	No. Sub Lapisan	Tebal (mm)	Modulus (MPa)	Modulus Gabungan (MPa)
Lapis Fondasi Agregat	300	1	60	150	107.497
		2	60	124.883	
		3	60	103.972	
		4	60	86.562	
		5	60	72.067	
Tanah Dasar	~	-	~	60	60

Dengan melakukan proses iterasi diperoleh modulus gabungan untuk sistem struktur 5-lapisan yang sesuai dengan hasil analisis sub-lapisan adalah 120.405 MPa.

- (lxx) Isikan nilai Design Reliability (P_r) pada Editbox **Design Reliability** yang digunakan pada model kriteria kerusakan retak lelah menurut metoda Austroads (2010) atau menurut metoda MDPJ (2024).
- (lxxi) Isikan nilai Pavement Temperature (T) pada Editbox **Pavement Temperature** untuk menghitung nilai modulus bitumen menurut metoda Nottingham (1984) atau nilai modulus lapis campuran beraspal menurut metoda Asphalt Institute (1982) (*belum digunakan*).

(lxxii) Isikan nilai Loading Time (t) pada Editbox **Loading Time** untuk menghitung nilai modulus bitumen menurut metoda Nottingham (1984) (*belum digunakan*).

(lxxiii) Isikan nilai Vehicle Speed (V) pada Editbox **Vehicle Speed** untuk memperkirakan Loading Time pada model perhitungan nilai modulus bitumen menurut metoda Nottingham (1984) (*belum digunakan*):

$$\log(t) = 5 * 10^{-4} * D_1 - 0.2 - 0.94 * \log(V) \quad \text{atau} \quad t = \frac{1}{V}$$

$$S_b = 1.157 * 10^{-7} * t^{0.368} * 2.718^{-P_{lr}} * (SP_r - T)^5$$

atau untuk memperkirakan Loading Frequency (f) pada model perhitungan nilai modulus lapis campuran beraspal menurut metoda Asphalt Institute (1982) (*belum digunakan*):

$$E_{AC} = 100,000 * 10^{\beta_1}$$

$$\text{di mana: } \beta_1 = 0.000005 \beta_2 - \frac{0.00189 \beta_2}{f^{1.1}} + \beta_3$$

$$\beta_2 = (0.483 V_b)^{0.5} (T^{[1.3+0.49825 \log(f)]})$$

$$\beta_3 = 0.553833 + 0.028829 \left(\frac{P_{200}}{f^{0.1703}} \right) - 0.03476 V_v + 0.070377 \eta + \frac{0.931757}{f^{0.02774}}$$

$$V_b = \text{volume of bitumen (\%)} \cong 2.3041 * \text{binder content (\%)}$$

$$T = \text{Asphaltic Concrete layer temperature (}^\circ\text{F)}$$

$$f = \text{loading frequency (Hz)}$$

$$V_v = \text{volume of voids (\%)}$$

$$P_{200} = \text{filler content (\%)}$$


$$\eta_{70^\circ F} = \text{viscosity of bitumen at } 70^\circ F \text{ (mill. poises)}$$


$$= 29508.2 * \text{pen}^{-2.1939}$$

$$E_{AC} = \text{modulus of asphaltic concrete (psi)}$$

(lxxiv) Isikan nilai Rutting Factor (F_r) pada Editbox **Rutting Factor** untuk kalibrasi model kriteria kerusakan alur menurut metoda Nottingham (1984) (*belum digunakan*):

$$\varepsilon_z = \frac{451.3}{\left(\frac{N}{F_r} \right)^{0.28}}$$

(lxxv) Ikon **Panah ke Atas**  untuk memindahkan fokus ke bagian teratas dari Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan.

(lxxvi) Ikon Komunikator  untuk tempat berkomunikasi antar pemakai berbagai pengalaman, pertanyaan atau solusi seputar program Pavement-PastDean.

Catatan: Untuk evaluasi kondisi struktur perkerasan, struktur perkerasan sebaiknya perlu digabungkan menjadi sistem struktur 3-lapisan.

BAB 5. PENUTUP

Pengoperasian setiap Lembar Kerja Program Pavement-PastDean telah dijelaskan dengan rinci, langkah demi langkah. Pemakai Program Pavement-PastDean diharapkan akan dapat langsung mengoperasikan program secara mandiri dengan mengacu pada buku Manual Pengoperasian Program Pavement-PastDean ini.

Meskipun demikian, jika masih ada kendala yang dijumpai pada saat pengoperasian Program Pavement-PastDean, maka pemakai dapat menghubungi Help Desk untuk mendapatkan bantuan teknis seperlunya.

Program Pavement-PastDean dikembangkan sebagai pelengkap dari buku Perancangan Struktur Perkerasan Lentur Jalan Berdasarkan Pendekatan Mekanistik yang baru diterbitkan. Contoh desain dan analisis struktur perkerasan lentur jalan dan latihan soal yang terdapat di dalam buku tersebut semuanya dapat diselesaikan dengan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan (Ditjen Bina Marga, 2024) atau program Pavement-PastDean. Oleh karena itu, buku Perancangan Struktur Perkerasan Lentur Jalan Berdasarkan Pendekatan Mekanistik juga merupakan dokumen tutorial dari program Pavement-PastDean ini.

Akhir kata, koreksi dan saran dari pemakai Program Pavement-PastDean terhadap buku manual pengoperasian dan/atau Program Pavement-PastDean sangat diharapkan untuk dapat disampaikan ke Help Desk, yang mana nantinya akan ditindaklanjuti dan disertakan pada edisi selanjutnya, baik dalam buku manual pengoperasian, maupun Program Pavement-PastDean.

Media Komunikasi Antar Pemakai untuk berbagi pengalaman, pertanyaan atau solusi tentang permasalahan desain struktur perkerasan secara mekanistik dan/atau pengoperasian program Pavement-PastDean telah ditambahkan di Lampiran C untuk kemanfaatan sebesar-besarnya bagi pemakai program Pavement-PastDean.

Penulis

Dr. Ir. Djunaedi Kosasih, MSc.

LAMPIRAN A: Tabel Distribusi Normal

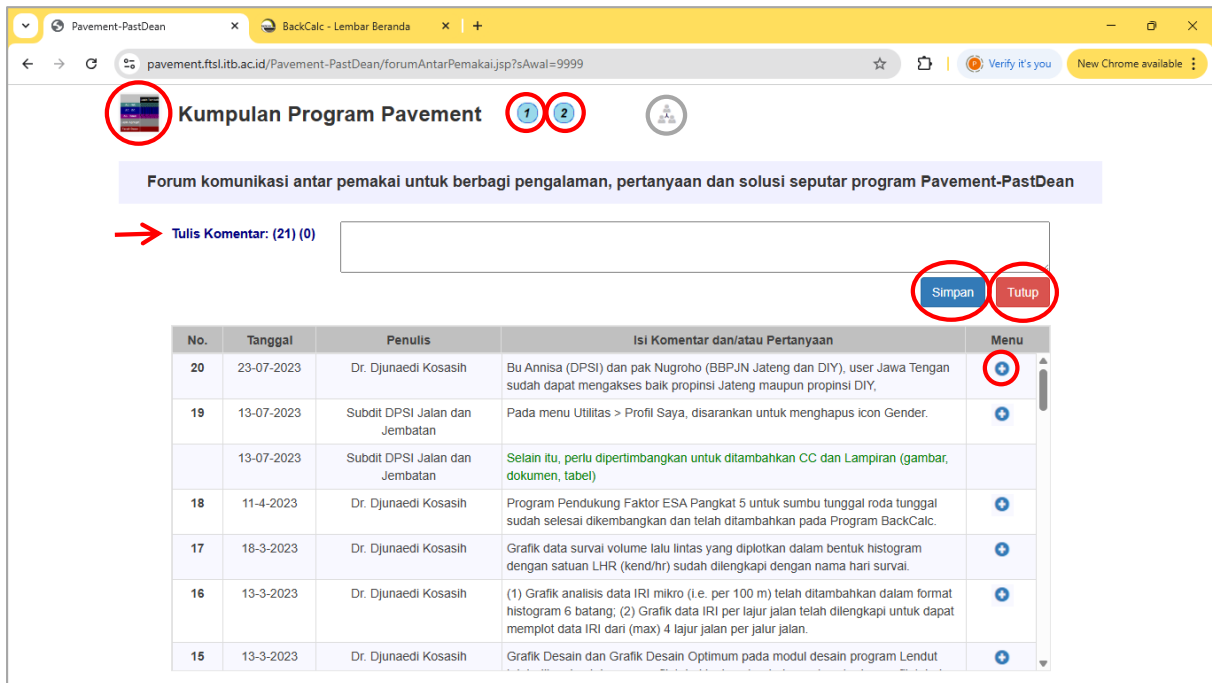
z		Tabel Distribusi Normal									
		0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0159	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359	
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753	
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141	
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517	
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879	
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224	
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2518	0.2549	
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852	
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133	
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389	
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621	
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015	
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319	
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4485	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545	
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706	
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817	
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990	
4.0	0.49997	...									

LAMPIRAN B: Konversi Satuan dan Konstanta








Panjang	1 m	=	100 cm	Masa	1 ton	=	1,000 kg	Giga	=	10 ⁹	
	1 cm	=	10 mm		1 kg	=	1,000 gram		Mega	=	10 ⁶
	1 in	=	25.4 mm		1 lb	=	0.4536 kg		Mikron	=	10 ⁻⁶
	1 ft	=	12 in		Gaya	1 kg	=	9.81 N	gravitasi	=	9.81 m/s ²
	1 mile	=	1.609 km	Tekanan		1 Pa	=	1 N/m ²	phi	=	3.141593
	1 mm	=	1000 µm			1 psi	=	6.895 KPa			
	1 µm	=	0.001 mm			1 MPa	=	145.033 psi			
	1 µm	=	1 mikron		1 psi	=	0.006901331 MPa				
Luas	1 ha	=	10,000 m ²	1 atm	=	100 KPa					
	1 are	=	0.4047 ha	Temperatur			x °C	=	(x * 9/5 + 32) °F		
					xx °F	=	(xx - 32) * 5/9 °C				

LAMPIRAN C: Media Komunikasi Antar Pemakai Program Pavement-PastDean

Lembar Kerja Media Komunikasi Antar Pemakai Program Pavement-PastDean ditampilkan seperti terlihat pada **Gambar C-1**. Ada 8 (delapan) obyek yang dapat dioperasikan, yang terdiri dari: 1 (satu) ikon header, 2 (dua) pranala, 1 (satu) ikon menu, 1 (satu) textarea, 2 (dua) tombol dan 1 (satu) ikon. Di sini, ikon menu Communicator 🗨️ berwarna silver karena sedang ditampilkan.



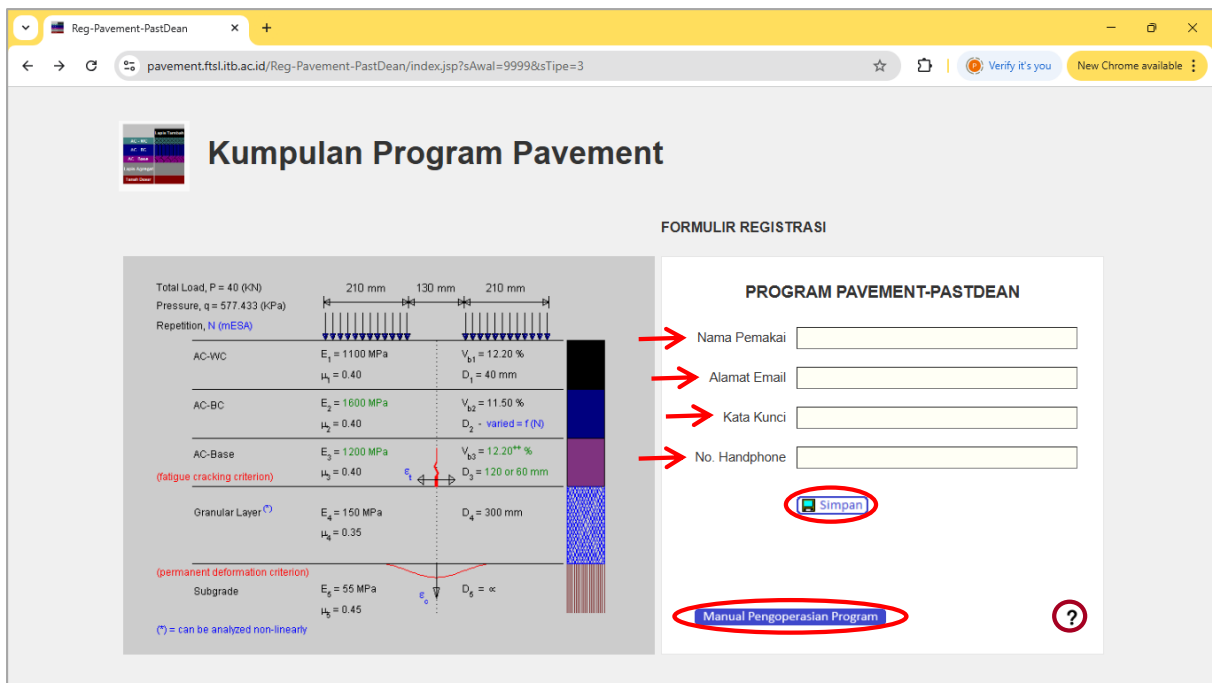
Gambar C-1: Tampilan Lembar Kerja Forum Komunikasi Antar Pemakai

- (i) Klik pada menu Header Program Pavement-PastDean  atau klik pada tombol Tutup  untuk menutup Lembar Kerja Forum Komunikasi Antar Pemakai Program Pavement-PastDean dan membuka Halaman Penutup, seperti telah dijelaskan pada **Gambar 2-2**.
- (iii) Pranala satu  untuk menampilkan Lembar Kerja Modul Program Respon; Pranala dua  untuk menampilkan Lembar Kerja Modul Program Desain Struktur Perkerasan.
- (iv) Klik ikon menu  untuk membuka lembar kerja Forum Komunikasi Antar Pemakai (*sedang dinon-aktifkan*).
- (v) Tulis komentar oleh siapa saja pemakai Program Pavement-PastDean pada textarea.
- (vi) Tekan tombol  untuk menyimpan komentar tersebut. Admin dapat menghapus komentar yang cenderung mengarah ke unsur sara atau komentar yang tidak pantas.
- (vii) Klik ikon Tambah  untuk menjawab komentar terkait oleh siapa saja pemakai pada textarea. Untuk membedakan, Jawaban Komentar ditulis dengan huruf berwarna hijau.





LAMPIRAN D: Petunjuk Pengoperasian Proses Registrasi dan Pemesanan Lisensi Program Pavement-PastDean

Modul Program Reg-Pavement-PastDean dapat diakses pada browser Chrome via tautan berikut: <https://pavement.ftsl.itb.ac.id/Reg-Pavement-PastDean/>

Formulir Registrasi program Pavement-PastDean ditampilkan, seperti terlihat pada **Gambar D-1**. Ada 4 (empat) Checkbox, 2 (dua) tombol dan 1 (satu) ikon yang dapat dioperasikan, sebagai berikut:



Gambar D-1: Tampilan Forumulir Registrasi Calon Pemakai Program Pavement-PastDean

- (i) Isi 4 (empat) Editbox (i.e. Nama Pemakai, Alamat Email, Kata Kunci dan No. Handphone) dengan benar dan lengkap. Tidak boleh ada data yang kosong.
- (v) Tekan tombol Simpan  untuk menyimpan data registrasi pemakai dan untuk melanjutkan proses registrasi guna mendapatkan lisensi program Pavement-PastDean tahunan dan aktivasi akun pemakai. Berikut adalah urutan 7 (tujuh) pesan yang mungkin diterima selama proses registrasi (ditampilkan pada halaman berikut).
- (vi) Tekan tombol Manual Pengoperasian Program  untuk menampilkan dan mengunduh Manual Pengoperasian Program Pavement-PastDean.
- (vii) Tekan ikon Bantuan  untuk menampilkan petunjuk pengoperasian proses registrasi ini.
- (*) Tombol Demo Program  juga tersedia untuk mengoperasikan Demo Program sambil menunggu proses registrasi selesai. Petunjuk pengoperasian Demo Program dapat dilihat di Manual Pengoperasian Program Pavement-PastDean.

Klik kanan mouse pada obyek menampilkan keterangan dari obyek terkait.

Pesan #1: Jika data registrasi pemakai telah tersimpan

FORMULIR PELUNASAN BIAYA LISENSI

PROGRAM PAVEMENT-PASTDEAN

Proses registrasi berhasil !
Silahkan transfer pelunasan lisensi program Pavement-PastDean, sebesar Rp 500.000,- (Terbilang: Lima ratus ribu rupiah), ke:
Bank Mandiri: **atau** QR Code berikut:
No. Rekening 130-00-2366601-2
a/n PT REKAYASA JALAN OPTIMA

QR Code
ditampilkan di
Formulir Registrasi
via web

Kirim bukti transfer lewat WA 0895401076346 atau lewat email ptrjo2025@gmail.com

Program Pavement-PastDean akan dapat diakses dalam waktu tidak lebih lama dari 24 jam setelah pelunasan biaya lisensi.

[Demo Program](#) [>> Lanjut](#)

Lisensi program Pavement-PastDean berlaku hanya untuk 1 (satu) tahun saja. Perpanjangan lisensi dikenakan biaya pemeliharaan dan administrasi 10% per tahun. Disediakan opsi untuk pengoperasian program Pavement-PastDean di komputer personal tanpa batasan masa berlaku, silahkan hubungi Admin lewat email.

Pesan #2: Jika pelunasan biaya lisensi masih dalam proses

KONFIRMASI PELUNASAN BIAYA LISENSI

PROGRAM PAVEMENT-PASTDEAN

Pemakai sudah terdaftar. Biaya lisensi program belum dilunasi !
Silahkan transfer pelunasan lisensi program Pavement-PastDean, sebesar Rp 500.000,- (Terbilang: Lima ratus ribu rupiah), ke:
Bank Mandiri: **atau** QR Code berikut:
No. Rekening 130-00-2366601-2
a/n PT REKAYASA JALAN OPTIMA

QR Code
ditampilkan di
Formulir Registrasi
via web

Kirim bukti transfer lewat WA 0895401076346 atau lewat email ptrjo2025@gmail.com

Program Pavement-PastDean akan dapat diakses dalam waktu tidak lebih lama dari 24 jam setelah pelunasan biaya lisensi.

[Demo Program](#) [>> Lanjut](#)

Lisensi program Pavement-PastDean berlaku hanya untuk 1 (satu) tahun saja. Perpanjangan lisensi dikenakan biaya pemeliharaan dan administrasi 10% per tahun. Disediakan opsi untuk pengoperasian program Pavement-PastDean di komputer personal tanpa batasan masa berlaku, silahkan hubungi Admin lewat email.

Pesan #3: Jika aktivasi akun pemakai belum selesai diproses

MENUNGGU AKTIVASI AKUN PEMAKAI PROGRAM

PROGRAM PAVEMENT-PASTDEAN

Tunggu aktivasi akun pemakai.

Akun Program Pavement-PastDean sedang diaktifkan, tidak lebih lama dari 24 jam setelah pelunasan biaya lisensi.

[Demo Program](#) [>> Lanjut](#)

Lisensi program Pavement-PastDean berlaku hanya untuk 1 (satu) tahun saja. Perpanjangan lisensi dikenakan biaya pemeliharaan dan administrasi 10% per tahun. Disediakan opsi untuk pengoperasian program Pavement-PastDean di komputer personal tanpa batasan masa berlaku, silahkan hubungi Admin lewat email.

Pesan #4: Jika lisensi program sudah hampir kedaluarsa

pavement.ftsl.itb.ac.id says

Lisensi program Pavement-PastDean hampir kedaluarsa.
Silahkan perpanjangan lisensi segera ...

Pesan #5: Jika lisensi program sudah kedaluarsa

pavement.ftsl.itb.ac.id says

Lisensi program Pavement-PastDean sudah kedaluarsa.
Silahkan kontak Admin untuk perpanjangan lisensi ...

Pesan #6: Jika proses registrasi sudah selesai

pavement.ftsl.itb.ac.id says

Akun Pemakai sudah aktif. Pemakai sudah dapat langsung login ke program Pavement-PastDean.

Pesan #7: Lanjutan jika proses registrasi sudah selesai – Membuka Lembar Login

The screenshot shows a web browser window with the URL `pavement.ftsl.itb.ac.id/Pavement-PastDean/index.jsp?Awal=9999&stipe=4&Password=denjessieff&SIDUser=drkosasih@gmail...`. The page title is "Kumpulan Program Pavement" and the sub-header is "LEMBAR LOGIN".

PROGRAM PAVEMENT-PASTDEAN

Alamat Email:

Kata Kunci:

[Ubah Kata Kunci](#) [Lupa Kata Kunci](#)

[LOGIN](#)

[Manual Pengoperasian Program](#) [Demo Program](#)

(*) = can be analyzed non-linearly

Technical Diagram Data:

Layer	Modulus (E_i)	Poisson's Ratio (μ_i)	Thickness (D_i)	Volume Fraction (V_{b_i})
AC-WC	1100 MPa	0.40	40 mm	12.20 %
AC-BC	1600 MPa	0.40	varied = f(N)	11.50 %
AC-Base	1200 MPa	0.40	120 or 60 mm	12.20** %
Granular Layer	150 MPa	0.35	300 mm	-
Subgrade	55 MPa	0.45	$D_b = \infty$	-

Additional parameters: Total Load, P = 40 (kN); Pressure, q = 577.433 (kPa); Repetition, N (m/ESA).