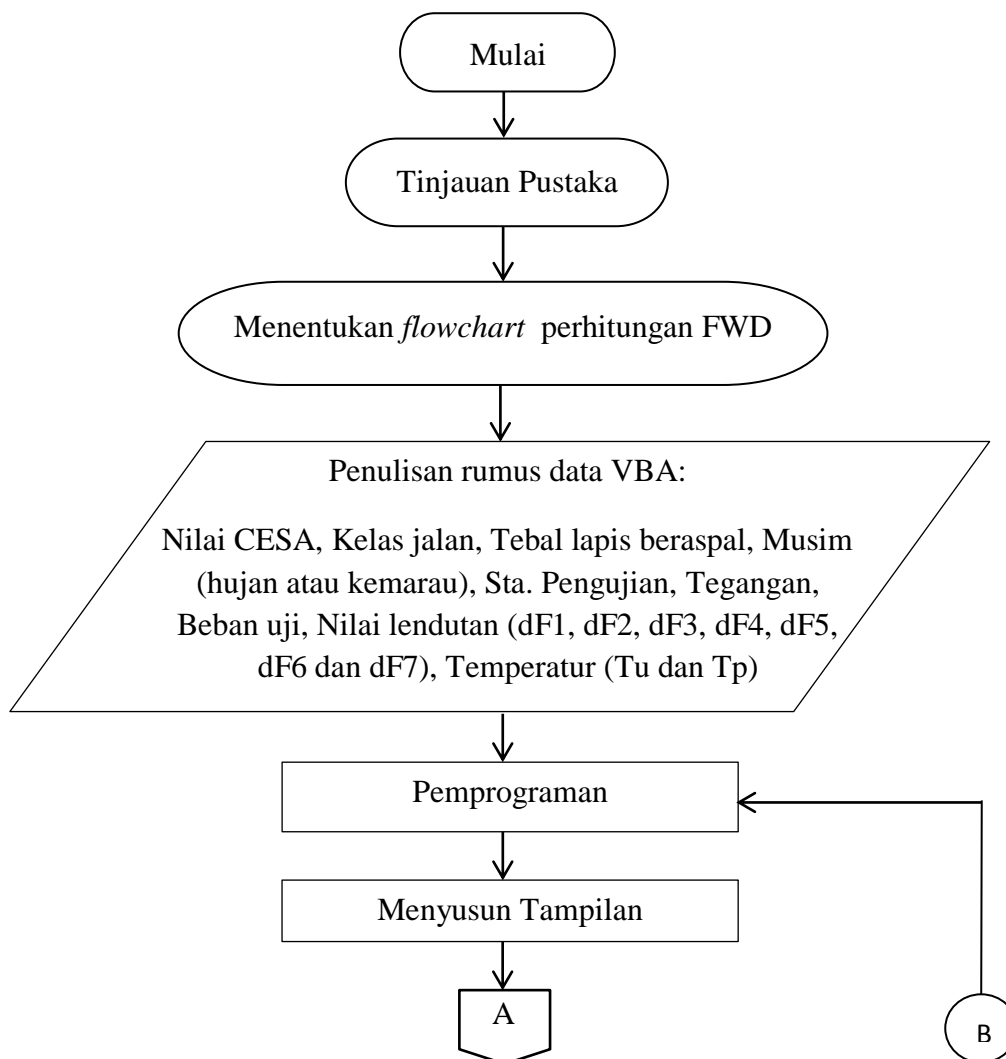


BAB IV

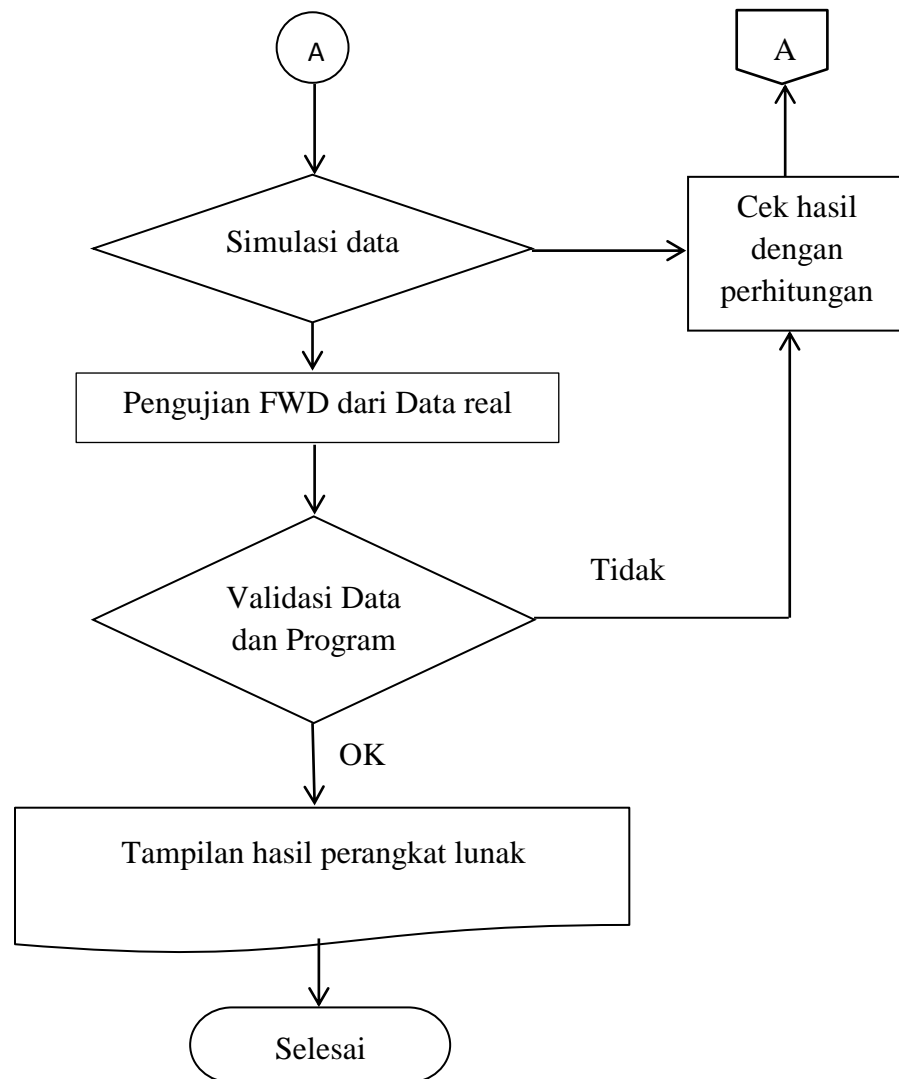
METODE PENELITIAN

A. Bagan Alir (*Flowchart*) Penelitian

Secara umum penelitian ini dilakukan untuk mempermudah dalam pengerjaan hitungan menentukan tebal lapis tambahan. Penelitian dilakukan dengan membangun perangkat lunak VBA excel dan data yang digunakan berasal dari pengujian dengan alat *Falling Weight Deflectometer (FWD)*. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Diagram alir tahapan penelitian



Gambar 4.2 Lanjutan

B. Lokasi Penelitian

Untuk lokasi yang dilakukan di ruas jalan batas Tanjung Jabung Barat 83+500 sampai SP Tuan 48+500. Pada lokasi batas Tanjung Jabung Barat (Tanjung) yaitu pada daerah Jambi dan sampai SP Tuan yaitu daerah Palembang. Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD).

C. Teknik Pengumpulan Data Lendutan FWD

FWD Adalah alat pengujian bersifat *non-destructive* digunakan untuk pengujian structural digunakan pada perkerasan lentur, kaku dan komposit. Pengujian FWD bertujuan menentukan kapasitas struktural dari struktur perkerasan, kekuatan tanah dasar, dan memperkirakan kemampuan transfer beban pada sambungan di perkerasan kaku dan komposit.

Tata cara pengumpulan data lendutan perkerasan jalan dari alat FWD dijelaskan sebagai berikut.

1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam pengujian FWD dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Pelat Beban

Pembebanan dilakukan menggunakan sistem hidraulik pada perangkat mekanik FWD. Besarnya beban yang digunakan selama pengujian berkisar 30-50 KN dengan rentang waktu pembebanan pada permukaan jalan antara 25 – 30 msec (milidetik). Beban dijatuhkan di atas pelat beban dengan ukuran diameter 150 mm. Pelat ini diletakan tepat diatas titik perkerasan jalan yang diuji.

b. Sensor

Sensor atau bisa disebut *geophone* dengan frekuensi natural sebesar 4,7 Hz pada alat FWD, berguna untuk mengukur besarnya lendutan yang terjadi pada permukaan perkerasan jalan sebagai respon perkerasan akibat dari beban yang diberikan. *Geophone* sering juga disebut sebagai deflector yang merupakan sensor untuk mencatat lendutan yang terjadi ketika dilakukan pengujian. *Geophone* merupakan sensor elektronik yang menerjemahkan *dynamic velocity* menjadi tegangan listrik, berdasarkan prinsip induksi magnet, alat ini mengubah vibrasi menjadi sinyal listrik analog. Proses transfer dari data *geophone* menjadi data lendutan memerlukan perhitungan seismik yang cukup rumit. *Geophone* ini diletakan pada jarak yang berbeda yaitu 0, 200, 300, 450, 600, 900 dan 1500 mm dari pusat

pelat beban yang digunakan. Untuk merubah data seismik yang dihasilkan ketika melakukan pengujian dengan FWD menjadi nilai lendutan, maka diperlukan fungsi transfer yang melibatkan perhitungan-perhitungan seismik yang cukup rumit.

- c. Load cell : merupakan sensor yang mencatat besarnya beban yang diaplikasikan. Load cell berfungsi untuk mengukur beban yang akan diaplikasikan, dimana di dalamnya terdapat *strain gauge*. Dengan mengukur regangan pada lempengan blok besi maka beban yang diaplikasikan dapat dihitung.
- d. DMI/Odometer : merupakan sensor yang dibutuhkan untuk mencatat jarak yang telah ditempuh ketika melakukan pengujian.
- e. Sensor temperatur: sensor ini terdiri atas 3 buah sensor yang mencatat temperatur udara, temperatur permukaan dan temperatur perkerasan.
- f. Optional: GPS+Kamera

2. Mekanisme Pengujian FWD

Untuk perhitungan kekuatan struktur perkerasan dari data lendutan FWD menggunakan teori-teori Boussinesq dan Burminster. Pada prinsipnya, alat FWD memberikan beban implus terhadap struktur perkerasan khususnya perkerasan lentur melalui pelat beban berbentuk sirkulasi (bundar) yang dimodelkan dapat memberikan efek yang sama seperti beban roda kendaraan (Darsana dkk., 1994). Sebelum dilakukan pengujian dengan menggunakan alat FWD, dilakukan kalibrasi alat yaitu pada:

- a. Load cell : untuk alat load cell kalibrasi dilakukan di pabrik
- b. *Geophone* : dikalibrasi sampai didapatkan nilai 400 – 600 mikron. Relative Calibration: untuk memastikan fungsi dan akurasi sensor geophone bekerja dengan baik, seluruh geophone harus menghasilkan output yang sama pada posisi dan lokasi yang sama.

- c. *Reference Calibration*: Untuk memastikan akurasi sensor *geophone* yang dibandingkan dengan alat kalibrasi acuan
- d. DMI (*Distance Measurement Index*) : kalibrasi dengan jarak yang ditentukan (standar 500 m – 1 km)
- e. Temperature Sensor Calibration

Pelat sirkular diletakan diatas permukaanperkerasan yang akan diukur. Kemudian pelat dijatuhkan diatas pelat sehingga menyebabkan beban impuls yang akan memberikan respon lendutan pada struktur perkerasan. Respon lendutan tersebut direkam oleh tujuh buah sensor *geophone*. Ketika beban dijatuhkan, secara keseluruhan lendutan akan membentuk suatu cekung (*deflection bowl*). Pengambilan data sebagai berikut:

- a. Network Level: interval 100 – 500 m, pada jejak roda luar untuk perkerasan lentur, dan tengah slab untuk perkerasan kaku (min. 10 % dari jumlah slab dilakukan pengujian pada sambungan).
- b. General Project Level: interval 50 – 200 m, pada jejak roda luar untuk perkerasan lentur, dan tengah slab untuk perkerasan kaku (min. 25 % dari jumlah slab dilakukan pengujian pada sambungan).
- c. Detail Project Level: interval 10 – 100 m, dapat dilakukan pada kedua jejak roda untuk perkerasan lentur, dan tengah slab untuk perkerasan kaku yang diikuti dengan pengujian pada sambungan atau retak pada jejak roda luar ataupun corner slab, pengujian di sambungan dilakukan untuk semua slab).

Adapun jenis-jenis pengujian dengan alat *Falling weight Deflectometer* (FWD) sebagai berikut:

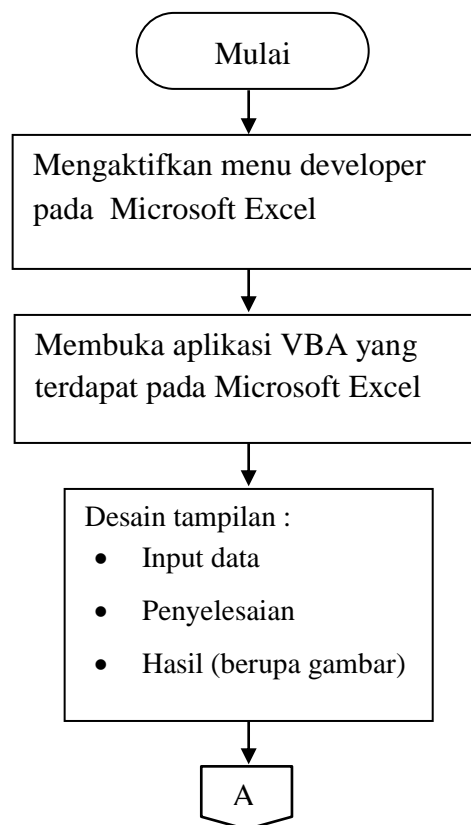
- a. Basin Testing: Evaluasi kekuatan struktural dari struktur perkerasan dan tanah dasar (Fleksibel, Rigid & Komposit)
- b. Joint Testing: Mengetahui kinerja (load transfer) pada sambungan serta void detection (Rigid & Komposit)
- c. Corner Testing: Mengetahui kinerja (load transfer) pada sudut slab (corner) serta void detection (Rigid).

D. Teknik Analisis Data

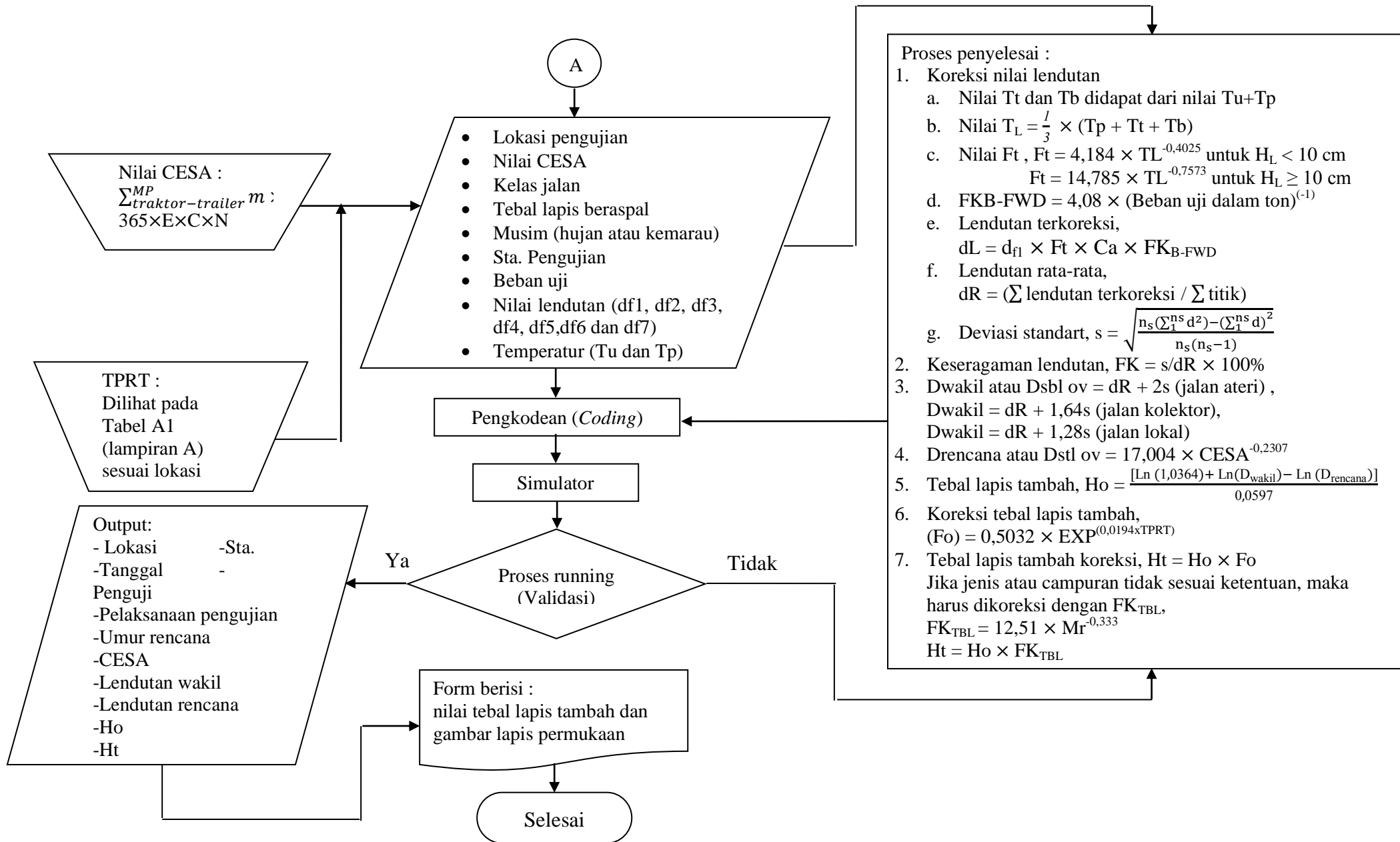
Untuk menjalankan aplikasi *Visual Basic for Applications* (VBA) pada *Microsoft Excel* kita memerlukan menu *developer*. Jika belum tersedia maka terlebih dahulu kita harus mengaktifkannya dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Klik menu *office button*, pilih *Excel Options*
2. Akan ditampilkan jendela *Excel Option*
3. Pada kategori popular, beri tanda centang pada *Show Developer tab in the Ribbon*, lalu klik tombol OK.

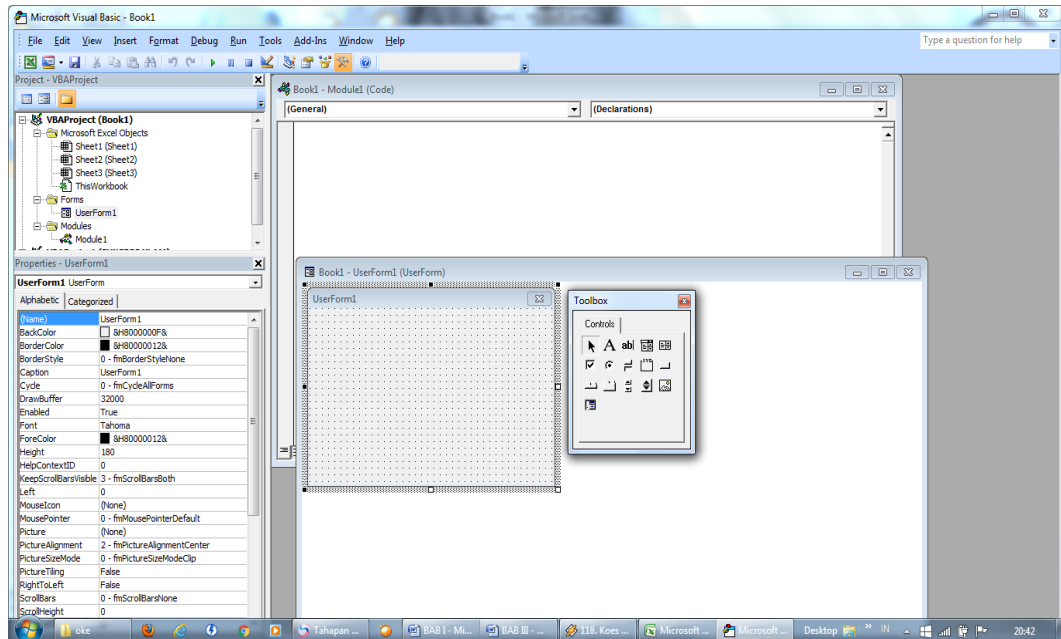
Kemudian setelah menu *developer* aktif kita dapat melanjutkan untuk membangun perangkat lunak perencanaan tebal lapis tambah sesuai rumus yang ada. Untuk langkah-langkahnya dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Tahapan pengerjaan perangkat lunak perhitungan di VBA excel



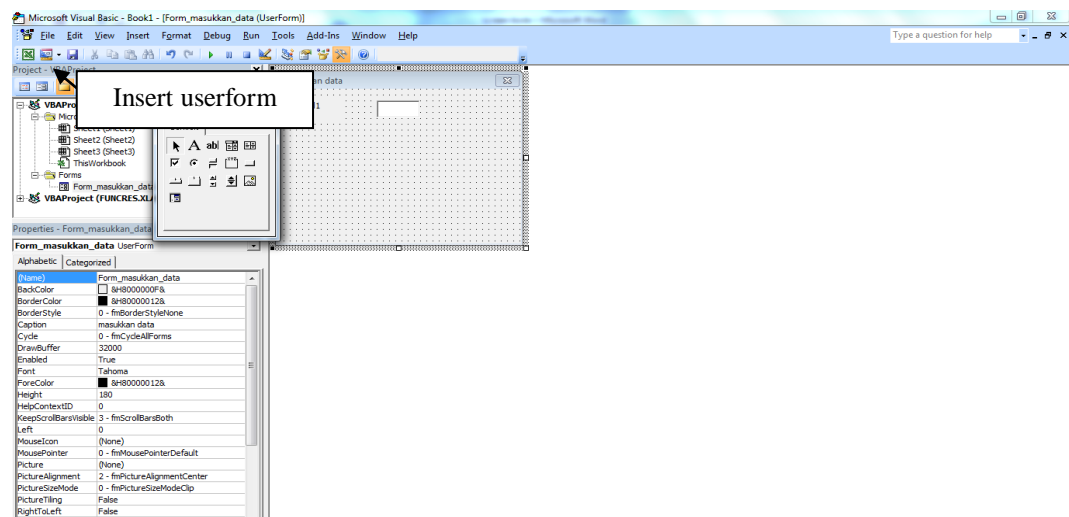
Gambar 4.4 Lanjutan



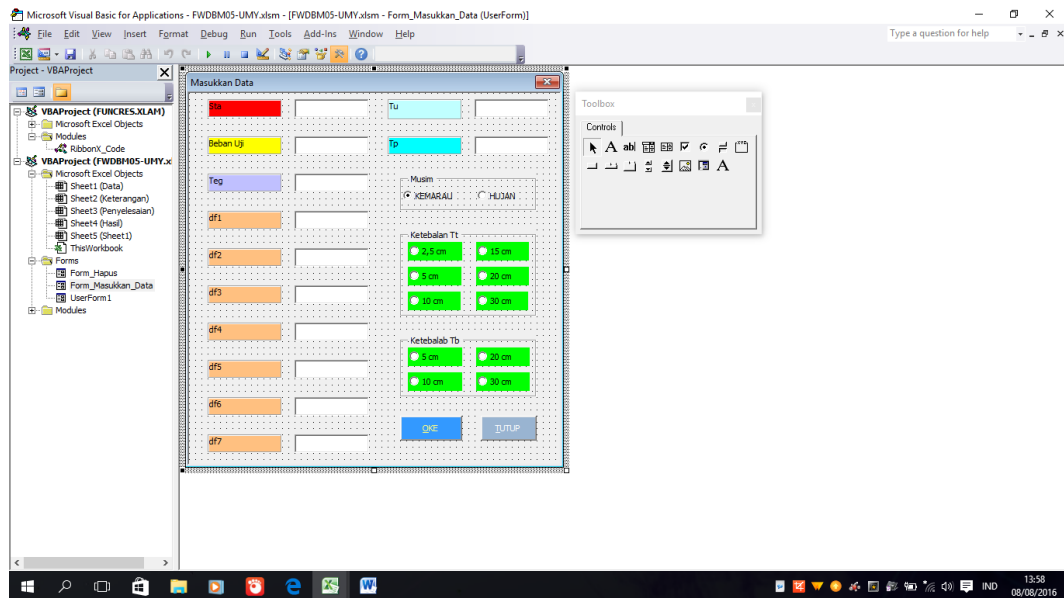
Gambar 4.5 Tampilan dari VBA Excel

1. Membuat Form Input Data

Langkah awal : Klik Insert User Form → Klik pada menu toolbox seperti label, textbox, option bottom, frame untuk membuat tampilan yang diinginkan. Edit penamaan untuk form. (Terlihat pada Gambar 4.6). Hasil input data dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Awal pembuatan form

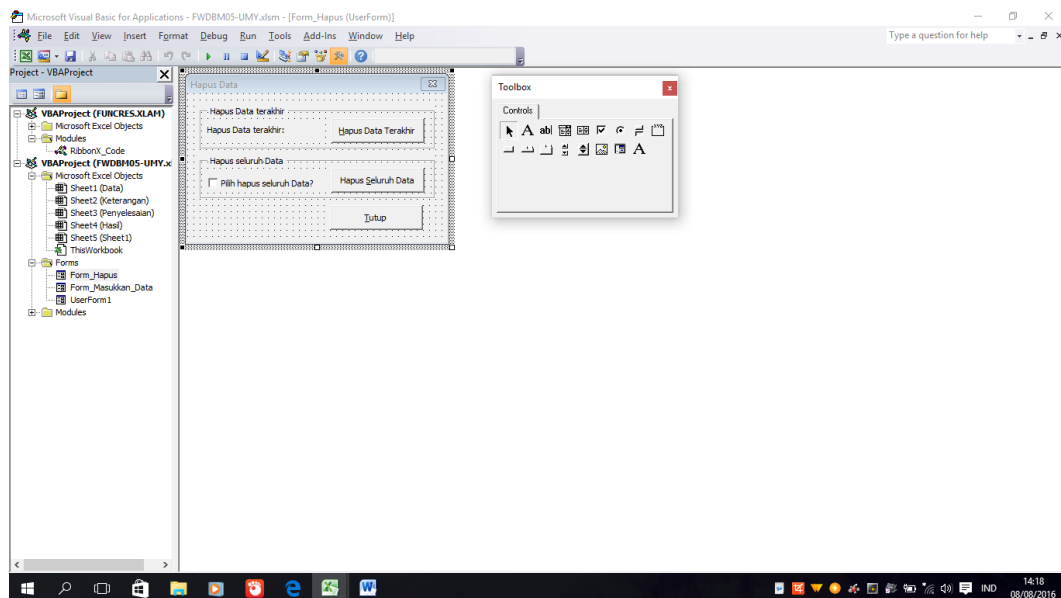


Gambar 4.7 Tampilan hasil form masukkan data

Langkah kedua : Pemasukkan kode pada tombol oke dan tombol tutup agar dapat menjalankan perintah program. Caranya : Klik double tombol oke atau tombol tutup → Coding (Lampiran C).

2. Membuat Form Hapus

Caranya sama dengan membuat form masukkan data yaitu menggunakan menu insert userform dan toolbox untuk bentuk yang diinginkan (terlihat pada Gambar 4.8).

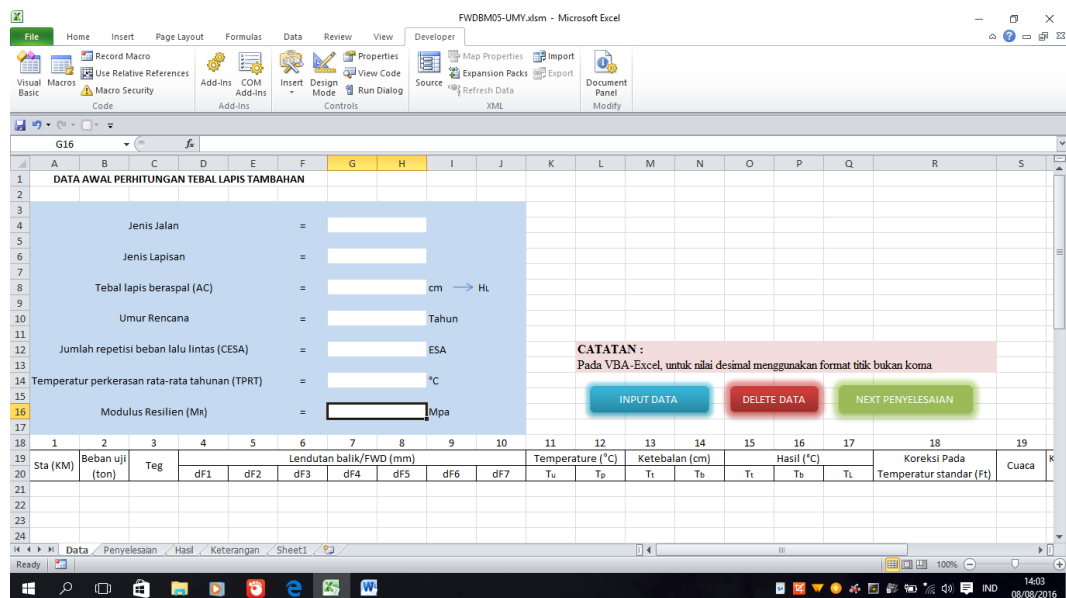


Gambar 4.8 Tampilan form hapus

Untuk pengkodean (pada Lampiran C) dapat dimasukkan pada tombol tutup dengan cara mengklik double tombol tutup.

3. Membuat Menu Utama

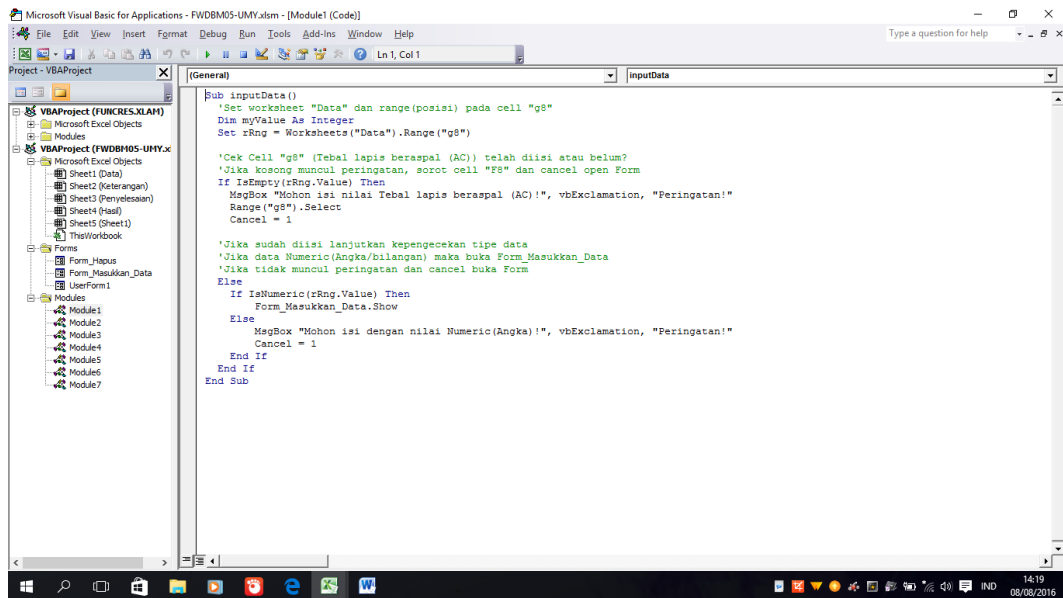
Tampilan dapat disesuaikan dengan keinginan dan kebutuhan. Untuk pembuatan tombol seperti input data, hapus, penyelesaian dapat menggunakan bentuk-bentuk yang terdapat pada menu shapes. Gambar menu utama dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Menu utama program

4. Membuat Submenu Input Data

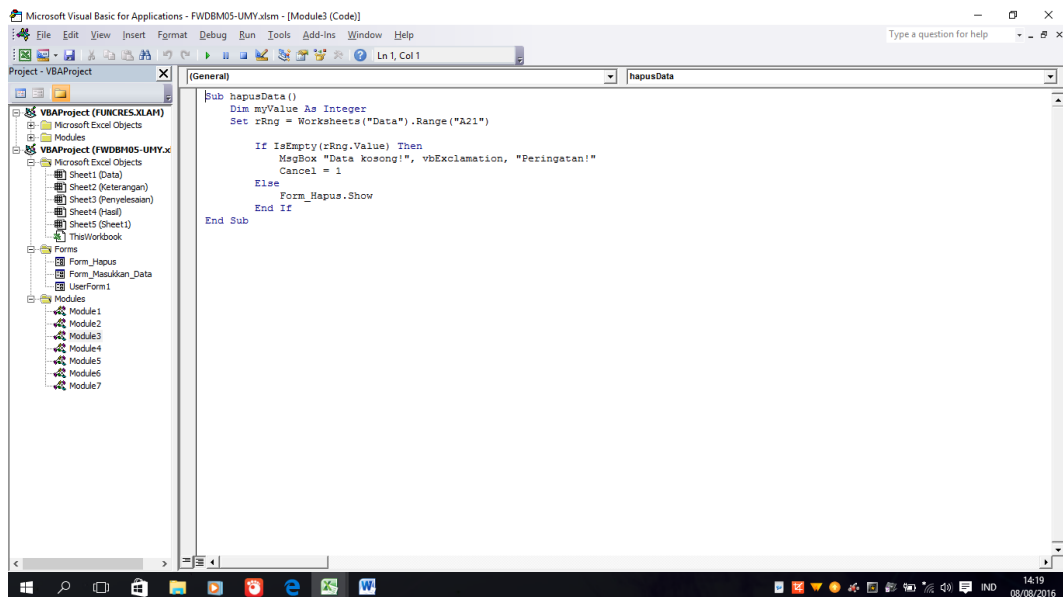
Fungsinya agar ketika diklik tombol input data maka akan muncul tampilan form masukkan data. Caranya : klik kanan tombol input data → klik assign macro → tulis nama modul (masukkan data) pada macro name sesuai keinginan → klik OK maka akan muncul seperti Gambar 4.10 dan pengkodean (Lampiran C) dapat dimasukkan ke dalam modul.



Gambar 4.10 Tampilan Submenu input data

5. Membuat Modul Hapus

Caranya : klik kanan pada tombol hapus → klik assign macro → tulis nama modul (hapus_data) pada macro name sesuai keinginan → klik OK maka akan muncul seperti Gambar 4.11 dan pengkodean (terlampir) dapat dimasukkan ke dalam modul.



Gambar 4.11 Tampilan modul hapus

6. Membuat Modul Penyelesaian

Caranya sama seperti modul input data maupun hapus yaitu : klik kanan tombol penyelesaian → klik assign macro → tulis nama modul (penyelesaian) pada macro name sesuai keinginan → klik OK maka akan muncul seperti Gambar 4.12 dan pengkodean (terlampir) dapat dimasukkan ke dalam modul.

```

Sub inputPenyelesaian ()
    If Worksheets("Data").Range("V21") = 0 Then
        Cancel = 1
        MsgBox "Mohon isi data terlebih dahulu!", vbExclamation, "Peringatan!"
        Exit Sub
    End If
    hitungSumdL
    hitungSumd2
    jumlahTitik
    hasilLendutan
    devisiStandar
    hasilFK
    lendutanWakil
    lendutanRencana
    hasilFo
    hasilHo
    hasilHt
    Ht dari FKTBL
    Application.Goto Worksheets("Penyelesaian").Range("D2"), False
End Sub

Sub hitungSumdL()
    Dim hitungsdL As Double
    Set sdL = Worksheets("Penyelesaian").Range("D2")
    hitungsdL = Application.WorksheetFunction.Sum(Worksheets("Data").Range("U21", Range("U21").End(xlDown)))
    sdL.Value = hitungsdL
End Sub

Sub hitungSumd2()
    Dim hitungsd2 As Double
    Set sd2 = Worksheets("Penyelesaian").Range("D4")
    hitungsd2 = Application.WorksheetFunction.Sum(Worksheets("Data").Range("V21", Range("V21").End(xlDown)))
    sd2.Value = hitungsd2
End Sub

Sub jumlahTitik()

```

Gambar 4.12 Tampilan modul penyelesaian

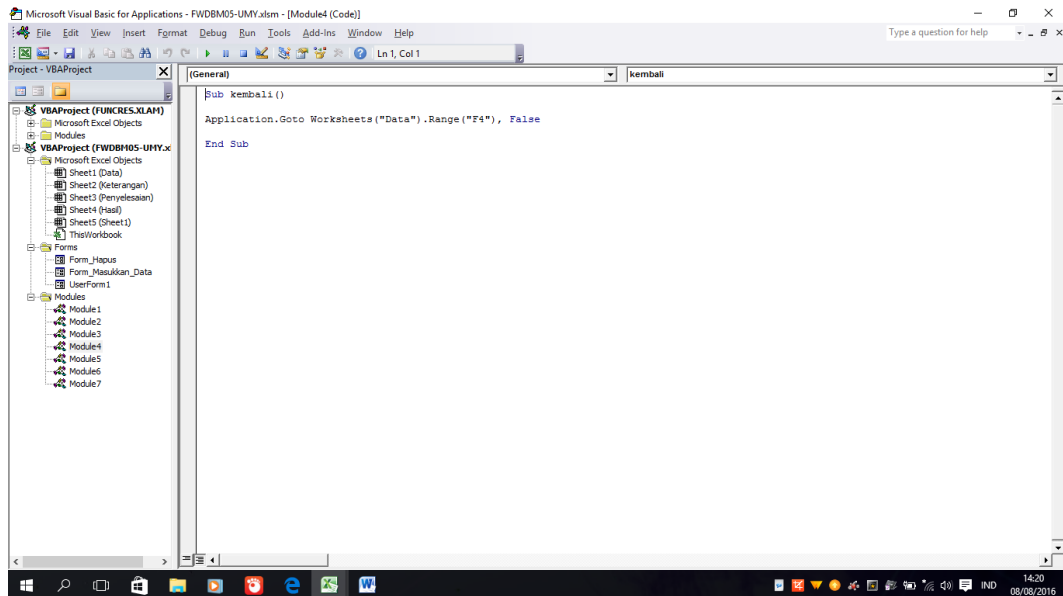
Untuk tampilan hasil pada penyelesaian dapat dilihat pada Gambar 4.13

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1				VBA													
2		$\sum dL$	=	12,47488668													
3		$\sum [dL]^2$	=	4,934651499													
4		Jumlah Titik (ns)*	=	35													
5		Lendutan rata-rata (dR)	=	0,356425334													
6		Devisi Standar (s)	=	0,119838844													
7		Keseragaman lendutan, FK	=	33,6224261													
8		lendutan wakil, Dwakil	=	0,596103022	mm												
9		lendutan rencana, Drencana	=	0,320316435	mm												
10		Ho	=	11,00263502	cm												
11		Fo	=	0,992262516													
12		Ht	=	10,9175023	cm												
13		Ht (dari FKTBL)	=	9,569134049	cm												

Gambar 4.13 Tampilan hasil penyelesaian

7. Membuat Modul Back to Data

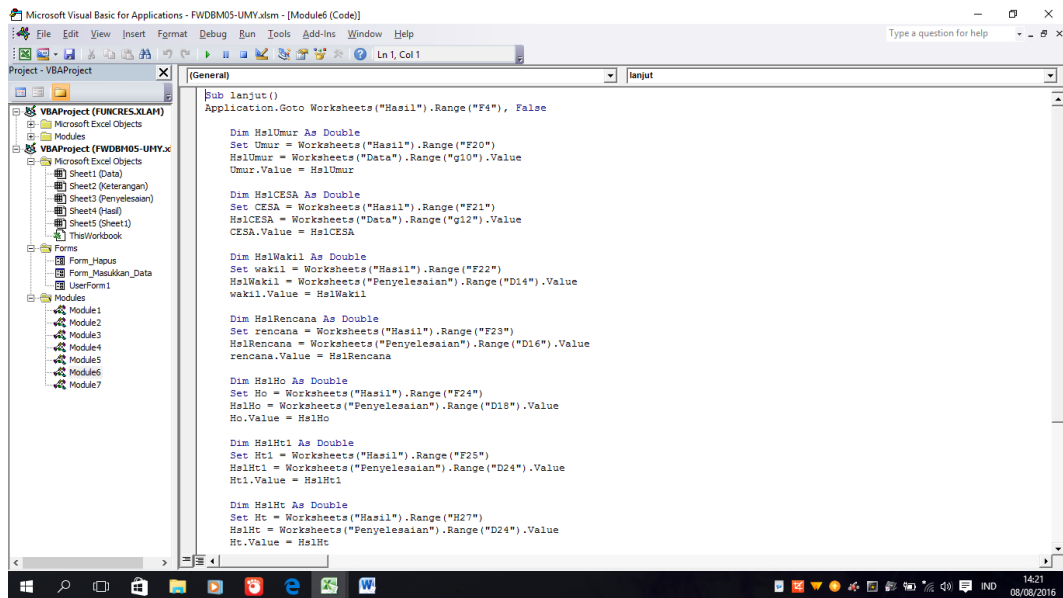
Caranya : klik kanan tombol back to data → klik assign macro → tulis nama modul (pada macro name) → klik OK maka akan muncul seperti Gambar 4.14 dan pengkodean (terlampir) dapat dimasukkan ke dalam modul.



Gambar 4.14 Tampilan modul back to data

8. Membuat Modul Next Hasil


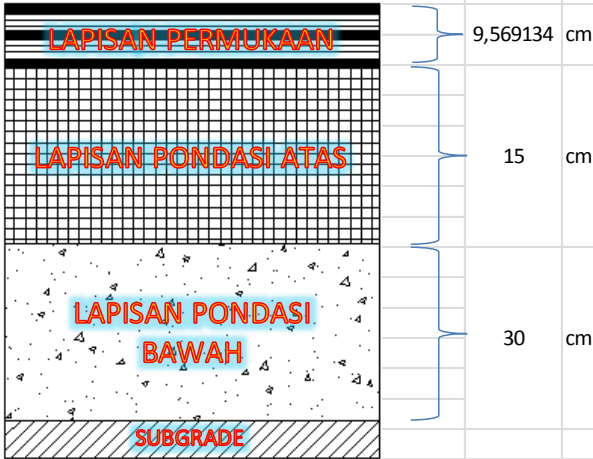
Caranya : klik kanan tombol back to data → klik assign macro → tulis nama modul (pada macro name) → klik OK maka akan muncul seperti Gambar 4.15 dan pengkodean (terlampir) dapat dimasukkan ke dalam modul. Dan pada modul ini juga dimasukkan coding (terlampir) untuk menghasilkan nilai yang akan disajikan pada hasil akhir.



Gambar 4.15 Tampilan modul next hasil

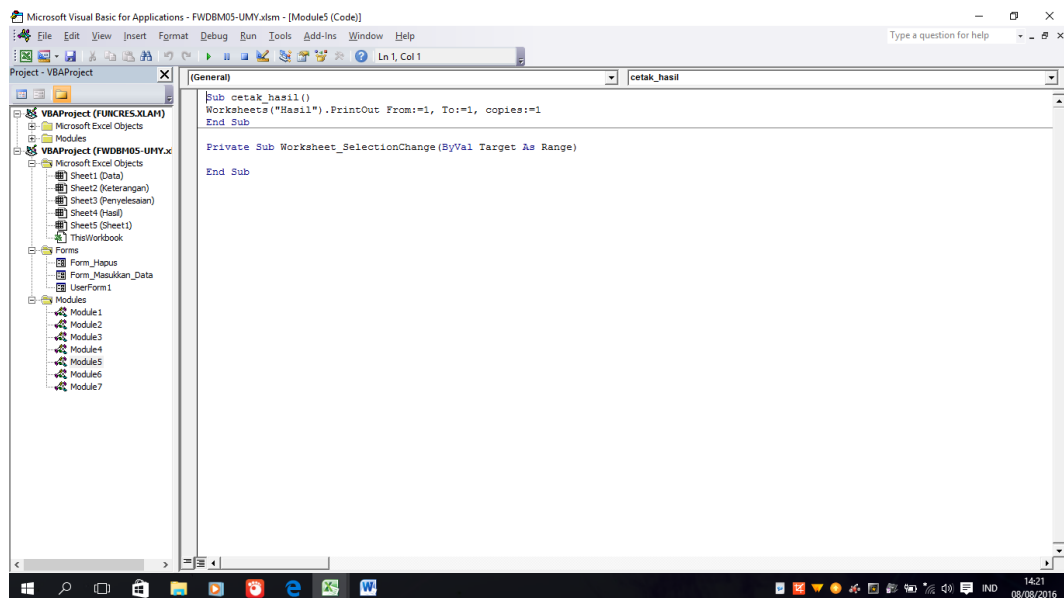
9. Membuat Tampilan Hasil Output dan Modul Print

Pada tampilan akhir dapat kita buat sebuah form yang berisi tentang data-data dari hasil penyelesaian. Dan disajikan juga dalam bentuk sketch gambar untuk lapisan perkerasannya. Untuk tampilan dapat dilihat pada Gambar 4.16.

	JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA		PRINT																		
	FALLING WEIGHT DEFLECTOMETER (FWD) HASIL PERHITUNGAN TEBAL LAPIS TAMBAHAN																				
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Lokasi</td> <td style="width: 10%;">:</td> <td style="width: 60%;">Batas Tanjung Jabung Barat - SP Tuan</td> </tr> <tr> <td>Sta.</td> <td>:</td> <td>83+500 s/d 48+500</td> </tr> <tr> <td>Pelaksanaan Pengujian</td> <td>:</td> <td>Kemarau</td> </tr> <tr> <td>Tanggal</td> <td>:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Penguji</td> <td>:</td> <td>Pusat Litbang</td> </tr> </table>				Lokasi	:	Batas Tanjung Jabung Barat - SP Tuan	Sta.	:	83+500 s/d 48+500	Pelaksanaan Pengujian	:	Kemarau	Tanggal	:	-	Penguji	:	Pusat Litbang			
Lokasi	:	Batas Tanjung Jabung Barat - SP Tuan																			
Sta.	:	83+500 s/d 48+500																			
Pelaksanaan Pengujian	:	Kemarau																			
Tanggal	:	-																			
Penguji	:	Pusat Litbang																			
RINGKASAN																					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Umur Rencana</td> <td style="width: 10%;">=</td> <td style="width: 60%;">5</td> </tr> <tr> <td>CESA</td> <td>=</td> <td>30000000</td> </tr> <tr> <td>Lendutan Wakil</td> <td>=</td> <td>0,596103</td> </tr> <tr> <td>Ho</td> <td>=</td> <td>0,320316</td> </tr> <tr> <td>Ht</td> <td>=</td> <td>11,00264</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>9,569134</td> </tr> </table>				Umur Rencana	=	5	CESA	=	30000000	Lendutan Wakil	=	0,596103	Ho	=	0,320316	Ht	=	11,00264			9,569134
Umur Rencana	=	5																			
CESA	=	30000000																			
Lendutan Wakil	=	0,596103																			
Ho	=	0,320316																			
Ht	=	11,00264																			
		9,569134																			
																					

Gambar 4.16 Tampilan hasil output

Untuk pembuatan modul print yang fungsinya ketika diklik maka hasil output dapat langsung dicetak. Caranya : klik kanan tombol back to data → klik assign macro → tulis nama modul (cetak_data) pada macro name sesuai keinginan → klik OK maka akan muncul seperti Gambar 4.17 dan pengkodean (pada Lampiran C) dapat dimasukkan ke dalam modul.



Gambar 4.17 Tampilan modul print

Sebelum digunakan program tersebut diuji terlebih dahulu dengan data simulasi (terlampir). Tujuannya untuk mengetahui apakah hasil yang akan diproses nanti sudah benar dengan hasil ketika menghitung dengan hitungan manual sehingga program dapat digunakan.

Setelah program oke maka dicek lagi dengan data yang real atau data yang didapat langsung dari pengujian lapangan. Program akan menjalankan sesuai perintah dan hasil akan keluar secara otomatis.