

Aplikasi Penghitungan Pembuatan Jalan dan Lapis Tambahan Pada Aktifitas Perbaikan Jalan Perkerasan Lentur

Mewati Ayub, Tan Lie Ing, Augusto Stevan

Jurusan S1 Teknik Informatika

Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Maranatha, Bandung

Jl. Prof. Drg. Suria Sumantri no. 65 Bandung 40164

email: mewatia@yahoo.com , lieing.tan@gmail.com ,
thunder_raigeki38@yahoo.com

Abstract

Pavement structures is divided into two kinds of pavement, that are flexible pavement and rigid pavement. Flexible pavement is a pavement structure that constructs road from three layers. When the road construction reduces in service period, then it is necessary to provide additional layer to restore the road function. This project develops an application that capable to handle calculation of flexible pavement structure and calculation of additional layer to restore the function of the road. Data that used in making the application are gotten from various study literature. Methods to collect data in making the application are an interview with an expert at civil engineering. Implementation of the application is using C# for programming language and SQL Server for database. Testing in the application has been done by comparing calculation result from application with calculation result from Excel application.

Keywords: flexible pavement structure, additional layer

I. Pendahuluan

Saat ini teknologi informasi sudah banyak dimanfaatkan untuk memfasilitasi berbagai bidang pekerjaan, salah satunya adalah dalam bidang teknik sipil. Dalam proses pembuatan jalan terdapat berbagai macam penghitungan untuk menentukan tebal dan bahan lapisan jalan. Jika terjadi penurunan kinerja jalan, maka perbaikan jalan dibutuhkan untuk mengembalikan kinerja jalan. Pemberian lapis tambah merupakan proses yang dilakukan setelah perbaikan jalan.

Pembuatan jalan dan pemberian lapis tambah membutuhkan perhitungan yang cukup rumit dan menghabiskan cukup banyak waktu jika dikerjakan secara manual, karena itu perlu adanya suatu aplikasi yang dapat memberikan solusi mengenai bahan pembuatan jalan, seberapa tebal lapisan jalan, serta berapa tebal pemberian lapis tambah jika terjadi kerusakan. Dengan adanya aplikasi untuk menghitung pembuatan jalan dan lapis tambah ini, diharapkan dapat membantu mahasiswa, sarjana, dan dosen teknik sipil dalam menentukan bahan dan tebal lapisan jalan pada proses pembuatan jalan, serta dapat memberikan solusi berapa tebal lapis tambah yang harus diberikan jika jalan mengalami kerusakan.

Aplikasi ini akan menangani:

1. Penentuan bahan yang digunakan untuk pembuatan jalan.
2. Penentuan tebal lapisan pada masing-masing lapisan jalan.

3. Penghitungan tebal pemberian lapis tambah berdasarkan kerusakan jalan yang terlihat secara fisik.

II. Landasan Teori

Perkerasan jalan dapat dibagi menjadi tiga [Suk10], yaitu perkerasan jalan lentur, perkerasan kaku dan perkerasan komposit. Perkerasan lentur sangat cocok digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai dengan lalu lintas sedang, seperti jalan perkotaan. Perkerasan lentur memiliki lapisan-lapisan yang terdiri dari lapis permukaan, lapis pondasi, lapis pondasi bawah, dan lapis tanah dasar. Semakin ke bawah lapisan-lapisan ini memiliki daya dukung yang semakin jelek.

Beban lalu lintas merupakan salah satu faktor yang menentukan dalam pembuatan jalan. Faktor ini juga merupakan salah satu faktor penyebab utama kerusakan jalan. Apabila perkiraan peningkatan jumlah kendaraan yang diperkirakan pada awal pembuatan jalan berbeda dari peningkatan jumlah kendaraan yang sebenarnya terjadi, maka akan terjadi penurunan kinerja penggunaan jalan. Kinerja awal yang diharapkan yaitu sama dengan Indeks Permukaan Awal (IP_0) menjadi kinerja akhir yaitu Indeks Permukaan Akhir (IP_t) seharusnya sesuai dengan umur rencana. Akan tetapi, karena adanya kerusakan jalan, maka untuk mengembalikan umur jalan sesuai dengan umur rencana perlu dilakukan perbaikan jalan dan pemeliharaan jalan.

Untuk mengetahui tebal lapisan jalan pada awal pembuatan jalan diperlukan penghitungan Indeks Tebal Perkerasan \overline{ITP} pada awal umur rencana [Suk10]. Penghitungan \overline{ITP} pada awal umur rencana ini membutuhkan komponen-komponen sebagai berikut:

1. Lintas Ekuivalen Rencana atau LER.
2. Daya dukung tanah dasar (DDT).
3. Faktor Regional (FR).
4. Indeks Permukaan Awal (IP_0).
5. Indeks Permukaan Akhir (IP_t).

Dari hasil perhitungan LER, DDT, IP_0 , IP_t , dan FR, dapat dihitung besar dari Indeks Tebal Perkerasan (\overline{ITP}). Setelah \overline{ITP} didapatkan, maka tebal lapisan untuk tiap permukaan jalan dapat diketahui dengan menentukan bahan tiap lapisan.

Kerusakan jalan dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis [Suk10], yaitu retak, distorsi, cacat permukaan, pengausan, kegemukan, dan penurunan pada bekas penanaman utilitas. Setelah perbaikan jalan dilakukan, diperlukan pemberian lapis tambah pada jalan atau disebut juga dengan *overlay*. Untuk menghitung berapa lapis tambah yang harus diberikan, pertama-tama harus dihitung terlebih dahulu berapa Indeks Tebal Perkerasan jalan pada awal rencana (\overline{ITP}). Setelah itu baru dilakukan perhitungan berapa besar Indeks Tebal Perkerasan jalan yang tersisa (\overline{ITP}_{Sisa}).

Metode Secant [Kre06] merupakan metode numerik dengan menggunakan iterasi untuk mencari penyelesaian dari persamaan $f(x) = 0$. Metode ini merupakan metode yang sering dipakai untuk menggantikan metode Newton. Alasan penggantian tersebut karena untuk memecahkan persamaan $f(x) = 0$ pada metode Newton dibutuhkan turunan dari $f(x)$ yaitu $f'(x)$. Pencarian $f'(x)$ seringkali lebih sulit daripada penghitungan terhadap $f(x)$ itu sendiri, sehingga timbul ide untuk mengganti turunan dengan hasil bagi selisih. Untuk menyelesaikan metode Secant dibutuhkan dua buah nilai sebagai nilai awal, kemudian cari nilai ketiga dengan menggunakan rumus R-1 sebagai berikut :

$$f(x_{n+1}) = \frac{x_{n-1}f(x_n) - x_n f(x_{n-1})}{f(x_n) - f(x_{n-1})} \dots \quad (R-1)$$

Dalam aplikasi perhitungan ini, metode Secant digunakan untuk menghitung **ITP** dengan rumus R-2 sebagai berikut :

$$\log(LEP \times 3650) = 9,36 \log\left(\frac{ITP}{2,54} + 1\right) - 0,20 + \frac{Gt}{0,40 + \frac{1094}{\left(\frac{ITP}{2,54} + 1\right)^{5,19}}} + \log\left(\frac{1}{FR}\right) + 0,372 (DDT - 3,0) \dots \quad (R-2)$$

dengan Gt adalah :

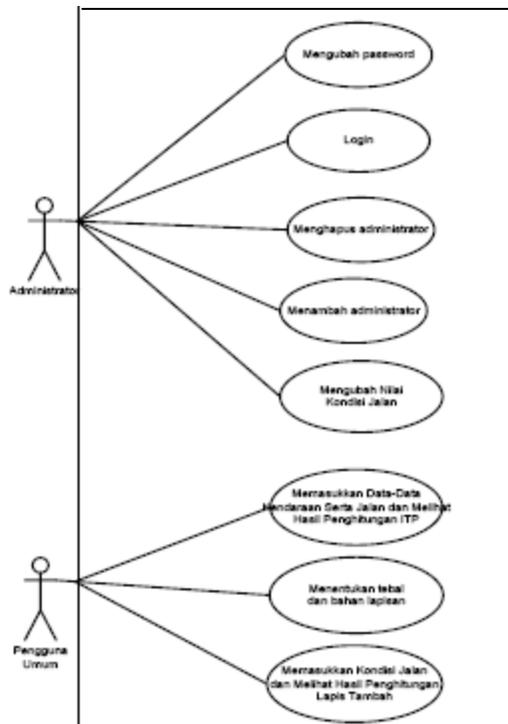
$$\log\left(\frac{IPo - IPt}{4,2 - 1,5}\right)$$

III. Analisis dan Disain

Aplikasi penghitungan ini bertujuan :

1. Menentukan bahan yang digunakan untuk pembuatan jalan berdasarkan faktor-faktor jumlah dan jenis kendaraan serta rumus-rumus penghitungan pembuatan jalan.
2. Menentukan tebal lapisan pada masing-masing lapisan jalan berdasarkan rumus-rumus penghitungan pembuatan jalan dan bahan-bahan dari lapisan jalan.
3. Menghitung tebal pemberian lapis tambah berdasarkan kerusakan jalan yang terlihat secara fisik dan bahan-bahan serta tebal lapisan jalan yang akan diberikan lapis tambah.

Adapun rancangan *Use Case* untuk aplikasi dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Use Case Aplikasi

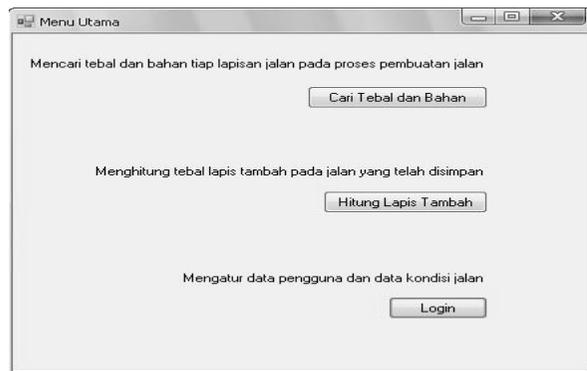
Gambar 1 menjelaskan bahwa terdapat dua jenis pengguna dalam sistem, yaitu administrator dan pengguna umum. Administrator dapat melakukan proses *login*, menambah administrator baru, menghapus data administrator yang tidak aktif, mengubah *password*, dan mengubah daftar kondisi kerusakan jalan. Pengguna umum dapat memasukkan data-data kendaraan serta data-data jalan dan memasukkan kondisi jalan untuk menentukan tebal lapis tambah.

Aplikasi ini diimplementasikan menggunakan lima kelas, yaitu kelas administrator, kelas jalan, kelas kendaraan, kelas CBR dan kelas pertimbangan D1D2. Kelas administrator merupakan kelas yang mengatur manajemen data administrator dan mengautentikasi data administrator yang akan mengakses *form* ubah data. Kelas jalan merupakan kelas yang menyimpan data tebal lapisan, bahan, ITP dari sebuah jalan. Kelas jalan ini memiliki fungsi menghitung tebal lapis pondasi bawah dan besar ITP. Kelas kendaraan merupakan kelas yang menyimpan jumlah kendaraan, jenis kendaraan, konfigurasi sumbu, jumlah hari pengamatan, lama waktu pengumpulan data, dan persentase peningkatan kendaraan. Kelas kendaraan mempunyai fungsi menghitung LHRi, Ei, Ci, hitung LEA dan hitung LER. Kelas CBR hanya berfungsi sebagai *collection* untuk mengisi data CBR. Kelas Pertimbangan D1D2 hanya berfungsi sebagai *collection* untuk menampilkan hasil penghitungan D1 maksimum dan D2 maksimum.

Penyimpanan data pada aplikasi ini hanya digunakan untuk menyimpan data acuan yang bersifat tetap dalam melakukan proses penghitungan. Tabel-tabel yang

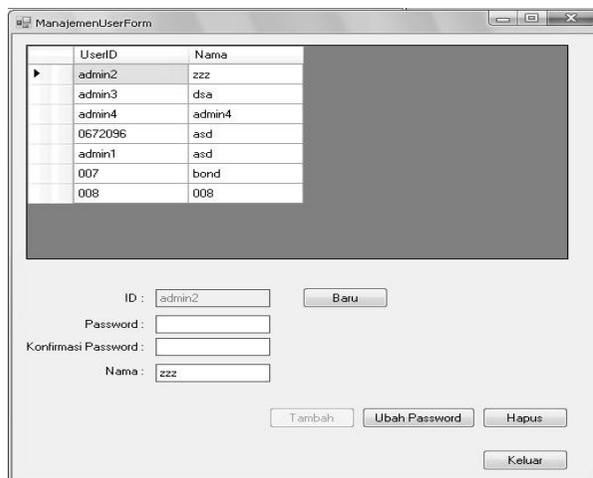
digunakan tidak mempunyai relasi satu dengan yang lainnya. Berikut ini tabel yang digunakan untuk menyimpan data : tabel nilai kondisi perkerasan jalan, tabel koefisien kekuatan relatif, tabel koefisien distribusi lajur rencana, tabel nilai indeks permukaan awal umur rencana, tabel nilai indeks permukaan akhir umur rencana berdasarkan jumlah kendaraan berat, tabel distribusi beban sumbu jenis kendaraan, tabel CBR, tabel faktor regional, tabel tebal minimum lapis perkerasan, dan tabel data jalan.

IV. Implementasi dan Pengujian



Gambar 2 Tampilan Form Utama Aplikasi

Pada gambar 2 ditampilkan halaman utama, pada halaman ini pengguna dapat memilih menu penghitungan pembuatan jalan, penghitungan lapis tambah dan melakukan *login* untuk melakukan perubahan pengubahan koefisien.



Gambar 2 Tampilan Form Manajemen Pengguna

Form pada gambar 3 akan muncul jika *admin* memilih menu manajemen pengguna. Pada *form* ini, *admin* dapat menambah *admin*, mengubah *password*, dan menghapus *admin*.

Gambar 3. Tampilan *Form* Data LEP

Form pada gambar 4 akan muncul jika pengguna memilih menu cari tebal dan bahan pada *form* utama. Pada *form* ini pengguna dapat memasukkan data-data kendaraan untuk menghitung LEP dalam proses pembuatan jalan.

Gambar 4. Tampilan *Form* Cari LEA dan LER

Form pada gambar 5 berfungsi untuk menghitung LEP, LEA, dan LER. Hasil dari perhitungan ini akan digunakan untuk menghitung **ITP**.

*Aplikasi Penghitungan Pembuatan Jalan dan Lapis Tambahan
Pada Aktifitas Perbaikan Jalan Perkerasan Lentur
(Mewati Ayub, Tan Lie Ing, Augusto Stevan)*

Faktor Regional
 Persean Kendaraan Berat : 0.51730998062077
 Curah Hujan : <900
 Kelandaian : <6%
 Pertimbangan Teknis : Daerah Rawan
 Nilai FR : 1,5
 Hitung FR

IPo
 Jenis Lapis Permukaan : Laper(manual)
 Roughness : <=3000
 Hitung IPo
 IPo : 3,2

IPt
 LER : 1.84516315755269
 Fungsi Jalan : Kolektor
 IPT : 1.500
 Hitung Gt
 Gt : -0.200914842780713

DDT
 Jumlah Takk Pengamatan : 5
 Isi CBR

No	Cbr
1	7
2	5
3	20
4	15
5	1

 Kisaran Data 1-20 (dalam %)
 Halaman : 1
 Hitung DDT
 Nilai R : 2,48
 CBR Segmen : 1.93870967741935
 DDT : 2.93630494612441
 Hitung ITP
 Nilai ITP : 4.71701663133986

Bantuan Kembali Lanjut Keluar

Gambar 5. Tampilan *Form* Hitung ITP

Form pada gambar 6 berfungsi untuk menghitung **ITP**. Pada *form* ini, pengguna dapat mencari nilai dari faktor regional, IPO, IPT, dan Daya Dukung Tanah Dasar untuk menghitung **ITP**.

ITP : 4.71701663133986
 Jenis Lapis Permukaan : Laper(manual)
 Kekuatan Bahan : 0.000 tidak ada
 Jenis Lapis Pondasi : Batu pecah(kelas C)
 Kekuatan Bahan : 60.000 CBR(%)
 Jenis Lapis Pondasi Bawah : Sirtu/Fitur(kelas C)
 Kekuatan Bahan : 30.000 CBR(%)
 Lihat Koefisien Relatif

a1 : 0.2 d1 : 5 Min : 5
 a2 : 0.12 d2 : 200 Min : 20
 a3 : 0.11 d3 : -184.39075789691

Hitung Tebal Lapis Bawah

Nama Jalan :

LapisanMaksimum	LapisanMaksimum
6	20
5,4	21
5	20

Bantuan Kembali Simpan Keluar

Gambar 6. Tampilan *Form* Tebal dan Bahan Jika Data Salah

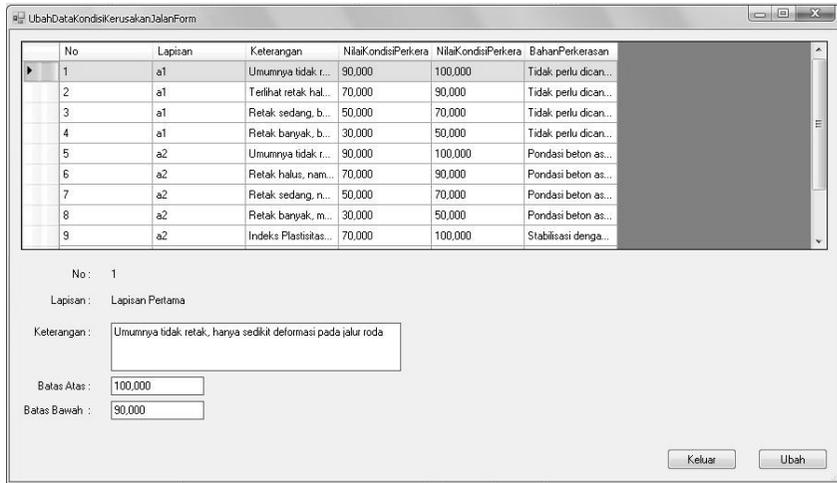
Gambar 7 Tampilan *Form* Tebal dan Bahan Jika Data Benar

Pada gambar 7 dan 8 ditampilkan *Form* Tebal Bahan yang berfungsi untuk mencari bahan-bahan lapisan jalan dan tebal dari lapisan jalan. Pada *form* ini terdapat fitur solusi tebal lapis pertama dan lapis pondasi yang akan muncul jika tebal lapis pertama atau lapis pondasi tidak memenuhi syarat.

IDJalan	NamaJalan	BahanLapisPertam	BahanLapisPondas	BahanLapisPondas	KoefisienKekuatan1	KoefisienKekuatan2	KoefisienKekuatan3	Te
J-016	AW AW AW	Lasbutag	Batu pecah(kelas...	Tanah/lempung ...	0,350	0,140	0,100	8,5
J-017	qw	Laper(mekanis)	Laston Atas	Sirtu/Pitrun(kelas...	0,250	0,280	0,110	16,
J-018	jalan AS	Laper(manual)	Stabilisasi denga...	Sirtu/Pitrun(kelas...	0,200	0,130	0,110	5,0
J-019	Jalan Last	Laper(manual)	Batu pecah(kelas...	Sirtu/Pitrun(kelas...	0,200	0,120	0,110	8,3
J-020	jalan	Laston	Batu pecah(kelas...	Sirtu/Pitrun(kelas...	0,400	0,140	0,130	9,2
J-021	123	HRA	Batu pecah(kelas...	Sirtu/Pitrun(kelas...	0,300	0,120	0,130	5,0
J-022	jalan LAST test	Laper(manual)	Stabilisasi denga...	Sirtu/Pitrun(kelas...	0,200	0,130	0,110	5,0
J-023	sdsadsa	Lasbutag	Batu pecah(kelas...	Sirtu/Pitrun(kelas...	0,260	0,140	0,130	13,
J-024	roto	Laper(manual)	Stabilisasi denga...	Sirtu/Pitrun(kelas...	0,200	0,130	0,110	5,0
J-025	jalan	Laper(manual)	Batu pecah(kelas...	Sirtu/Pitrun(kelas...	0,2	0,12	0,11	9,5

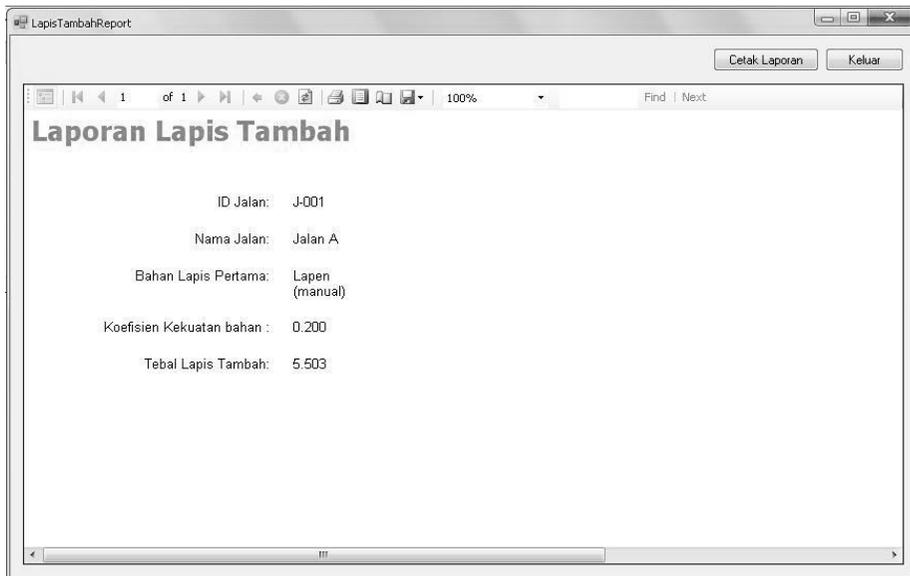
Gambar 8 Tampilan *Form* Perencanaan Lapis Tambah

Form perencanaan lapis tambah pada gambar 9 berfungsi untuk menghitung tebal lapis tambah pada lapisan pertama. Tebal lapis tambah ini dipengaruhi oleh nilai kondisi kerusakan jalan.



Gambar 9 Tampilan *Form* Ubah Data Kondisi Kerusakan Jalan

Form ubah data kondisi kerusakan jalan pada gambar 10 berfungsi untuk mengubah nilai kondisi jalan dan kriteria kerusakan jalan.



Gambar 11 Tampilan *Form* Laporan Lapis Tambah

Form laporan lapis tambah pada gambar 11 berfungsi untuk menampilkan laporan dari perencanaan tebal lapis tambah yang harus diberikan pada lapisan permukaan jalan yang telah dipilih.

Pengujian terhadap aplikasi telah dilakukan dengan menguji coba sejumlah kemungkinan kasus serta keakuratan hasil perhitungan. Untuk keakuratan hasil, hasil penghitungan dari aplikasi dibandingkan dengan hasil perhitungan dengan Microsoft Excel. Pada tabel 1 ditunjukkan sejumlah kasus yang telah diuji coba untuk perhitungan LEA dan LER.

Tabel 1 Tabel Pengujian Penghitungan pada *Form* Cari LEA dan LER

Test case	Kasus	Deskripsi	Hasil dengan Excel	Hasil dengan aplikasi
1	Jenis kendaraan mobil penumpang	Distribusi beban 50% dan 50% , Berat total = 2000 kg.	Ei = 0.000451096	Ei = 0.00045109639942700883
2	Jenis kendaraan Truk dengan konfigurasi 1.2	Distribusi beban 34% dan 66%, Berat total = 9000 kg.	Ei = 0.300567659	Ei= 0.30056765874188823
3	Jenis kendaraan Truk dengan konfigurasi 1.2L	Distribusi beban 34% dan 66%, Berat total = 8300 kg.	Ei = 0.217412535	Ei = 0.21741253514389552
4	Jenis kendaraan Truk dengan konfigurasi 1.2H	Distribusi beban 34% dan 66%, Berat total = 18200 kg.	Ei = 5.026408286	Ei = 5.0264082855872712
5	Jenis kendaraan Truk dengan konfigurasi 1.22	Distribusi beban 25% dan 75%, Berat total = 25000 kg.	Ei = 2.741572508	Ei = 2.7415725081142832
6	Jenis kendaraan Trailer dengan konfigurasi 1.2 + 2.2	Distribusi beban 18%, 28%, 27%, dan 27% Berat total =31400 kg.	Ei = 3.908327125	Ei = 3.9083271250029847
7	Jenis kendaraan Trailer dengan konfigurasi 1.2 + 2	Distribusi beban 18%, 41%, dan 41% Berat total = 26200 kg.	Ei = 6.117907247	Ei= 6.1179072465954309
8	Jenis kendaraan Trailer dengan konfigurasi 1.2 +22	Distribusi beban 18%, 28%, dan 54% Berat total = 2000 kg.	Ei = 10.1829229	Ei = 10.182922901033125
9	Terdapat kendaraan: 100000 mobil penumpang, 500 trailer dengan konfigurasi 1.2+2.2, dan 20 truk dengan konfigurasi 1.2H	Jumlah hari pengamatan = 365 hari, a=10% , n=1	LHRi mobil penumpang = 301.369863 LHRi trailer = 1.506849315 LHRi truk = 0.060273973	LHRi mobil penumpang= 301.3698630136985 LHRi trailer = 1.506849315 LHRi truk = 0.060273973
10	Jalan yang akan dibuat memiliki 4 lajur dan 2 arah	Ci mobil penumpang = 0.3 Ci trailer dengan konfigurasi 1.2+2.2 = 0.45 Ci truk dengan konfigurasi 1.2H = 0.45	LEP = 2.827283799	LEP = 2.82728379903189
11	Umur jalan direncanakan	LEP = 2.827283799 Faktor pertumbuhan	LEA = 4.553368831	LEA = 4.5533688311786

*Aplikasi Penghitungan Pembuatan Jalan dan Lapis Tambahan
Pada Aktifitas Perbaikan Jalan Perkerasan Lentur
(Mewati Ayub, Tan Lie Ing, Augusto Stevan)*

Test case	Kasus	Deskripsi	Hasil dengan Excel	Hasil dengan aplikasi
	untuk 5 tahun.	selama umur rencana = 10%	LER= 1.845163158	LER = 1.84516315755269

Beberapa singkatan pada tabel 1 adalah sebagai berikut : LEP adalah Lintas ekivalen di awal umur rencana, LHRi adalah Lalu lintas harian rata-rata untuk jenis kendaraan i di awal umur rencana, Ei adalah angka ekivalen untuk jenis kendaraan I, Ci adalah koefisien distribusi lajur rencana, LEA adalah lintas ekivalen akhir.

Tabel 2 Tabel Pengujian Penghitungan pada *Form* Hitung ITP

Test case	Kasus	Deskripsi	Hasil dengan Excel	Hasil dengan aplikasi
1	Jalan yang akan dibuat berfungsi sebagai jalan kolektor dengan lintas ekivalen rencana = 1.845163158 dan jenis lapis permukaan lapen(manual).	Nilai IPo = 3.2 Nilai IPt = 1.5	Gt = -0.200914843	Gt = - 0.20091484278071 3
2	Jumlah titik pengamatan = 5	Data CBR : 1,20,15,7,5	CBRsegmen = 1.938709677 DDT = 2.936304946	CBRsegmen = 1.93870967741935 DDT = 2.93630494612441
3	Lintas Ekivalen Rencana= 1.845163158 dan jalan memiliki kelandaian < 6% dengan curah hujan < 900 mm/tahun, merupakan daerah rawa serta jumlah kendaraan berat yang lewat < 30%.	Gt = - 0.200914843 DDT = 2.936304946 FR = 1.5	ITP = 4.717016632	ITP = 4.71701663133986

Pada tabel 2 ditunjukkan kasus yang telah diuji coba untuk perhitungan ITP. Tabel 3 menunjukkan kasus yang telah diuji coba untuk penghitungan lapis pondasi bawah, sedangkan tabel 4 menunjukkan kasus yang telah diuji coba untuk penghitungan tebal lapis tambah.

Tabel 3 Tabel Pengujian Penghitungan Lapis Pondasi Bawah

Test case	Kasus	Deskripsi	Hasil dengan Excel	Hasil dengan aplikasi
1	Bahan lapis pertama= Lapen manual, bahan lapis pondasi = stabilitas dengan kapur dengan kekuatan 18kg/cm, bahan lapis pondasi bawah Sirtu/Pitrun(kelas C) dengan kekuatan bahan = 30%	Nilai ITP = 4.717016632	Tebal Lapis Pondasi bawah = 10.15469665	Tebal Lapis Pondasi bawah = 10.1546966485442

Tabel 4 Tabel Pengujian Penghitungan Tebal Lapis Tambah

Test case	Kasus	Deskripsi	Hasil dengan Excel	Hasil dengan aplikasi
1	Nilai kondisi jalan pada lapis pertama 80%, lapis pondasi 90%, dan lapis pondasi bawah 90%	Nilai ITP= 4.717016632 Jalan memiliki : Tebal lapis pertama = 5, tebal lapis pondasi = 20, tebal lapis pondasi bawah = 10.15469665 a1= 0.2, a2 = 0.13, a3 = 0.11	ITP sisa= 4.605494727 selisih ITP = 0.571701663 D tambah = 2.858508317	ITP sisa= 4.14531496820588 Selisih ITP = 0.57170166313398 3 D tambah = 2.85850831566992

V. Kesimpulan dan Saran

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari uraian di atas adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi ini dapat membantu pengguna dalam menentukan bahan lapisan-lapisan jalan yang sesuai untuk sebuah jalan berdasarkan faktor-faktor jumlah dan jenis kendaraan, serta faktor lainnya seperti kondisi tanah dan curah hujan.
2. Aplikasi ini dapat membantu pengguna dalam menentukan tebal lapisan jalan berdasarkan bahan-bahan jalan yang digunakan untuk tiap lapisan.
3. Aplikasi ini dapat membantu pengguna dalam menentukan tebal lapis tambah yang harus diberikan berdasarkan kerusakan yang terjadi secara fisik dan bahan-bahan serta tebal lapisan jalan yang akan diberikan lapis tambah. Selain itu, aplikasi ini juga memungkinkan pengguna untuk mengubah kriteria serta nilai kondisi kerusakan jalan berdasarkan visualisasi pengguna yang bersifat relatif.
4. Aplikasi ini memiliki kelebihan dalam mempersingkat waktu penghitungan dan mempunyai tingkat keakuratan yang tinggi dalam penghitungan pembuatan jalan, penghitungan pemberian lapis tambah dibandingkan dengan perhitungan secara manual.
5. Aplikasi ini juga memungkinkan pengguna untuk menentukan tebal lapis pertama dan lapis pondasi yang melebihi nilai minimum sehingga pengguna dapat menentukan tebal lapisan jalan sesuai dengan keinginan. Penentuan tebal lapis pertama dan lapis pondasi yang melebihi nilai minimum dimungkinkan dengan adanya fasilitas pemberian solusi lapis pertama dan lapis pondasi.

Beberapa saran berkenaan dengan penyempurnaan aplikasi ini adalah sebagai berikut :

1. Ditambahkannya fitur penghitungan biaya lapis tambah sehingga pengguna dapat memperkirakan biaya dalam melakukan pemberian lapis tambah, baik biaya bahan maupun biaya penyewaan alat.
2. Dikembangkannya aplikasi ini menjadi aplikasi yang dapat diakses secara *online*, sehingga dapat dimanfaatkan oleh banyak pengguna dalam waktu yang bersamaan. Biaya bahan dan alat dapat ditentukan berdasarkan wilayah jalan yang akan diperbaiki.

Daftar Pustaka

- [Kre06] Kreyszig, Erwin. 2006. *Advanced Engineering Mathematics*. New York : John Wiley and Sons, Inc.
- [Pre05] Pressman, Roger S. 2005. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. English : McGraw-Hill Book Co.
- [Suk10] Sukirman, Silvia. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Nova.Bandung
- [Tro07] Troelsen, Andrew. 2007. *Pro C# 2008 and the .NET 3.5 Platform, Fourth Edition*. Apress : New York
- [Wib01] Wibowo, Sony , Russ Bona Frazila, Aine Kusumawati. 2001. *Pengantar Rekayasa Jalan*