# ANALISA TEBAL PERKERASAN BETON SEMEN DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA PADA PENINGKATAN JALAN MT.HARYONO KECAMATAN LOA KULU

# KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA

# Muhammad Rizky1)

**Ir.Yuswal Subhy, ST.,M.T.,IPM 2)**

**Ir. Eswan, ST,.M.T. 3)**

**Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik**

**Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda**

***ABSTRACT***

*Pavement street is a mixture of aggregate and material binders are used to serve the load and traffic , aggregate that is used is in the form of stone broke , stone sides , pavement concrete or pavement stiff (rigid pavement) consists of a plate of concrete Portland that lies directly on top of the ground base ,   or on top of a layer of material granular ( subbase ).*

*Jalan MT. Haryono District of Loa Kulu district of Kutai Kartanegara this is the road where there are many schools, the damage to the road agency can disrupt the Economy and the education sector, so that is expected to increase kan development sector economy and education .*

*The method used for collecting soil data using sand cones. Calculation of rigid pavement thickness with a planned age of 20 years, using the Department of Settlement and Regional Infrastructure Method (Pd.T-14-2003) and calculation of the budget based on the 2010 Bina Marga specification revised 3.*

*From the results of the study obtained a thickness of rigid pavement 15 cm, width of the road 6 meters, and budget plan costs obtained Rp. 5 .794.186 . 000,00 ( Five Billion Seven Hundred and Nine Thirty Four Million One Hundred Eighty Twenty- Six Thousand Rupiah ).*

Keywords: Pavement thickness, Concrete cement.

1) Karya Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

2 ) Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

3 ) Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

# PENDAHULUAN

# Latar Belakang

Perkerasan jalan adalah campuran agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas, agregat yang dipakai adalah berupa batu pecah, batu belah, batu. Bahan pengikat yang dipakai adalah berupa Aspal, Semen dan tanah liat. Perkerasan jalan harus memenuhi persyaratan kekuatan, awet, kedap air, rata, tidak licin, murah dan mudah dikerjakan. Sedangkan lapisan atas badan jalan menggunakan bahan khusus yang secara konstruktif harus lebih baik dari pada badan jalan.

Perkerasan beton atau perkerasan kaku *(rigid pavement)* terdiri dari pelat beton Portland yang terletak langsung di atas tanah dasar, atau di atas lapisan material granuler *(subbase)*.

Jalan MT. Haryono Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara ini diharapkan dapat meningkatnya perkembangan sektor perekonomian. Dalam Tugas Akhir ini direncanakan Perencanaan perekerasan beton semen / perkerasan kaku pada ruas jalan MT. Haryono Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara untuk memberikan alternatif struktur perkerasan jalan.

**Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa rencana tebal perkerasan beton semen (*Rigid Pavement*) berdasarkan Metode Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Pd.T-14-2003) mengacu pada NAASRA (1987) di Jalan MT. Haryono Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara ?
2. Berapa Rencana Anggaran Biaya pekerjaan tebal perkerasan beton semen (*Rigid Pavement*) berdasarkan Panduan Analisa Harga Satuan (PAHS) Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 revisi 3?

**Batasan Masalah**

Karena luasnya lingkup pembahasan, maka batasan masalah penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian berada pada ruas jalan MT. Haryono Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara.
2. Pembahasan hanya dibatasi pada perhitungan rencana biaya dan penggunaan perkerasan beton semen (*Rigid Pavement*) dengan menggunakan metode Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Pd.T-14-2003) mengacu pada NAASRA (1987).
3. Tidak menghitung Geometrik Jalan.
4. Nilai CBR menggunakan Sand Cone.
5. Perbandingan tebal perkerasan untuk perencanaan perkerasan jalan beton semen dengan anggapan tebal perkerasan 3cm Laston : 1cm Kaku.
6. Panjang Ruas Jalan yang diteliti adalah 1.498 meter.

# DASAR TEORI

**Tata cara Perencanaan Ketebalan**

Dalam hal ini digunakan tata cara (prosedur) dimana kebutuhan tebal perkerasan ditentukan dari jumlah kendaraan niaga selama usia rencana. Perencanaan tebal pelat didasarkan pada total fatigue mendekati atau sama dengan 100 %.

Tahapan perencanaan adalah sehagai berikut: 1) tebal pelat, 2)dasar penentuan kelehalan dan, 3) tebal perkerasan mininum.

Tebal Pelat

Prosedur Perencanaan:

Pilih suatu tebal pelat tertentu.

Untuk setiap kombinasi konfigurasi dan beban sumbu serta harga k tertentu maka:

* Tegangan lentur yang terjadi pada pelat beton ditentukan dari grafik.
* Perbandingan tegangan dihitung dengan membagi tegangan Ientur yang terjadi pada pelat dengan modulus keruntuhan lentur beton (fr).
* Jumlah penulangan beban yang diijinkan ditentukan berdasarkan harga perbandingan tegangan.

Persentase fatigue (kelelahan/kepenatan) untuk tiap kombinasi ditentukan dengan membagi jumlah pengulangan beban rencana dengan jumlah pengulangan beban ijin.

Cari total fatigue dengan menjumlahkan persentase fatigue dari seluruh kombinasi konfigurasi/beban sumbu.

Langkah-langkah di atas (a ke d) diulangi hingga didapatkan tebal pelat terkecil dengan total fatigue lebih kecil atau dengan 100%.

**METEDOLOGI PENELITIAN**

**Teknik Pengumpulan Data**

Supaya penelitian ini berjalan dengan efektif dan efisien, maka penulis membuat rencana pengumpulan data sebagai berikut :

1. Tahap persiapan

Pada tahap persiapan ini, penulis melakukan pengumpulan data berupa :

1. Studi pustaka

Studi pustaka yang berkaitan dengan judul, untuk mendapatkan arahan dan pengetahuan untuk mempermudah pengerjaan penelitian ini.

1. Observasi lapangan

Dilakukan untuk mengetahui lokasi yang akan dijadikan objek penelitian .

1. Pengumpulan data

Supaya tujuan penulisan Skripsi ini tercapai, penulis meliputi berbagai cara dan metoda yang diambil dari berbagai literature yakni peraturan-peraturan yang mencakup dengan rigid pavement, ketetapan dan saran para ahli seperti :

1. Pengumpulan data perencanaan perkerasan rigid pavement.
2. Perhitungan perkerasan kaku dengan Metoda Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Pd.T-14-2003) mengacu pada NAASRA (1987).
3. Untuk materi dalam penulisan ini diambil dari buku-buku yang berkaitan dengan jalan raya.

**Teknik Analisa Data**

Teknik analisa data merupakan langkah yang penting dalam sebuah penelitian. Pada penelitian kali ini meliputi :

1. Perhitungan tebal perkerasan beton semen selama umur rencana 20 tahun.
2. Perhitungan besar biaya pekerjaan perkerasan beton semen pada ruas jalan tersebut.

**Perhitungan Tebal Perkerasan Beton Semen (rigid pavement)**

Analisis dan perhitungan tentang tebal perkerasan beton semen adalah meliputi :

1. Kekuatan lapisan tanah dasar
2. Kekuatan beton
3. Perhitungan lalu lintas rencana
4. Tebal pelat beton

**Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Analisis dan perhitungan Rencana anggaran Biaya perkerasan beton semen pada ruas jalan tersebut meliputi : biaya pendahuluan , biaya persiapan badan jalan, biaya pekerjaan tanah dan biaya pekerjaan struktur.

**ANALISA DAN PEMBAHASAN**

**Data Perencanaan**

Pelaksanaan perencanaan ini mengacu pada Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003) yang merupakan penyempurnaan Petunjuk Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Tahun 1985–SKBI 2.3.28.1985.

Dalam penerapan jalan beton semen, pengambil kebijakan harus mempertimbangkan faktor-faktor lingkungan di sekitar lokasi proyek, sehingga tidak terjadi kesulitan ataupun permasalahan dikemudian hari setelah perkerasan beton semen dilaksanakan.

Perlu diketahui bahwa pedoman Pd T-14-2003 merupakan adopsi dari AUSTROADS, Pavement Design, A Guide to the Structural Design of Pavements (1992), dengan demikian setelah diterbitkannya pedoman ini, maka pedoman yang terdahulu oleh Departemen Pekerjaan Umum dinyatakan tidak berlaku lagi.

**Data Teknis Perencanaan**

Data teknis perencanaan Perkerasan Beton Semen Pada ruas jalan MT.Haryono Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara adalah sebagai berikut :

1. Status Fungsi Jalan = Jalan Lokal Primer
2. Tipe Jalan = 2 Lajur 2 Arah
3. Usia Rencana = 20 Tahun
4. Rencana Jenis Perkerasan = Kaku (*Rigid*)

**CBR Mewakili**

Berdasarkan hasil pengujian CBR dengan menggunakan *Sand Cone* Test seperti tabel dibawah ini :

**Tabel Pengujian CBR dengan *Sand cone***



*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Faktor keamanan (Fk)**

Peranan jalan dari perencanaan adalah lokal primer, maka pada tabel 2.7. Hal.15 didapat : Faktor Keamanan : 1,0.

**Analisa Angka Ekivalen Beban Sumbu**

Angka ekivalen kendaraan adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8, 16 ton yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila kendaraan tersebut lewat satu kali. Dari tabel 2.15 hal.35 dapat di simpulkan konfigurasi beban sumbu sebagai berikut :

**Tabel konfigurasi beban sumbu**



*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Data Perencanaan**

Perencanaan perkerasan beton semen (rigid pavement) dengan menggunakan metode Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Pd.T-14-2003) mengacu pada NAASRA (1987). Pada ruas jalan MT. Haryono Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara direncanakan sepanjang 1.498 meter.

Data Parameter perencanaan sebagai berikut :

1. CBR kepadatan tanah = 99,43 %
2. CBR tanah dasar = 7,11 %
3. Kuat tarik lentur (F’cf) = 4,0 Mpa (F’c = 285kg/cm2 silinder )
4. Bahan pondasi bawah = stabilisasi
5. Mutu baja tulangan = BJTU 39 (fy : tegangan leleh = 3900 kg/cm2) untuk BMDT dan BJTU 24 (fy : tegangan leleh = 2400 kg/cm2) untuk BBDT.
6. Koefisien gesek antara pelat beton dengan pondasi (µ) = 1,5
7. Bahu jalan = Ya (beton)
8. Ruji (dowel) = Ya
9. Data lalu lintas harian rata-rata :

* Kendaraan bermotor : 2370
* Mobil penumpang : 317
* Bus : 8
* Truk 2 as kecil : 18
* Truk 2 as besar : 13
* Truk 3 as : 0
* Truk gandeng : 0
* Pertumbuhan lalu-lintas (i) : 17 %
* Umur rencana (UR) : 20 tahun

Direncanakan perkerasan beton semen untuk jalan 2 lajur 2 arah untuk Jalan Lokal. Perencanaan meliputi :

• Perkerasan beton bersambung tanpa tulangan(BBTT).

**Pertumbuhan Lalu Lintas**

Mencari faktor pertimbuhan lalu lintas :

R =

Dimana :

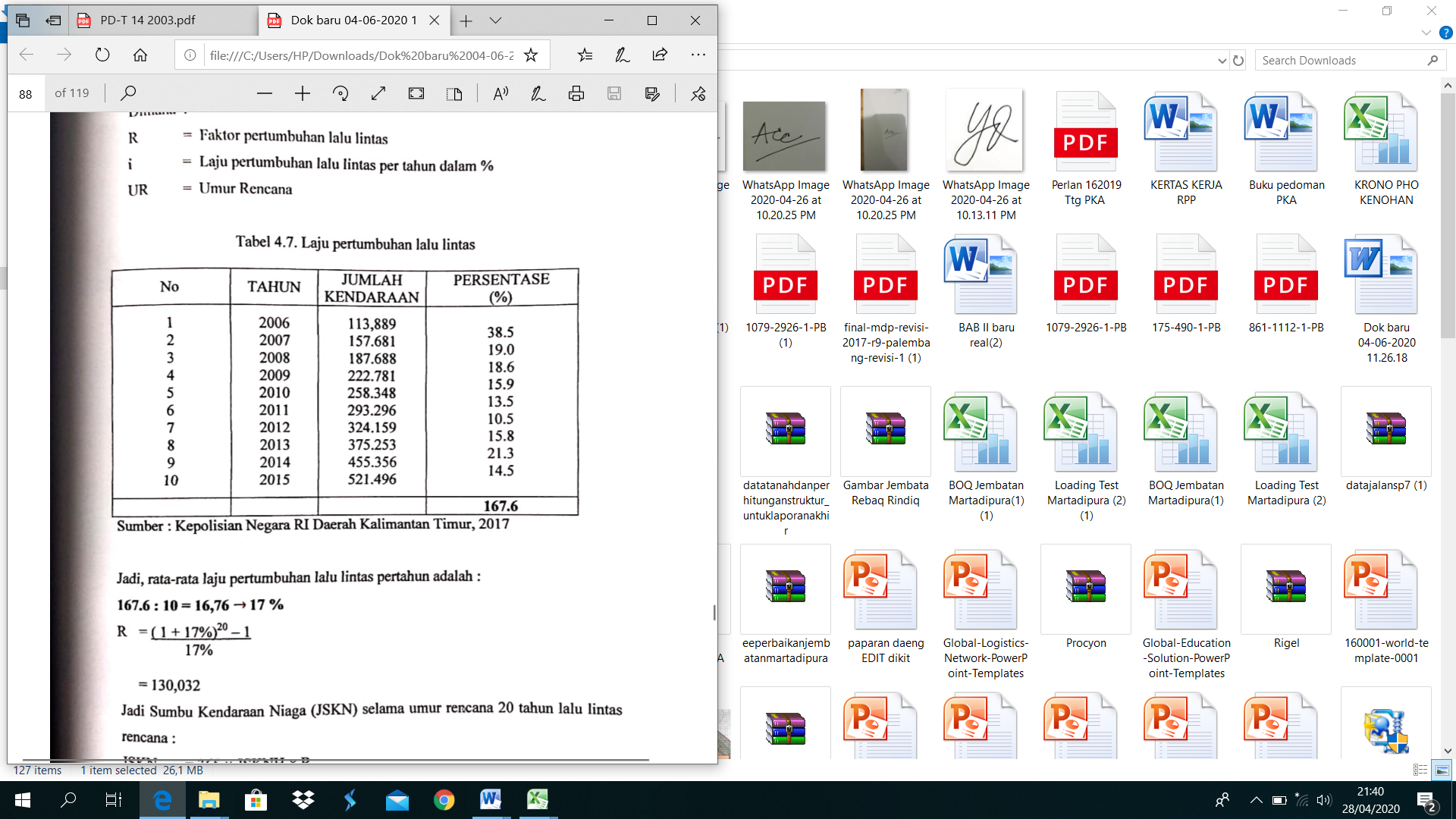
R = Faktor pertumbuhan lalu lintas

i = Laju pertumbuhan lalu lintas per

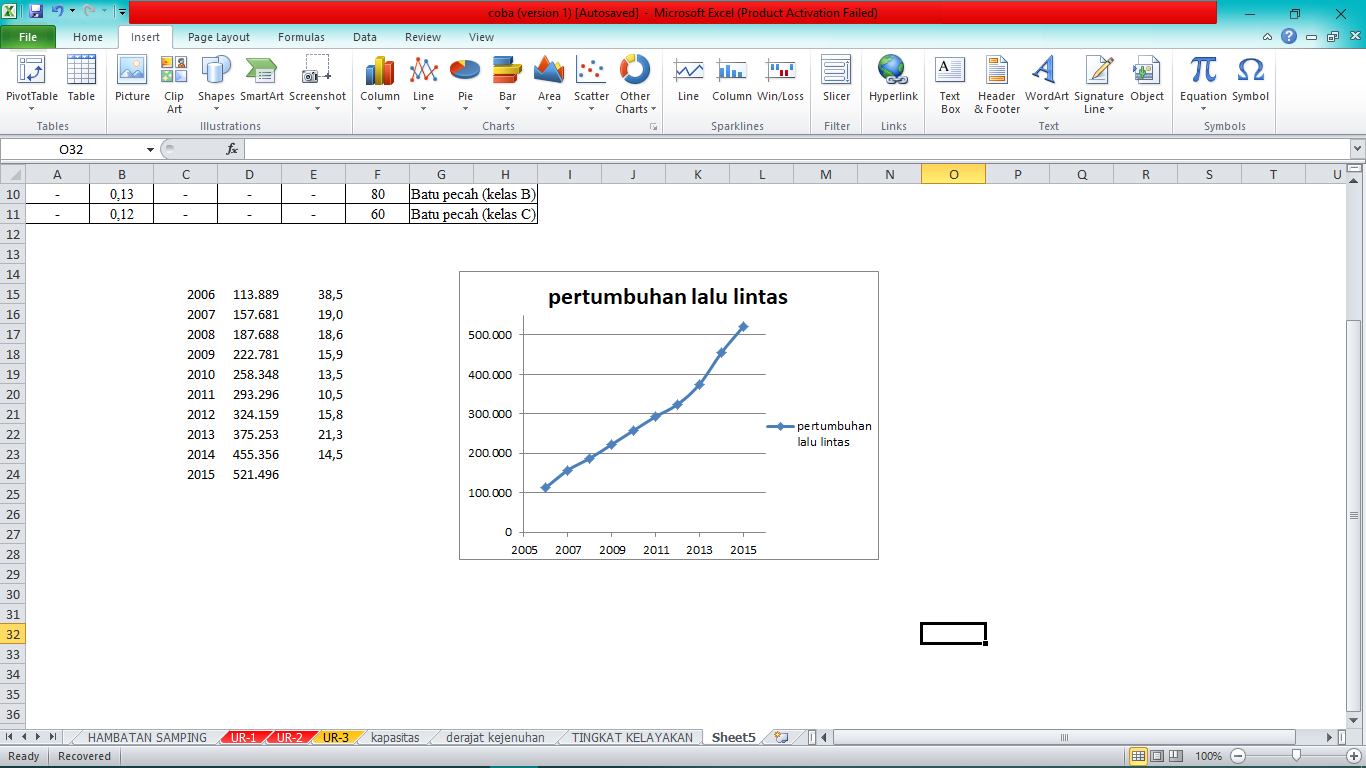
tahun dalam %

UR = Umur Rencana

**Tabel Laju Pertumbuhan Lalu Lintas**



*Sumber : Badan pusat statistik Kabupaten Kutai Kartanegara*



**Gambar Kurva Pertumbuhan Lalu Lintas**

Jadi rata-rata laju pertumbuhan lalu lintas pertahun adalah :

167.6 : 10 = 16,76 – 17%

R =

= 130,032

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana 20 tahun.

JSKN = 365 x JSKNH x R

= 365 x 548 x 130,032

= 26.009.118 Unit

**Koefisien distribusi kendaraan niaga pada lajur rencana**

Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (c) kendaraan niaga pada lajur rencana. Pada perencanaan ruas jalan MT. Haryono, kecamatan Loa Kulu diketahui terdiri dari 1 lajur 2 arah, maka koefisien distribusi yang diambil adalah : 0,5 (tabel 2.6 hal.14)

JSKN rencana = Cd x JSKN

= 0,5 x 26.009.118

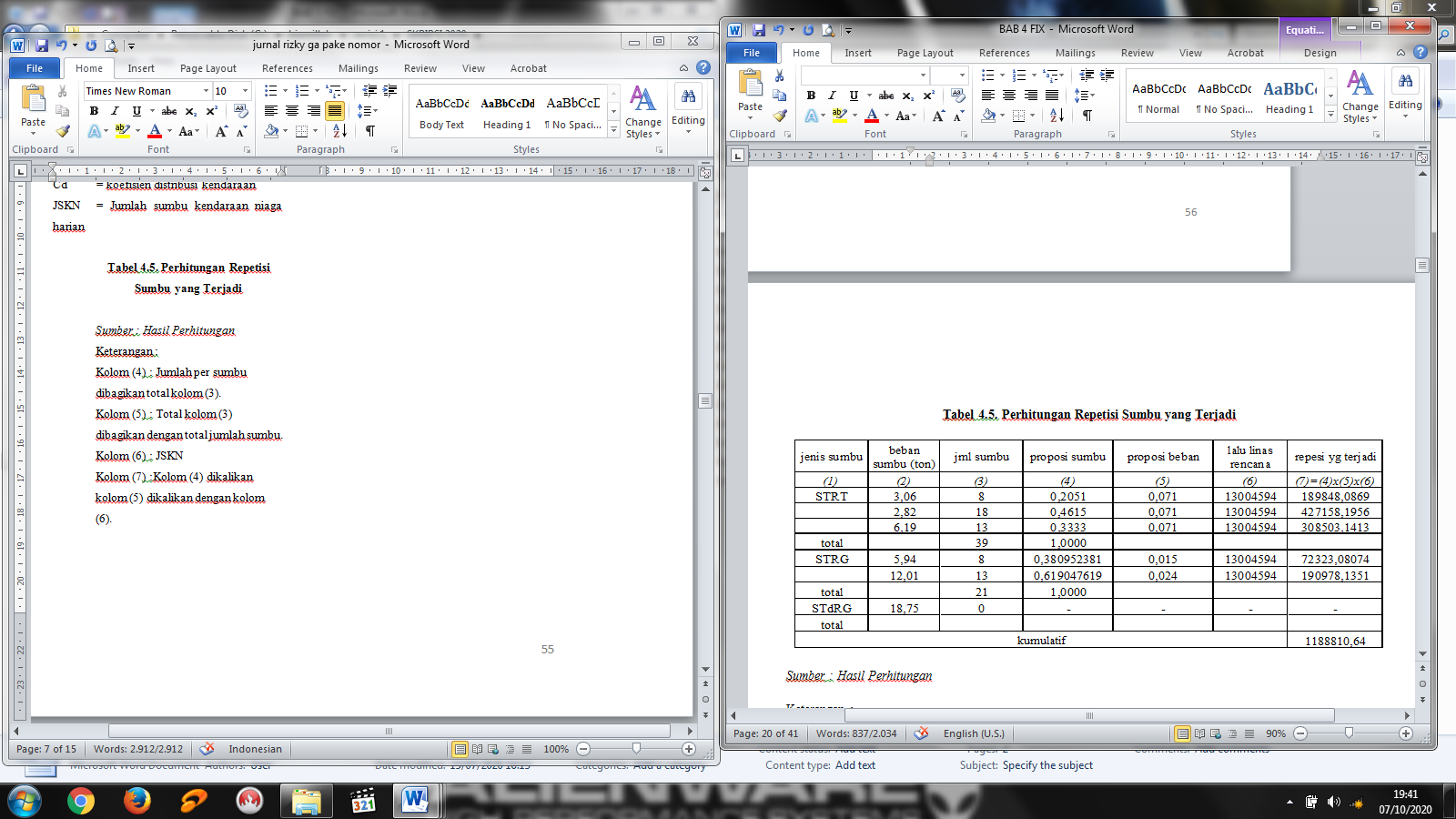
= 13.004.898 Unit

Keterangan :

Cd = koefisien distribusi kendaraan

JSKN = Jumlah sumbu kendaraan niaga harian

**Tabel Perhitungan Repetisi Sumbu yang Terjadi**

*Sumber : Hasil Perhitungan*

Keterangan :

Kolom (4) : Jumlah per sumbu dibagikan total kolom (3).

Kolom (5) : Total kolom (3) dibagikan dengan total jumlah sumbu.

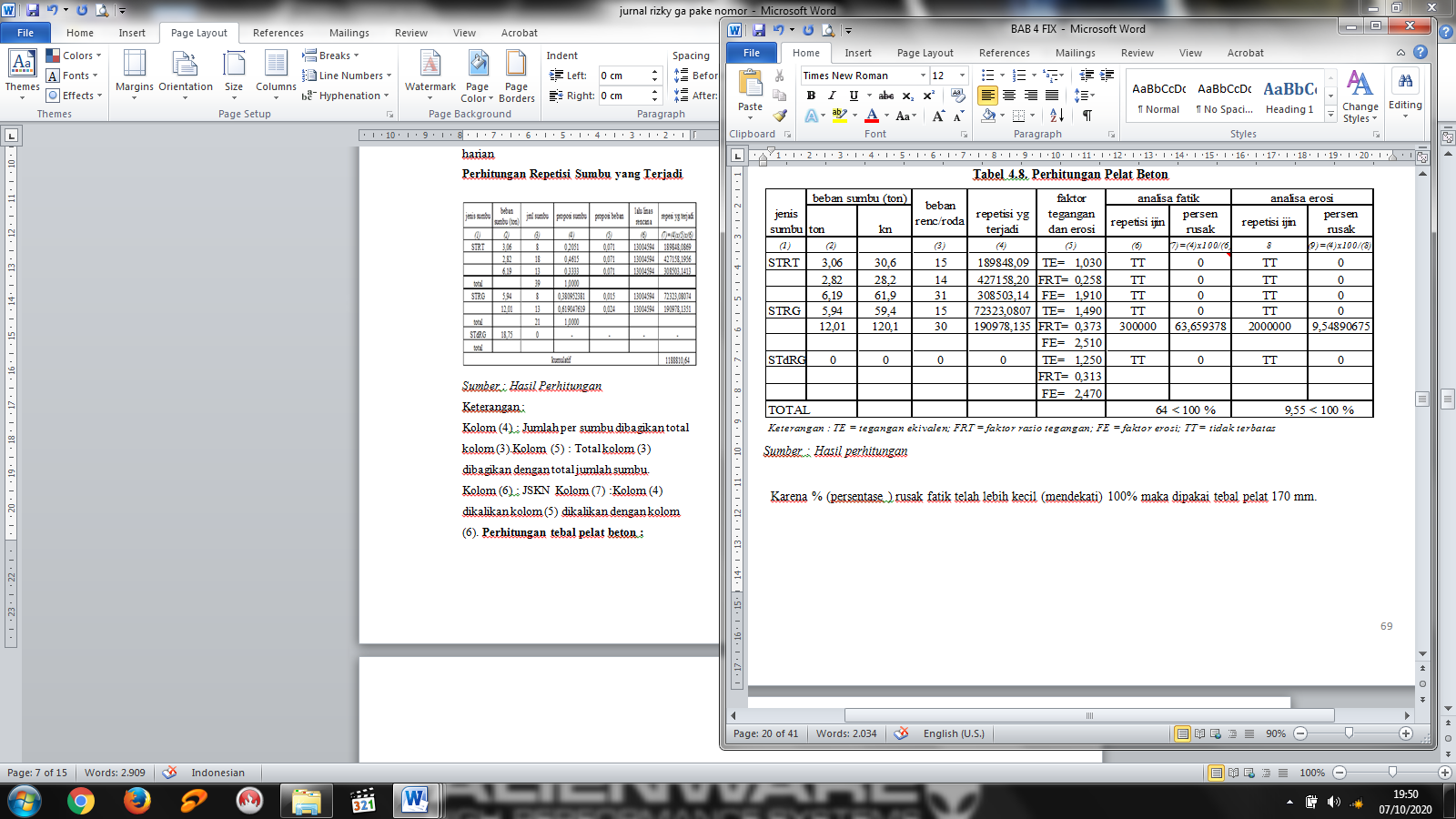
Kolom (6) : JSKN

Kolom (7) :Kolom (4) dikalikan kolom (5) dikalikan dengan kolom (6).

**Perhitungan tebal pelat beton :**

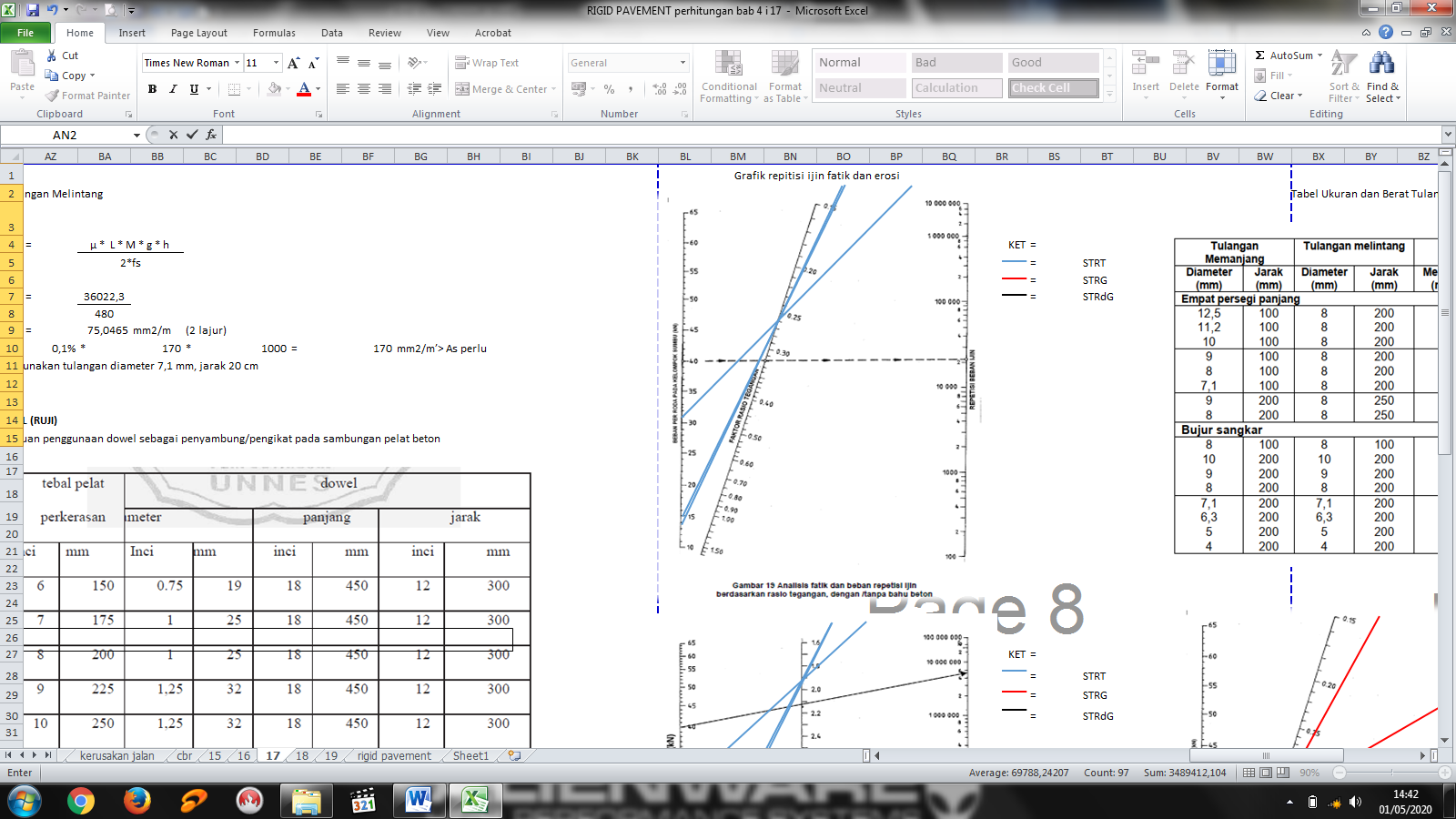
1. Sumber data = Hasil survey
2. Jenis perkerasan = JPCP/perkerasan bersambung tanpa tulangan.
3. Umur rencana = 20 tahun
4. Jumlah sumbu kendaraan = 13.004.898 Unit
5. Faktor keamanan beban = 1 (tabel 2.7 hal.15)
6. Kuat tarik lentur beton (f’cf) umur 28 hari = 4 Mpa
7. Jenis dan tebal lapis pondasi = Perkerasan aspal
8. CBR kepadatan tanah = 99,43 %
9. CBR tanah dasar = 7,11 %
10. Dicoba tebal taksiran pelat = 170 mm

**Tabel Perhitungan Pelat Beton**



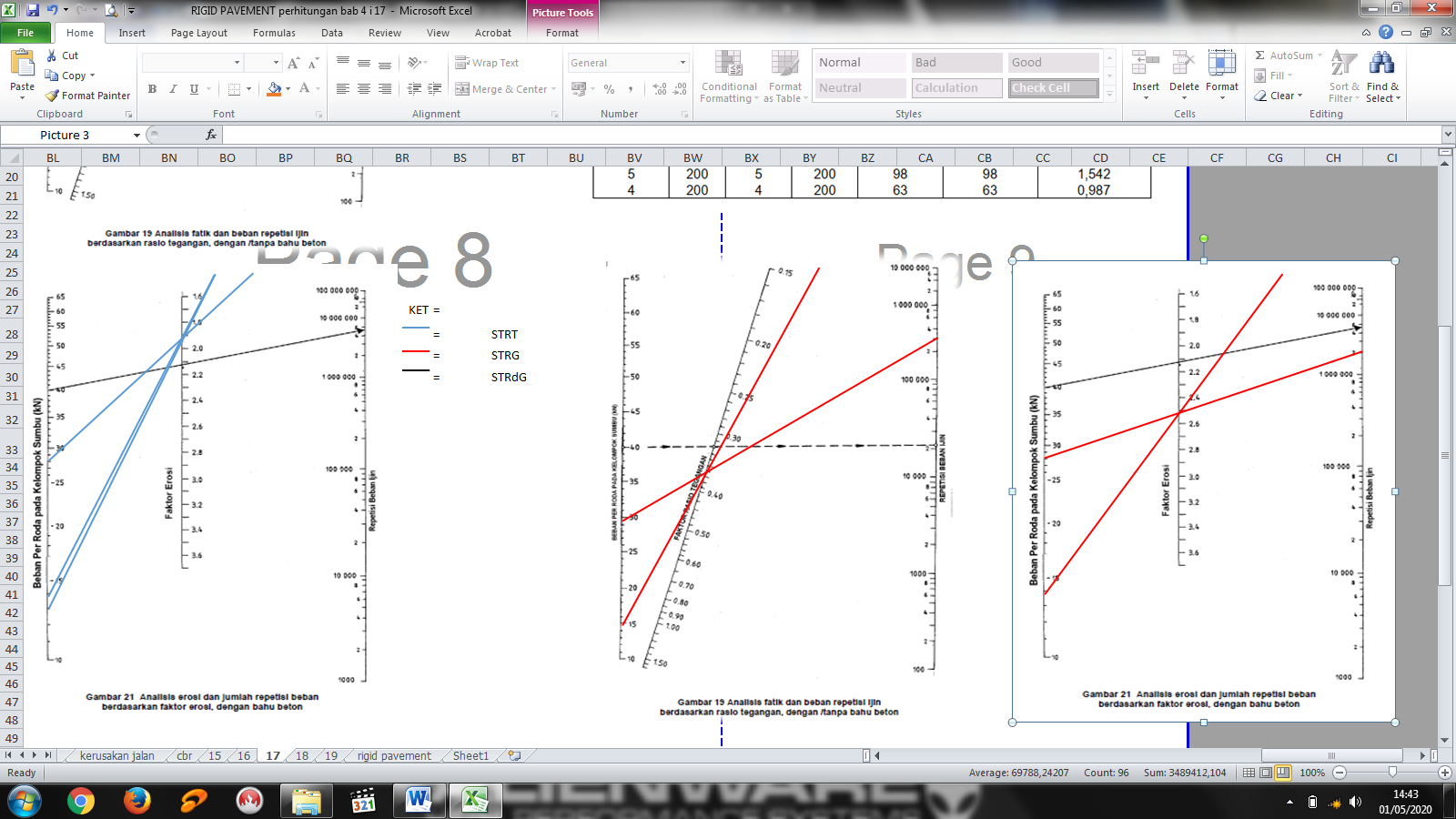
*Sumber : Hasil perhitungan*

Karena % (persentase ) rusak fatik telah lebih kecil (mendekati) 100% maka dipakai tebal pelat 170 mm.



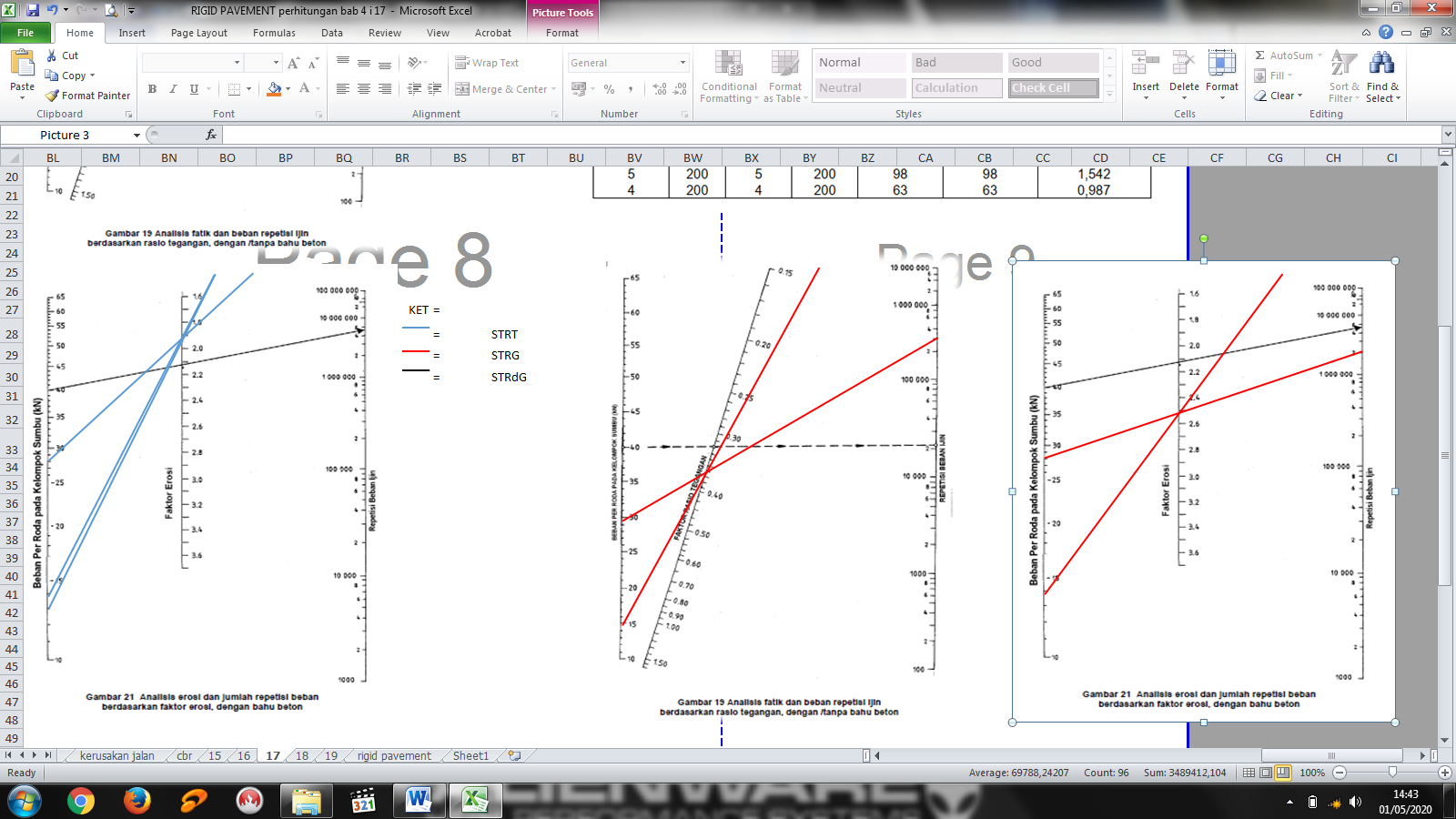
*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Analisa fatik dan beban repitisi ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan/tanpa bahu beton untuk STRT.**



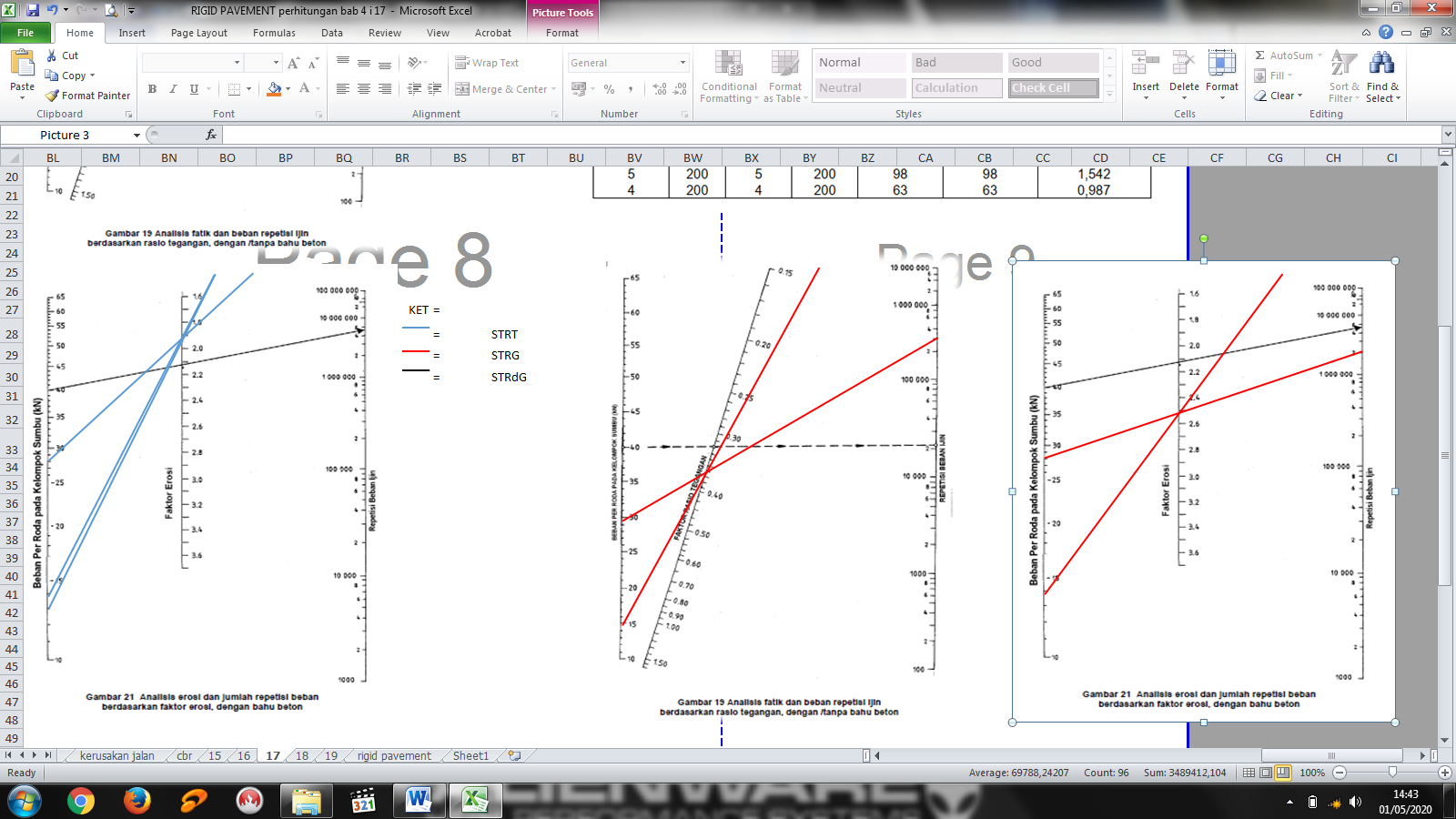
*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Analisa erosi dan jumlah repitisi ijin berdasarkan faktor erosi, dengan bahu beton untuk STRT.**



*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Analisa fatik dan beban repitisi ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan/tanpa bahu beton untuk STRG.**



*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Analisa erosi dan jumlah repitisi ijin berdasarkan faktor erosi, dengan bahu beton untuk STRG.**

Dari analisa fatik dan erosi diatas maka tebal pelat yang direncanakan adalah 17cm karena 0% < 100%.

Tebal pelat beton yang didapat dari perhitungan sebenarnya adalah untuk perencanaan perkerasan baru, sedangkan kondisi perkerasan jalan eksisting telah diperkeras dengan adanya *subbase course, base course,* dan *surface course*. Oleh karena itu perkerasan yang ada harus diperhitungkan dengan perbandingan tebal perkerasan 3 cm Laston = 1 cm Kaku. Sehingga tebal pelat beton yang dipakai adalah tebal pelat beton perencanaan dikurangi tebal perkerasan yang ada dengan syarat tebal pelat ≥150 mm.

a) Tebal *Surface Course*

Dari Lampiran tebal *surface course* adalah 6 cm Laston. Maka dengan perbandingan 3 cm Laston = 1 cm Kaku diperoleh:

D1== 2 cm kaku

b) Tebal *Base Course*

Tebal *base course* (D2) *=* 15 cm Agregat Kelas A

Koefisien kekuatan relatif (a1) Laston MS. 340 = 0,3 (Tabel 2.16 Hal.39)

Koefisien kekuatan relatif (a2) Agregat Kelas A =0,14 (Tabel 2.16 Hal.39)

=

=

D1 = = 2,33 cm Laston

D1 = = 0,77 cm Kaku

c) Tebal *Subbase Course*

Tebal *subbase* course (D3) *=* 20 cm Agregat Kelas B

Koefisien kekuatan relatif (a1) Laston MS. 340 = 0,3 (Tabel 2.16 Hal.39)

Koefisien kekuatan relatif (a3) Agregat Kelas B= 0,13(Tabel 2.16 Hal.39)

=

=

D1 = = 8,66 cm Laston

D1 = = 2,88 cm kaku

Dari perhitungan diatas maka diperoleh tebal perkerasan yang ada adalah :

D1 total = D1 + D2 + D3

= 2 + 0,77 + 2,88

= 5,58 cm

Tebal pelat = tebal pelat rencana – tebal perkerasan yang ada (≥ 150 mm)

= 17 cm – 5,58 cm

= 11,58 cm

Karena tebal pelat 11,58 cm ≤ 15 cm, maka dipakai tebal pelat beton minimum yaitu 15 cm.

**Perhitungan tulangan**

**Dowel (Ruji)**

*Dowel* berupa batang baja tulangan polos maupun profil, yang digunakan sebagai sarana penyambung pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan.

*Dowel* berfungsi sebagai penyalur beban pada sambungan yang dipasang dengan separuh panjang terikat dan separuh panjang dilumasi atau dicat untuk memberikan kebebasan bergeser.

Dari hasil data diatas dengan tebal pelat 15 mm diperoleh : (tabel 2.13 hal.29)

* Diameter *dowel =* 19 mm
* Panjang *dowel =* 450 mm
* Jarak *dowel =* 300 mm

***Tie Bar* (Batang Pengikat)**

*Tie Bar* dirancang untuk memegang pelat sehingga teguh, dan dirancang untuk menahan gaya-gaya tarik maksimum. *Tie Bar* tidak dirancang untuk memindahkan beban.

Dari hasil data diatas dengan tebal pelat 15 mm diperoleh :

Sesuai dengan ketentuan digunakan diameter 16 mm dan jarak 750 mm, panjang batang pengikat dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

L = (38,3 x Ø ) + 75

= (388,3 x 16 ) + 75

= 687,8 mm ᵙ 700 mm

* Diameter *Tie Bar =* 16 mm
* Panjang *Tie Bar =* 700 mm
* Jarak *Tie Bar =* 750 mm

**Anggaran Biaya Perkerasan Beton Semen**

Analisa harga satuan ini menguraikan suatu perhitungan harga suatu bahan dan pekerjaan yang secara teknis dirinci secara detail berdasarkan suatu metode kerja dan asumsi-asumsi yang sesuai dengan diuraikan dalam suatu spesifikasi teknik, gambar desain dan komponen harga satuan. Harga satuan pekerjaan terdiri atas biaya biaya langsung dan biaya tidak langsung. Komponen biaya langsung terdiri dari upah bahan dan alat. Komponen tidak langsung terdiri dari biaya umum atau *over head* dan keuntungan. Biaya *over head* dan keuntungan belum termasuk pajak-pajak yang harus dibayar, besarnya sesuai dengan keuntungan yang berlaku. Analisa ini digunakan sebagai suatu konsep dasar perhitungan harga perkiraan sendiri (HPS) atau *owner’s estimate* (OE) yang dituangkan sebagaimata pembayaran suatu pekerjaan.

**Volume Perkerasan Beton Semen**

**Data perencanaan tebal perkerasan beton semen :**

Panjang ruas = 1.498 meter

Tebal perkerasan beton semen = 0,15 meter

Lebar pelat = 6 meter

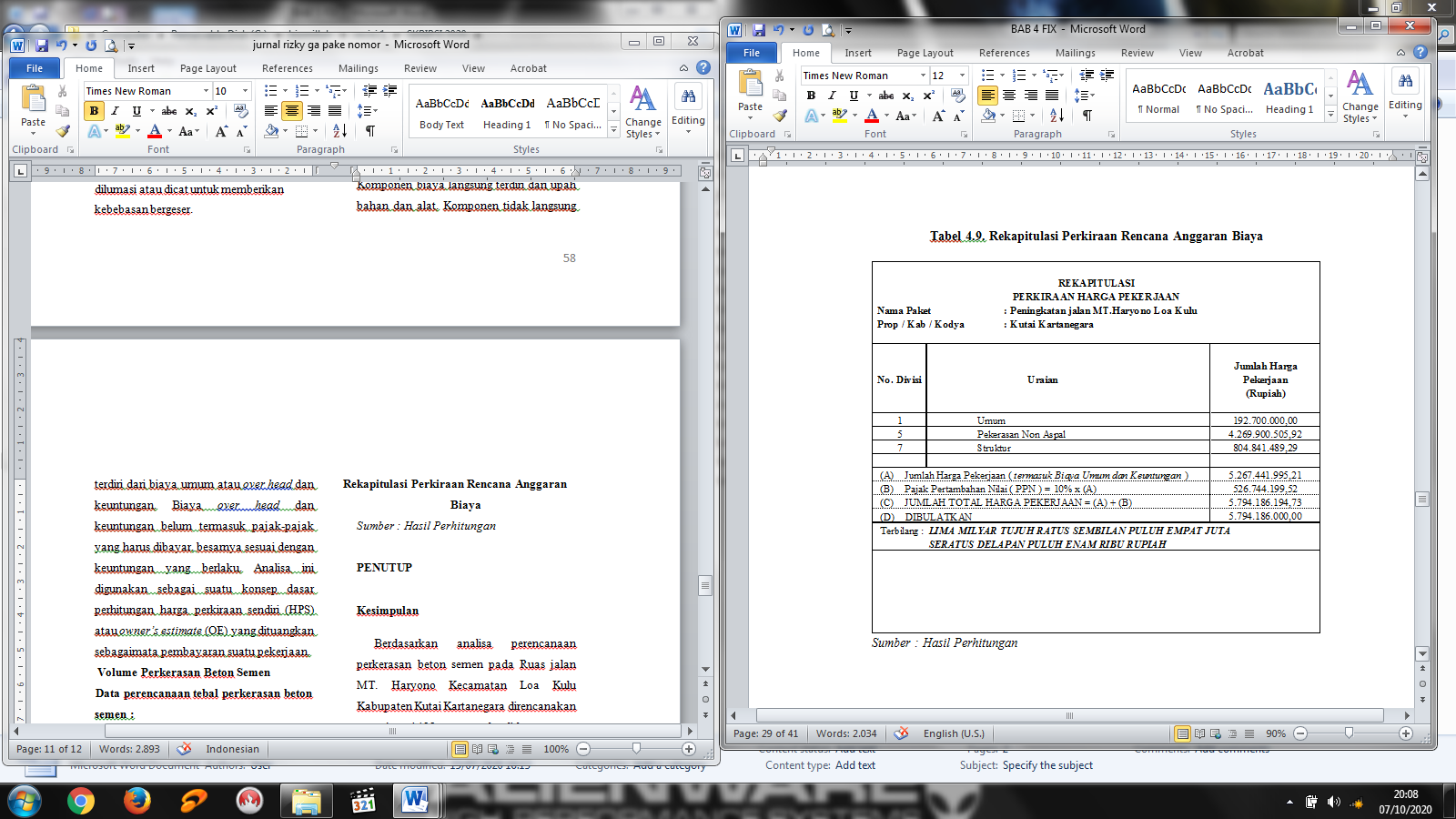
Perhitungan volume untuk perkerasan beton semen :

Volume = panjang x lebar x tinggi

= 1498 x 6 x 0,15 = 1348,2 m3

Perhitungan Anggaran Biaya tebal perkerasan beton semen pada ruas jalan MT. Haryono, Kecamatan Loa Kulu, Kabupaten Kutai Kartanegara direncanakan sepanjang 1.498 meter. Berdasarkan metode Bina Marga Spesifikasi 2010 revisi 3, didapat harga **RP. 5.794.186,000,00 *(LIMA MILYAR TUJUH RATUS SEMBILAN PULUH EMPAT JUTA SERATUS DELAPAN PULUH ENAM RIBU RUPIAH).***

Cara perhitungan dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini :

**Tabel Rekapitulasi Perkiraan Rencana Anggaran Biaya**

*Sumber : Hasil Perhitungan*

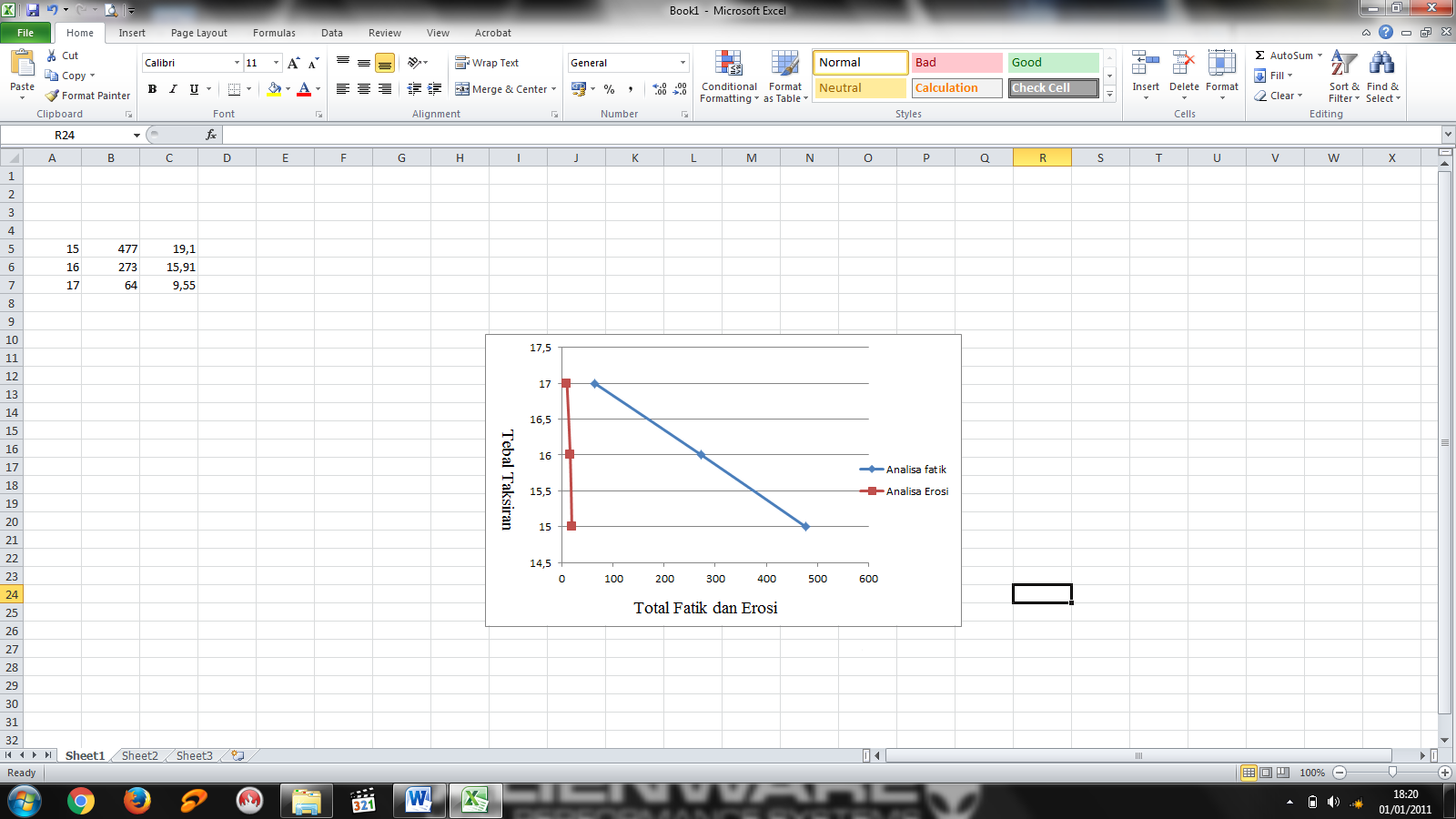
**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Berdasarkan analisa perencanaan perkerasan beton semen pada Ruas jalan MT. Haryono Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara direncanakan sepanjang 1498 meter, maka didapat :

1. Perencanaan tebal perkerasan beton semen pada panduan Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Pd.T-14-2003) mengacu pada NAASRA (1987) dengan umur rencana 20 tahun adalah : 17 cm. Namun dengan adanya perkerasan exsisting yang diperhitungkan pada bab IV maka perencanaan tebal perkerasan menjadi 15 cm.

**Grafik Tebal Taksiran Perkerasan**



*Sumber : Hasil Perhitungan*

1. Perhitungan anggaran biaya tebal perkerasan beton semen pada ruas jalan MT. Haryono Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kartanegara direncanakan sepanjang 1.498 meter. Berdasarkan metode Bina Marga Spesifikasi 2010 revisi 3, didapat harga **RP. 5.794.186.000,00 *(Lima Milyar Tujuh Ratus Sembilan Puluh Empat Juta Seratus Delapan Puluh Enam Ribu Rupiah).***

**DAFTAR PUSTAKA**

* + - 1. Adi, Ari Sasmoko, 2018., **Perancangan Tebal Perkerasan Jalan Raya,** Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Univ. 17 Agustus 1945 Samarinda.
      2. Departemen permukiman dan prasana wilayah, 2003, perencanaan perkerasan jalan beton semen, pedoman konstruksi bangunan.
      3. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 1997, Petunjuk Perencanaan Perkerasan Kaku (beton semen).
      4. Hardiatmo, H.C., 2011., Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah, Perkerasan Aspal, Perkerasan Beton, Sistem Cakar Ayam Modifikasi, Sistem Pelat Terpaku, Gadjah Mada University Press.
      5. Hendersin, S,L., 2008., Perencanaan Teknik Jalan Raya, Politeknik Negri Bandung, Jurusan Teknik Sipil.
      6. Pavement Design, 1987., A Guide to the Structural Desain of Road Pavement, National Association of Australian state road authotities, (NAASRA).
      7. Suryawan, A., 2009, Perkerasn jalan beton semen Portland (Rigid Pavement) perencanaan metode aashto 1993, sfesifikasi, parameter desain, contoh perhitungan, Beta Offset, Yogyakarta.
      8. SKBI, (Standar Konstruksi Bangunan Indonesia), petunjuk perencanaan perkerasan kaku (rigid pavement), departemen pekerjaan umum, republik Indonesia, SKBI, 2.4.28.1988,UDC. 625.84(026).