

SKRIPSI

**APLIKASI PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN DENGAN
MENGUNAKAN MACRO EXCEL (STUDI KASUS PADA PROYEK
PERENCANAAN TRASE JALAN SAMARINDA SANGA-SANGA
DENGAN STATIONING 0+000 – 18+000)**



Disusun Oleh :

WULANDARI NIKMATULLOH

13.21.904

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

APLIKASI PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN DENGAN
MENGUNAKAN MACRO EXCEL (STUDI KASUS PADA PROYEK
PERENCANAAN TRASE JALAN SAMARINDA SANGA-SANGA DENGAN
STATIONING 0+000 – 18+000)

SKRIPSI

*Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi
Jenjang Strata Satu(S-1)
Pada Hari : Kamis
Tanggal : 13 Agustus 2015
Dan diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

Wulandari Nikmatullah

(13.21.904)

Disahkan Oleh :

Dosen Pembimbing I

(Ir. Nusa Sebayang, MT.)

Dosen Pembimbing II

(Ir. Togi H Nainggolan, MS.)

Menyetujui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1



Ir. Agus Santosa, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2015

LEMBAR PENGESAHAN

APLIKASI PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN DENGAN MENGGUNAKAN
MACRO EXCEL (STUDI KASUS PADA PROYEK PERENCANAAN TRASE JALAN
SAMARINDA SANGA-SANGA DENGAN STATIONING 0+000 – 18+000)

SKRIPSI

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi

Jenjang Strata Satu(S-1)

Pada Hari : Sabtu

Tanggal : 15 Agustus 2015

Dan diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

Wulandari Nikmatulloh

(13.21.904)

Disahkan Oleh :

Ketua



(Ir. A. Agus Santosa, MT.)

Sekretaris



(Lila Ayu Ratna Winanda, ST MT.)

Anggota Penguji

Dosen Penguji I



(Ir. Agus Pravitno, MT.)

Dosen Penguji II



(Drs. Kamidjo Raharjo, ST, MT)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2015

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/ SKRIPSI

Saya yang betanda tangan dibawah ini:

Nama : WULANDARI NIKMATULLOH

NIM : 13.21.904

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir/ Skripsi saya yang berjudul:

**“APLIKASI PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN DENGAN
MENGUNAKAN MACRO EXEL (STUDI KASUS PADA PROYEK
PERENCANAAN TRASE JALAN SAMARINDA SANGA-SANGA
DENGAN STATIONING 0+000 – 18+000)”**

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya dari hasil karya orang lain, kecuali yang disebut dari sumber aslinya dan tercantum dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Malang, November 2015

Yang membuat pernyataan,




WULANDARI NIKAMTULLOH

ABSTRAK

"APLIKASI PERENCANAAN GEOMETRIK JALAN DENGAN MENGGUNAKAN MACRO EXCEL (STUDI KASUS PADA PROYEK PERENCANAAN TRASE JALAN SAMARINDA SANGA-SANGA DENGAN STATIONING 0+000 – 18+000)" Wulandari Nikmatulloh, 2015. Dosen Pembimbing I Ir. Nusa Sebayang.,MT, Dosen Pembimbing II Ir. Togi H Nainggolan,MS.

Perhitungan dalam penyelesaian masalah-masalah yang ada dan berkaitan dengan bidang teknik sipil pada masa lalu menggunakan penyelesaian secara manual. Seringkali hal ini menjadi hambatan dan menyita banyak waktu dan tenaga. Namun dengan berkembangnya komputerisasi, komputer diciptakan untuk menyelesaikan permasalahan yang sederhana sampai yang paling rumit sekalipun. Dengan demikian untuk mempercepat pengerjaan dapat menggunakan program komputer yang mudah, akurat dan cepat untuk menyelesaikan pekerjaan. Sebenarnya, dalam perencanaan geometrik sudah ada software pembantu perencanaan yaitu Autocad Land Development. Autocad Land Development merupakan software yang secara khusus diaplikasikan dalam mengelola pemetaan dan dasar - dasar perancangan pekerjaan sipil rekayasa. Akan tetapi Autocad Land Development tersebut tidak merujuk pada peraturan Indonesia. Sehingga dengan visual basic yang merujuk pada peraturan Indonesia merupakan sebuah langkah yang tepat untuk menyelesaikan perencanaan geometrik jalan raya sehingga dalam pengerjaan dapat lebih cepat dan akurat, perhitungan akan menjadi lebih mudah dan cepat untuk diselesaikan.

Data yang akan digunakan untuk studi adalah proyek perencanaan trase jalan samarinda- sanga-sangga dengan stationing 0+000 18+000 dengan status data pada tahun 2011. Data yang digunakan sebagai input program yaitu kecepatan(v), sudut tikungan(A) dan jari-jari(R) pada alinyemen horizontal, sedangkan pada alinyemen vertical dibutuhkan data kecepatan(v) dan perbedaan kelandaian (A) dan pada pelebaran tikungan dibutuhkan data kecepatan(v), jari- (n), lebar kebebasan samping kiri dan kanan (C) dan lebar total pada bagian lurus(B_n). Metode perencanaan geometrik jalan yaitu dengan metode Bina Marga dan berujuk pada "Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota" No.038rrBM/1997.

Hasil perhitungan dengan macro excel tidak menimbulkan relatif sama diperhitungkan secara manual atau dengan selisih terjauh 1×10^{-2} yang sudah cukup akurat, sehingga macro excel dapat digunakan untuk membantu proses perhitungan geometrik lebih cepat. Dengan program pengerjaan dapat diselesaikan dengan waktu hanya 5 detik sedangkan dengan manual pengerjaan dapat selesai dengan waktu 3 jam.

Kata kunci : perencanaan geometrik jalan, program macro excel iii

KATA PENGANTAR

Puji Syukur Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Studi Perhitungan Geometrik Jalan dengan Aplikasi Program Macro Excel”**. Adapun tujuan dari penyusunan skripsi tersebut untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan program pendidikan sarjana pada Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini diantaranya:

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Sudirman Indra, MSc selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1.
4. Bapak Ir. Nusa Sebayang, MT selaku dosen pembimbing I.
5. Bapak Ir. Togi H Nainggolan, MS selaku dosen pembimbing II.
6. Ibu, Bapak dan keluarga yang selalu memberikan dukungannya.
7. Serta semua rekan-rekan yang telah membantu menyusun laporan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih belum sempurna sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan penyusunan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Tujuan Penulisan	3
1.6 Studi Terdahulu	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Dasar Teori	4
2.1.1 Kendaraan Rencana	4
2.1.2 Kecepatan Rencana	5
2.1.3 Keadaan Topografi	6
2.2 Alinyemen Horizontal	7
2.2.1 Jari-jari Tikungan	7
2.2.2 Perhitungan Alinyemen Horizontal	8
2.3 Alinyemen Vertikal	14

2.3.1 Kelandaian Maksimum dan panjang kritis	15
2.3.2 Lengkung Vertikal	16
2.3.3 Perhitungan Alinyemen Vertikal	17
2.4 Pelebaran Tikungan.....	18
2.5 Algoritma Pemrograman Macro Excel	19
2.5.1 Operator relasi matematika	19
2.5.2 Fungsi Built-In	20
BAB III METEDOLOGI	21
3.1 Persiapan Penelitian	21
3.2 Bahan penelitian.....	21
3.3 Peta lokasi proyek	22
3.4 Data Perencanaan Geometrik.....	22
3.5 Pelaksanaan penelitian	24
3.6 Membuka Lembar Kerja Visual Basic Editor.....	26
3.7 Menjalankan Macro	26
BAB IV PEMBAHASAN DAN PEMBUATAN PROGRAM	24
4.1 Listing Program.....	24
4.1.1. Listing program perhitungan alinyemen horizontal.....	24
4.1.2. Listing program perhitungan Full Circle	24
4.1.3. Listing program perhitungan spiral circle spiral.....	25
4.1.4. Listing program perhitungan spiral spiral.....	28
4.1.5. Listing program perhitungan Ts Kontrol	29
4.1.6. Listing program print out horizontal.....	31
4.1.7. Listing program alinyemen vertikal.....	33

4.1.8. Listing program print out vertikal.....	35
4.1.9. Listing program pelebaran tikungan	41
4.2 Bagan Alir Program	43
4.2.1 Bagan Alir Program Alinyemen Horizontal	43
4.2.2 Bagan Alir Program full circle.....	44
4.2.3 Bagan Alir Program Spiral Circle Spiral	45
4.2.4 Bagan alir Program Spiral Spiral	47
4.2.5 Bagan Alir Program TS control	48
4.2.6 Bagan Alir Program fungsi print out alinyemen horizontal.....	50
4.2.7 Bagan Alir Program alinyemen vertikal	52
4.2.8 Bagan Alir Program fungsi print out alinyemen vertikal.....	53
4.2.9 Diagram Alir Pembuatan program pelebaran tikungan	54
4.3 Arti Listing Program	55
4.3.1 Arti listing program perhitungan alinyemen horizontal	55
4.3.2 Arti listing program perhitungan full circle.....	56
4.3.3 Arti listing Program Spiral Circle Spiral	58
4.3.4 Arti listing Program Spiral Spiral	66
4.3.5 Arti listing Program TS control	68
4.3.6 Arti listing Program fungsi print out alinyemen horizontal.	71
4.3.7 Arti listing Program alinyemen vertikal	74
4.3.8 Arti listing Program fungsi print out alinyemen vertikal.....	79
4.3.9 Arti listing Pembuatan program pelebaran tikungan	94
4.4 Manual perhitungan	97
4.4.1 Penentuan Kelas Jalan.....	106

4.4.2 Menghitung Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) Awal Umur Rencana Tahun 2015.....	107
4.4.3 Menghitung Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) Akhir Umur Rencana Tahun 2035.....	108
4.4.4 Menghitung Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP)	109
4.4.5 Perhitugn sudut	110
4.4.6 Perhitungan Alinyemen Horisontal.....	110
4.4.7 Hasil Perhitungan Tikungan pada Alinyemen Horisontal.....	120
4.4.8 Perhitungan Alinyemen Vertikal.....	121
4.4.9 Hasil Perhitungan Alinyemen Vertikal Jalan Samarinda – Sanga Sanga STA 6+000 – STA 11+ 000.....	126
4.4.10 Pelebaran Tikungan pada Alinyemen Horisontal.....	127
4.4.11 Hasil Perhitungan Pelebaran pada Tikungan.....	132
4.5 Hasil Perhitungan Program Macro Excel.....	133
4.5.1 Hasil Perhitungan Alinyemen Horizontal Program Macro Excel.....	133
4.5.2 Hasil Perhitungan Alinyemen Vertikal Program Macro Excel.....	134
4.5.3 Hasil Perhitungan Pelebaran Tikungan Program Macro Excel.....	135
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	136
5.2 Saran.....	137

DAFTAR PUSTAKA.....	138
----------------------------	------------

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Perubahan Kemiringan Melintang Pada Tikungan	8
Gambar 2.2. Spiral-circle-spiral (SCS)	10
Gambar 2.3. Diagram Superelevasi (SCS)	10
Gambar 2.4. Spiral-spiral (SS)	12
Gambar 2.5. Diagram Superelevasi (SS)	12
Gambar 2.6. Full Circle (FC)	13
Gambar 2.7. Diagram Superelevasi (FC)	13
Gambar 2.8. Contoh lengkung cembung dan lengkung cekung	16
Gambar 2.9. Contoh perhitungan lengkung vertikal.....	17
Gambar 3.1. Gambar Lokasi Perencanaan Jalan.....	22
Gambar 3.2 Peta Lokasi Perencanaan Jalan Samarinda- Sanga Sanga.....	22
Gambar 4.1 Bagan Alir Program Alinyemen Horizontal.....	43
Gambar 4.2 Bagan Alir Program full circle	44
Gambar 4.3 Bagan Alir Program Spiral Circle Spiral.....	45
Gambar 4.4 Bagan alir Program Spiral Spiral	47
Gambar 4.5 Bagan Alir Program TS control	48
Gambar 4.6 Bagan Alir Program fungsi print out alinyemen horizontal	50
Gambar 4.7 Bagan Alir Program alinyemen vertikal.....	52
Gambar 4.8 Bagan Alir Program fungsi print out alinyemen vertikal	53
Gambar 4.9 Diagram Alir Pembuatan program pelebaran tikungan.....	54
Gambar 4.10 Lengkung Spiral-Circle-Spiral pada STA 6 +070,24.....	115
Gambar 4.11 Diagram Super Elevasi pada STA 6 +070,24.....	115
Gambar 4.12 Lengkung Spiral-Spiral pada STA 6 + 985,230.....	119

Gambar 4.13 Diagram Superelevasi pada STA 6 + 985,23.....	119
Gambar 4.14 Pelebaran Tikungan 1 pada STA 6 + 070,242.....	129
Gambar 4.15 Pelebaran Tikungan 3 pada STA 6+985,230.....	131

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kecepatan Rencana	6
Tabel 2.2. Kemiringan medan	7
Tabel 2.3. Radius Minimum Untuk Lengkung Full Circle	14
Tabel 2.4. Kelandaian Maksimum	15
Tabel 2.5. Panjang Kritis.....	16
Tabel 2.6 Operator dan Relasi Matematika.....	19
Tabel 2.7 Fungsi built-in	20
Tabel 3.1.Data Lalu lintas haria rerata.....	22
Tabel 3.2.Data Pertumbuhan Lalu lintas.....	23
Tabel 4.1. Hasil Perhitungan Perencanaan Geometrik.....	109
Tabel 4.2. Hasil Sudut pada Tikungan dengan <i>Land Development</i>	110
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Tikungan pada Alinyemen Horisontal.....	120
Tabel 4.4 Hasil perhitungan alinyemen vertikal.....	126
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Pelebaran pada Tikungan.....	132
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Alinyemen Horizontal Program Macro Excel....	133
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Alinyemen Vertikal Program Macro Excel.....	134
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Pelebaran Tikungan Program Macro Excel.....	135

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perhitungan dalam penyelesaian masalah-masalah yang ada dan berkaitan dengan bidang teknik sipil pada masa lalu menggunakan penyelesaian secara manual. Seringkali hal ini menjadi hambatan dan menyita banyak waktu dan tenaga. Namun dengan berkembangnya komputerisasi, program-program komputer diciptakan untuk menyelesaikan permasalahan yang sederhana sampai yang paling rumit sekalipun. Dengan demikian untuk mempercepat pengerjaan dapat menggunakan program komputer yang mudah, akurat dan cepat untuk menyelesaikan pekerjaan.

Sebenarnya, dalam perencanaan geometrik sudah ada software pembantu perencanaan yaitu *Autocad Land Development*. *Autocad Land Development* merupakan software yang secara khusus diaplikasikan dalam mengelola pemetaan dan dasar - dasar perancangan pekerjaan sipil rekayasa. Akan tetapi *Autocad Land Development* tersebut tidak merujuk pada peraturan Indonesia.

Microsoft menyediakan *Visual Basic for Applications* (VBA) untuk pemrograman tingkat lanjut pada aplikasi *Microsoft Office*. VBA jarang digunakan oleh pemakai karena membutuhkan kemampuan pemrograman *Visual Basic*, pada *Visual Basic Application* dapat digunakan untuk mengotomatisasi pekerjaan dalam aplikasi *Microsoft Office*.

Dalam aplikasi Excel penggunaan *Visual Basic Applications* dapat melalui jendela Visual Basic Editor yang dikenal dengan penggunaan bahasa macronya. *Macro* adalah sederetan perintah dan fungsi yang tersimpan dalam modul *Microsoft Visual Basic Editor* dan dapat dijalankan kapanpun dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan tertentu.

Oleh karena itu pemrograman komputer dengan *visual basic* yang merujuk pada peraturan Indonesia merupakan sebuah langkah yang tepat untuk menyelesaikan perencanaan geometrik jalan raya sehingga dalam pengerjaan dapat lebih cepat dan akurat, perhitungan akan menjadi lebih mudah dan cepat untuk diselesaikan.

1.2. Identifikasi Masalah

Identifikasi permasalahan yang diambil dalam judul ini, yaitu perencanaan geometrik dengan *macro excel* bisa lebih cepat dan akurat daripada perencanaan dengan manual.

1.3. Rumusan Masalah

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini permasalahannya yaitu menyajikan perhitungan dalam perencanaan geometrik jalan raya yang cepat dan akurat.

1.4. Batasan Masalah

Dari banyak permasalahan yang ada maka batasan masalah yang akan dibahas:

- a. Output program yaitu berupa hasil perhitungan aliyemen horizontal dan vertikal tanpa ada gambar.

- b. Perencanaan geometrik jalan dengan metode Bina Marga dan berujuk pada “Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota” No.038/TBM/1997.

1.5. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah membuat program untuk perhitungan geometrik jalan dengan bantuan Macro Excel 2007 menggunakan bahasa pemrograman Visual Basic for Application (VBA). Dan dapat menghitung geometrik jalan yang sesuai dengan syarat agar didapatkan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan.

1.6 . Studi Terdahulu

1.Siagan, Andreas (2005) Program Visual Basic untuk Perencanaan Geometrik Jalan Raya.S1 dengan kesimpulan paket program aplikasi yang ditulis dengan bahasa pemrograman Visual Basic dengan nama Alignment Analysis Program, masih mempunyai banyak kesalahan dalam proses perhitungan maupun sistematis kerja program. Program ini juga belum dapat memproses perhitungan alinyemen vertikal. Kelengkapan kontrol program ini juga masih kurang untuk digunakan sebagai program perencanaan geometrik jalan raya yang mudah untuk digunakan.

2.Winarko, H(2004), dalam tugas akhirnya yang berjudul Program Visual Basic untuk Perencanaan alinyemen Jalan Raya dengan kesimpulan bahwa pemrograman perhitungan dan sketsa tikungan dalam perencanaan alinyemen jalan raya, dalam suatu paket program aplikasi yang ditulis dengan bahasa pemrograman Visual basic 6.0 ,akan mempercepat dan mempermudah proses perencanaan alinyemen dan tikungan pada jalan raya. Pengoprasian program

terdiri dari proses pemasukan data, pengolahan data dan penampilan output dari program. Keluaran ataupun output dari program terdiri dari hasil perhitungan dan gambar sketsa hitungan pada tiap-tiap P1 (Point Of Intersection) yang diharapkan dapat mempermudah dalam perencanaan.

3. Eduardi, Prahara (2011) Perencanaan Geometrik Jalan Berdasarkan Metode Bina Marga Menggunakan Program Visual Basic dengan kesimpulan dengan program yang dibuat telah divalidasi dengan membandingkan hasil yang diperoleh dengan perhitungan manual dengan selisih sama atau kurang dari 1×10^{-4} yang sudah cukup akurat.

Berdasarkan studi-studi terdahulu, maka pada studi ini akan dikembangkan tentang perhitungan geometrik dengan aplikasi Macro Excel dengan mengambil sampel geometrik jalan kerang-dayu yang sudah direncanakan dengan metode cara Bina Marga dan berujuk pada "Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota" No.038/TBM/1997.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Dasar Teori

Dalam bab ini dijelaskan tentang alinyemen horizontal, alinyemen vertikal, pelebaran pada tikungan, dan macro excel.

Perencanaan geometrik merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititikberatkan pada perencanaan fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimal. Perencanaan geometrik bertujuan menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu-lintas dan memaksimalkan rasio tingkat penggunaan biaya.

Menurut Hendarsin, yang menjadi dasar perencanaan geometrik adalah sifat gerak dan ukuran kendaraan, sifat pengemudi dalam mengemudikan kendaraannya serta karakteristik lalu lintas.

Berdasarkan jenis dan ukuran kendaraan maka elemen-elemen jalan yang harus direncanakan adalah:

1. Potongan melintang (*cross section*);
2. Jarak pandang (*sight distance*), perkiraan jarak pandang yang cukup waktu untuk mengambil langkah menghindari kecelakaan;
3. Alinyemen horizontal
4. Alinyemen vertikal

2.1.1 Kendaraan Rencana

- a. Kendaraan ringan/kecil (LV)

Kendaraan ringan atau kecil adalah kendaraan bermotor ber as dua dengan empat roda dan dengan jarak as 2.0-3.0 meter (mobil penumpang, microbus, angkutan umum dan truk kecil sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

b. Kendaraan sedang (MHV)

Kendaraan bermotor dengan jarak as 3.5-5.0 meter (bus kecil, truk dua as dengan enam roda sesuai sistem klasifikasai Bina Marga)

c. Kendaraan berat/besar (LB-LT)

Meliputi bus besar dan truk besar sesuai sistem klasifikasi Bina Marga.

d. Sepeda motor (MC)

Kendaraan bermotor dengan dua atau tiga roda sesuai dengan klasifikasi Bina Marga.

e. Kendaraan tak bermotor (UM)

Kendaraan dengan beberapa roda yang digerakkan oleh orang atau hewan meliputi sepeda, kereta kuda, dan kereta dorong.

2.1.2 Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan pada suatu ruas jalan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu-lintas lengang dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti.

Penetapan kecepatan rencana tergantung pada kelas jalan dan keadaan topografi suatu daerah. Kecepatan rencana menurut ketentuan Bina Marga adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1. Kecepatan Rencana

Kelas Jalan	Klasifikasi Jalan	Kecepatan Rencana (Km/Jam)	Kelandaian Maksimum (%)
I	Datar	120	3 %
	Bukit	100	5 %
	Gunung	80	6 %
II A	Datar	100	4 %
	Bukit	80	6 %
	Gunung	60	7 %
II B	Datar	80	5 %
	Bukit	60	7 %
	Gunung	40	8 %
II C	Datar	60	6 %
	Bukit	40	8 %
	Gunung	30	10 %
III	Datar	60	6 %
	Bukit	40	8 %
	Gunung	30	12 %

Sumber : Hendarsin L.S, 2000

2.1.3 Keadaan Topografi

Dalam merencanakan suatu jalan keadaan topografi suatu daerah mempunyai peranan penting karena akan sangat berpengaruh pada penempatan alinyemen landai, jarak pandang, penampang melintang, saluran tepi, pekerjaan galian/timbunan dan lain-lain. Maka kelandaian jalan tersebut dapat disesuaikan dengan keadaan yang memenuhi dengan turunya kecepatan/lereng jalan.

Menurut Bina Marga dalam Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) lereng melintang suatu jalan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.2. Kemiringan medan

Klasifikasi	Kemiringan Medan
Datar (D)	< 3 %
Bukit (B)	3 % - 25 %
Gunung (G)	25 %

(Sumber : Hendarsin L.S, 2000)

2.2. Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah garis proyeksi sumbu jalan tegak lurus pada bidang datar (*trase*). Alinyemen horizontal merupakan susunan dari potongan-potongan garis lurus yang dihubungkan dengan lengkung-lengkung berupa busur lingkaran (*circle*) yang disebut dengan bagian lengkung (*curve*) atau ditambah dengan lengkung peralihan (*spiral*).

2.2.1 Jari-Jari Tikungan

Apabila suatu kendaraan berjalan pada suatu tikungan akan mengalami gaya sentrifugal dan kecepatan gaya yang terjadi menentukan bentuk lintasan kendaraan yang bersangkutan dengan kecepatan rencana yang ditentukan dapat ditentukan besarnya jari-jari minimum tikungan sehingga kendaraan aman melewatinya.

$$R = \frac{VR^2}{127(e + f)}$$

- R = Jari-jari lengkung minimum
- V = Kecepatan rencana (km/jam)
- e = Kemiringan tikungan
- f = Koefisien gesekan melintang

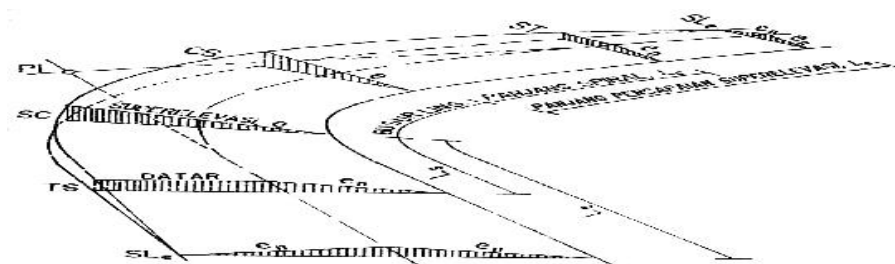
(Sumber : Hendarsin L.S, 2000)

2.2.2 Perhitungan Alinyemen Horizontal

Dalam perencanaan alinyemen horizontal ada tiga macam lengkung, yaitu:

1. *Spiral Circle Spiral (SCS)*
2. *Spiral Spiral (SS)*
3. *Full Circle (FC)*

Dalam Perencanaan Lengkung Kemiringan tikungan dibuat dengan maksud untuk memberikan gaya perlawanan terhadap gaya sentrifugal yang terjadi pada saat di tikungan. Metode untuk melakukan superelevasi yaitu merubah lereng potongan melintang, dilakukan dengan bentuk profil dari tepi perkerasan yang dibundarkan, tetapi disarankan cukup untuk mengambil garis lurus saja.



Gambar 2.1. Perubahan Kemiringan Melintang Pada Tikungan

Ada tiga cara untuk mendapatkan superelevasi yaitu :

- a. Memutar perkerasan jalan terhadap profil sumbu;
- b. Memutar perkerasan terhadap tepi jalan sebelah dalam;
- c. Memutar perkerasan jalan terhadap tepi jalan sebelah luar.

1. Spiral-Circle-Spiral (SCS)

Spiral Circle Spiral adalah suatu jenis tikungan yang didalamnya terdapat lengkung peralihan yang berfungsi untuk menghindari terjadinya perubahan alinyemen yang tiba-tiba dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran.

Rumus Perhitungan adalah :

$$T_s = (R + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$E_s = \frac{R + p}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R$$

$$L_t = L_c + 2 * L_s$$

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 * R c^2} \right)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 - R c}$$

$$\text{Dimana : } L_c = \left(\frac{\Delta'}{360} \right) * 2 * f * R$$

$$\Delta' = \Delta - 2 * \mu_s$$

Kontrol :

1. L_s harus lebih besar dari L_s minimum

$$L_s \text{ min} = 0,022 \frac{VR^3}{R * c} - 2,727 \frac{VR * e}{c}$$

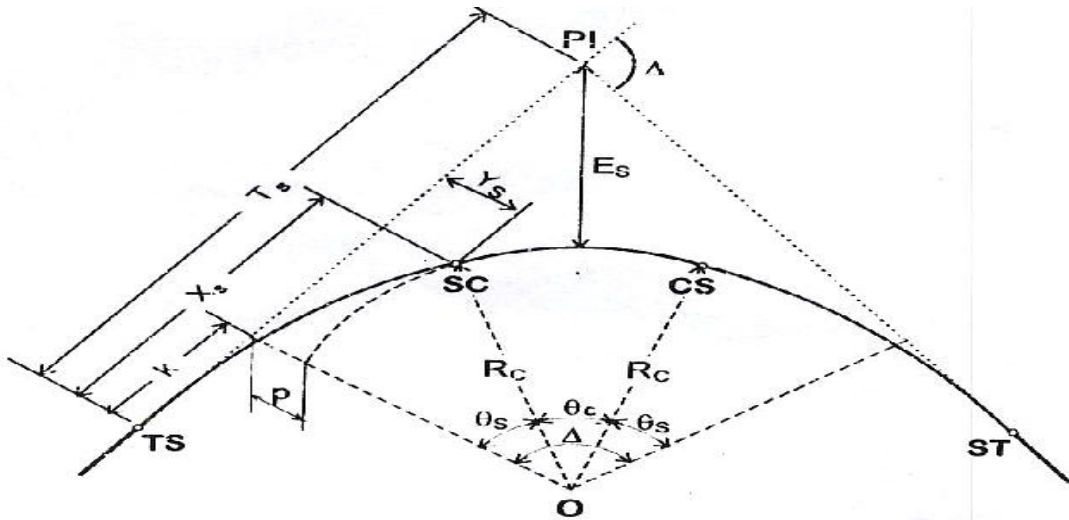
c = Perubahan kecepatan = $0,4 \text{ m/det}^3$

e = Superelevasi

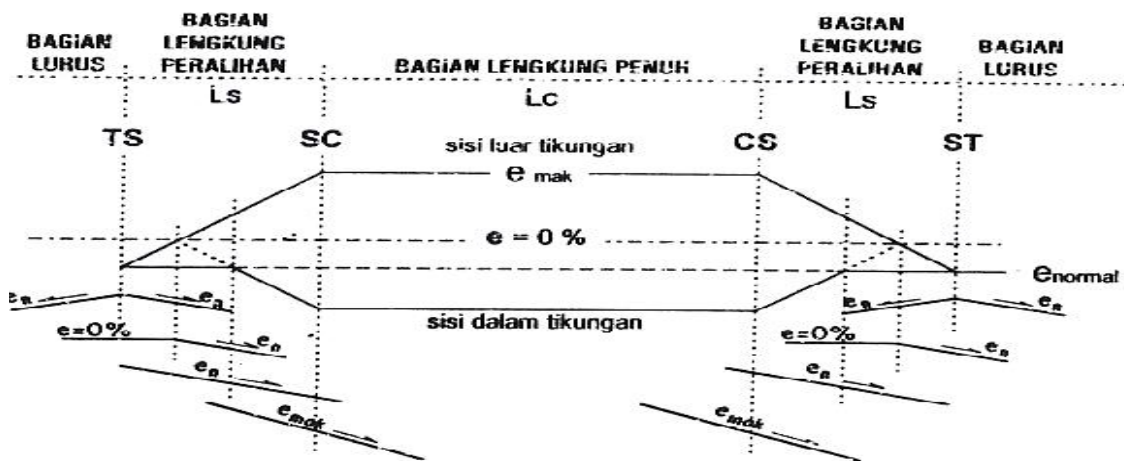
2. $L_c > 20 \text{ m}$

3. $L_t < 2 * T_s$

(Sumber : Hendarsin L.S, 2000)



Gambat 2.2. Spiral-circle-spiral (SCS)



Gambat 2.3. Diagram Superelevasi (SCS)

Keterangan :

X_s = Jarak dari titik TS ke SC (jarak lurus lengkung peralihan)

Y_s = Jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung

L_s = Panjang spiral dari titik TS ke SC atau CS ke ST (m)

V = Kecepatan rata-rata

R = Jari-jari (m)

c = Perubahan kecepatan = $0,4 \text{ m/dt}^3$

e = Kemiringan melintang dari permukaan pada lengkung horizontal=0,1

T_s = Tangen ke spiral atau panjang dari titik PI ke TS atau ke ST

L_c = Lengkung circle dari titik SC ke CS

(Sumber : Hendarsin L.S, 2000)

2. Spiral-Spiral (SS)

Spiral Spiral adalah suatu jenis lengkung yang terdiri dari dua lengkung peralihan tanpa busur lingkaran.

Rumus perhitungan adalah :

$$L_s = \frac{sxR}{90}$$

$$E_s = \frac{(R+P)}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R$$

$$K = k' * L_s$$

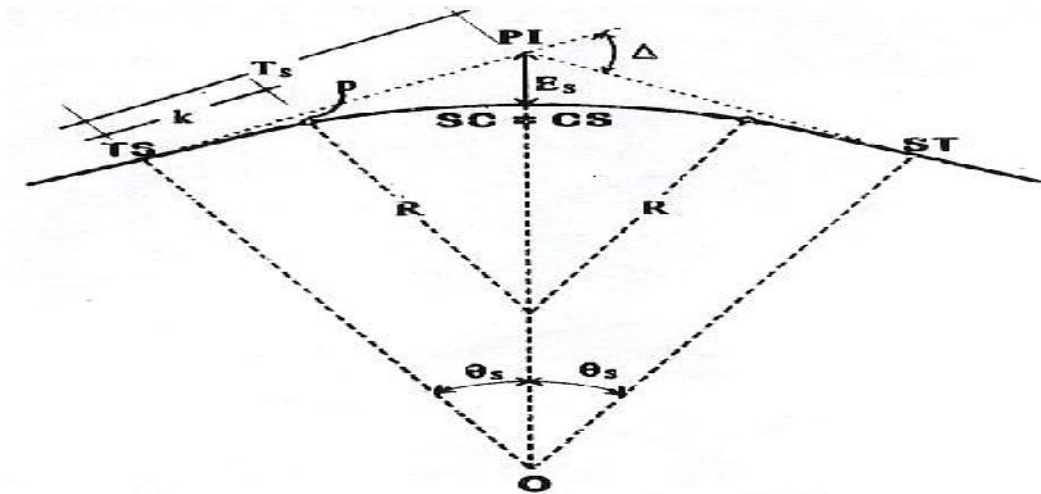
$$P = p' * L_s$$

Kontrol :

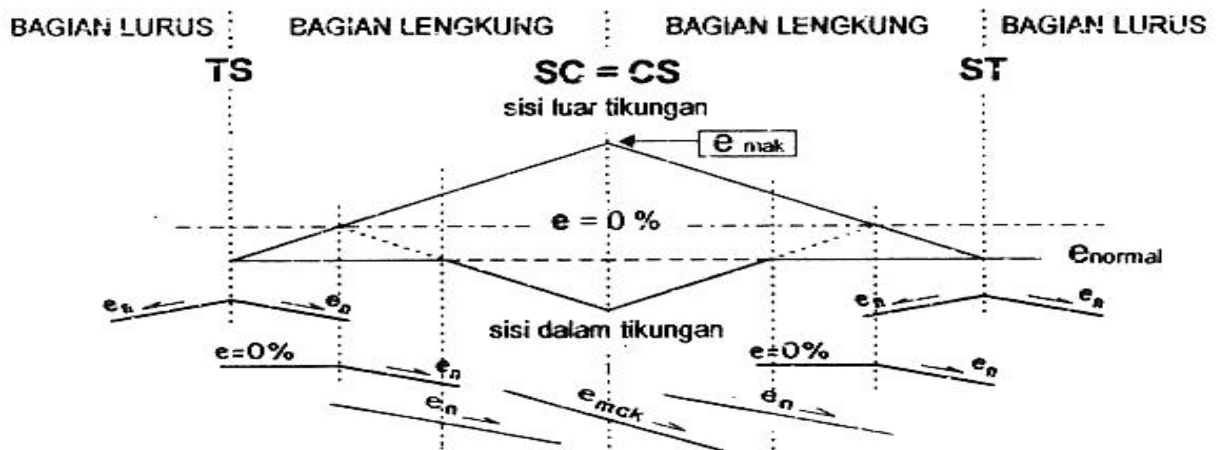
$$2*L_s < 2*T_s$$

p' dan k' lihat pada tabel fungsi dari panjang spiral spiral

(Sumber : Hendarsin L.S, 2000)



Gambar 2.4. Spiral-spiral (SS)



Gambar 2.5. Diagram Superelevasi (SS)

3. Full-Circle (FC)

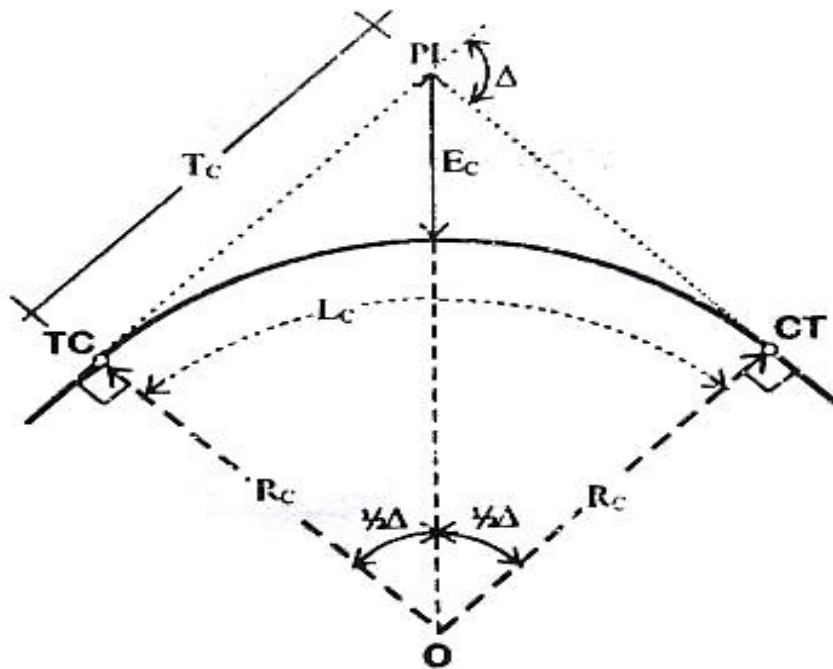
Full Circle adalah suatu jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian suatu lingkaran (penuh) tanpa ada bagian peralihan. Lengkung ini digunakan jika jari-jari rencana yang digunakan minimum sesuai dengan Tabel 2.4

$$T = R \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta$$

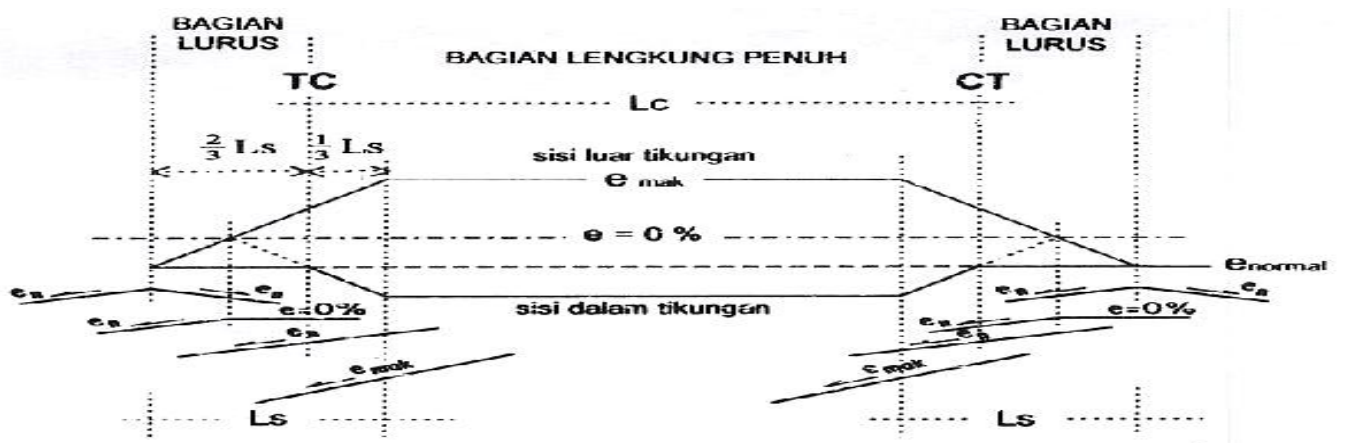
$$E = T \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta$$

$$L_c = \frac{f}{180} \Delta R$$

(Sumber : Hendarsin L.S, 2000)



Gambar 2.6. Full Circle (FC)



Gambar 2.7. Diagram Superelevasi (FC)

Dimana :

- Δc = Sudut tikungan
- ΔEt = Eksternal distance
- O = Titik pusat lingkaran
- Lc = Panjang busur lingkaran dari TC ke CT
- Tt = Panjang tangen (jarak dari Tc ke PI)
- Rc = Jari-jari lengkung circle
- Lc = Panjang busur lingkaran Dimana TC ke CT
- f = Koefisien gesekan

Tabel 2.3. Radius Minimum Untuk Lengkung Full Circle

Kecepatan Rencana (Km/Jam)	Radius Minimum (R)
120	2.000
100	1.500
80	1.100
60	700
50	440
40	300
30	180

Sumber : Hendarsin L.S, 2000

2.3. Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal adalah garis potong yang dibentuk oleh bidang vertikal terhadap sumbu jalan atau bidang tegak melalui sumbu jalan atau disebut juga gambar proyeksi tegak lurus bidang gambar. Profil ini menggambarkan perencanaan terhadap adanya jalan naik dan turun untuk memberikan pertimbangan akan kemampuan kendaraan bermuatan penuh melalui jalan tersebut.

2.3.1 Kelandaian Maksimum dan Panjang Kritis

Kelandaian maksimum adalah besarnya kelandaian yang masih diizinkan untuk memungkinkan kendaraan pada kecepatan rencana dapat melaju tanpa mengalami hambatan. Kemampuan kendaraan pada landai umumnya ditentukan oleh kekuatan mesin dan bagian mekanis dari kendaraan itu. Misalnya mobil penumpang biasanya tidak mempunyai persoalan untuk mendaki sampai kelandaian 7-8 % tanpa ada perbedaan dibandingkan pada bagian datar. Karena itu dibuat batasan pada suatu kelandaian maksimum untuk kecepatan rencana tertentu seperti tabel berikut ini:

Tabel 2.4. Kelandaian Maksimum

Kelas Jalan	Kondisi Medan	Kelandaian Maksimum
I	Datar	3 %
	Bukit	5 %
	Gunung	6 %
IIA	Datar	4 %
	Bukit	6 %
	Gunung	7 %
IIB	Datar	5 %
	Bukit	7 %
	Gunung	8 %
IIC	Datar	6 %
	Bukit	8 %
	Gunung	10 %
III	Datar	6 %
	Bukit	8 %
	Gunung	12 %

Sumber : Hendarsin L.S, 2000

Selain kelandaian maksimum perlu diperhatikan juga adalah Panjang Kritis pada setiap kelandaian. Panjang kritis adalah panjang jalan yang diukur secara horisontal yang mengakibatkan pengurangan kecepatan kendaraan sebesar 25 km/jam.

Tabel 2.5. Panjang Kritis

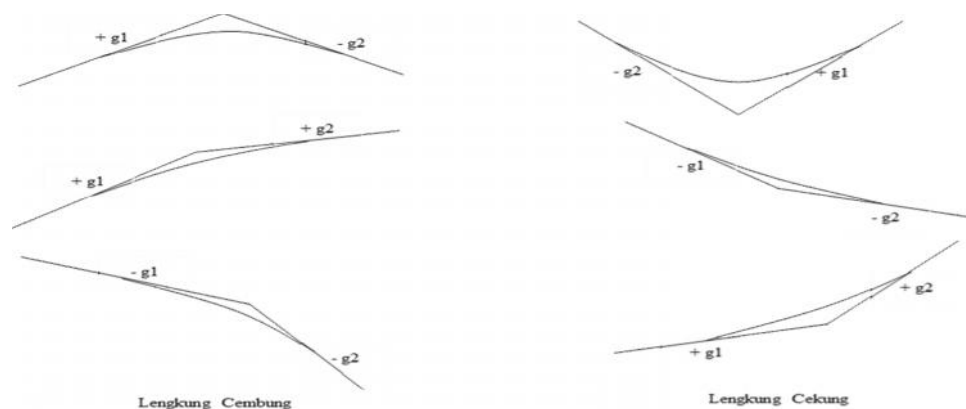
Kelandaian jalan (%)	3	4	5	6	7	8	10	112
Panjang Kritis (meter)	480	330	250	200	170	150	135	120

Sumber : Hendarsin L.S, 2000

2.3.2 Lengkung Vertikal

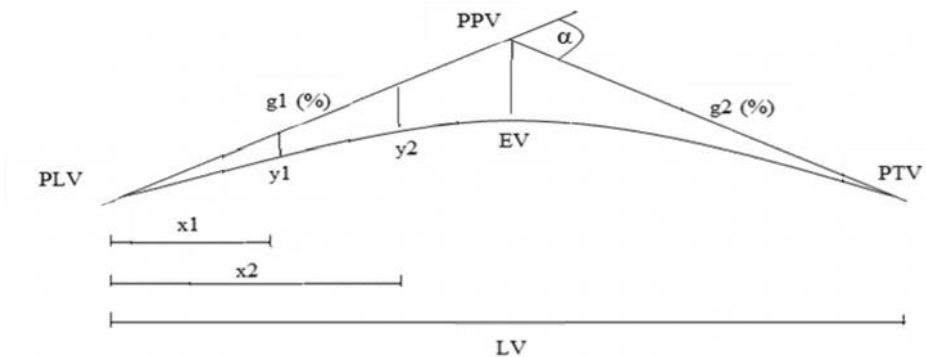
Perubahan dari suatu kelandaian ke kelandaian yang lain disebut lengkung vertikal. Lengkung vertikal ada 2 macam yaitu:

1. lengkung vertikal cekung, yaitu lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan;
2. lengkung vertikal cembung, yaitu lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan.



Gambar 2.8. Contoh lengkung cembung dan lengkung cekung

2.3.3 Perhitungan Alinyemen Vertikal



Gambar 2.9. Contoh perhitungan lengkung vertikal

PLV = Peralihan Lengkung Vertikal

PPV = Pusat Perpotongan Vertikal

PTV = Peralihan Tangen Vertikal

A = Perbedaan Aljabar Kelandaian (%)

A = [(g1) - (g2)]

EV = $\frac{A \cdot Lv}{800}$ → Lv (Lihat grafik vertikal cembung atau cekung

hubungan A dengan kecepatan rencana V pada lampiran)

$$Y = \frac{A}{200 \cdot Lv} X^2$$

Dimana :

Ev = Pergeseran Vertikal (m)

X = Jarak horizontal dari setiap titik ppada garis kelandaian terhadap
PLV (peralihan lengkung vertikal)

Y = Panjang pergeseran vertikal dari titik yang bersangkutan

L_v = Jarak horizontal antara PLV dan PTV (peralihan tangent vertikal)
disebut panjang lengkung

A = Perbedaan panjang landai (%)

(Sumber : Hendarsin L.S, 2000)

2.4. Pelebaran Tikungan

Pada saat kendaraan berada di tikungan, roda depan dan roda belakang tidak ada pada lintasan yang sama, oleh karena roda depan berbelok sehingga lintasan roda belakang akan lebih kedalam pada lintasannya atau *off tracking*. Agar roda belakang tidak keluar dari tepi permukaan jalan yang dapat menyebabkan kerusakan pada tepi jalan, maka lapis permukaan dilakukan pelebaran kearah sebelah dalam.

Rumus menghitung lebar perkerasan yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

$$R_c = R - (\frac{1}{2} * \text{lebar perkerasan}) + (\frac{1}{2} * b) \quad (\text{m})$$

$$B = \sqrt{\left(\sqrt{(R_c^2 - 64)} + 1,25\right)^2 + 64} - \sqrt{(R_c^2 - 64)} + 1,25 \quad (\text{m})$$

$$Z = \frac{0,105.V}{\sqrt{R}} \quad (\text{m})$$

$$B_t = n (B + C) + z \quad (\text{m})$$

$$b = B_t - B_n \quad (\text{m})$$

Keterangan :

B = Lebar perkerasan yang ditempati satu kendaraan di tikungan
sebelah kanan pada jalur.

n = Jumlah jalur lalu-lintas.

- b = Lebar kendaraan rencana diambil 2,5 m
- C = Lebar kebebasan samping kiri dan kanan kendaraan
- z = Lebar tambahan akibat kesukaran pada tikungan
- b = Pelebaran Tikungan
- Bn = Lebar total perkerasan pada jalan lurus (normal)
- Bt = Lebar total perkerasan pada tikungan
- Rc = $R - \frac{1}{2}$ lebar perkerasan + $\frac{1}{2}$ b

(Sumber : Hendarsin L.S, 2000)

2.5. Algoritma Pemrograman *Macro Excel*

Pengertian Algoritma yaitu urutan langkah-langkah logis suatu penyelesaian masalah yang disusun secara sistematis, sedangkan pengertian pemrograman yaitu segala kegiatan pembuatan program komputer. (Sumber: Taufik, Moch.2012)

2.5.1 Operator dan Relasi Matematika

Operator	Keterangan
+	Penjumlahan
-	Pengurangan
*	Perkalian
/	Pembagian
^	Pangkat
Relasi	
=	Sama dengan
>	Lebih besar
<	Lebih kecil
<>	Tidak sama dengan
>=	Lebih besar atau samadengan
<=	Lebih kecil atau sama dengan

Tabel 2.6 Operator dan Relasi Matematika

2.5.2 Fungsi Built-In

Macro excel mempunyai fungsi-fungsi built-in untuk membangun formula yang kompleks, berikut fungsi dan argumen :

A. Fungsi Matematika dan Trigonometri	
ABS(bil)	nilai absolut dari suatu bilangan
ACOSH	invers hiperbolic cosinus dari bilangan
FACT	factorial hingga kebilangan
EXP	eksponensial dari suatu bilangan
INT	pembulatan kebilangan ke integrer terdekat
LOG	logaritma bilangan untuk bilangan dasar ditentukan
MDETERM	determinan matriks suatu array
PI()	nilai pi
RAND()	bilangan random antara 0 dan 1
SIGN	tanda dari bilangan
SUM	penjumlahan dari bilangan
TAN	tangen dari bilangan
B. Fungsi Informasi	
ISBLANK	TRUE jika nilai adalah kosong
ISLOGICAL	TRUE jika nilai adalah sebuah logika
ISNUMBER	TRUE jika nilai adalah sebuah bilangan
ISTEXT	TRUE jika nilai adalah teks
C. Fungsi Statistik	
Average(bil 1, bil2,..)	nilai rata-rata dari argumen
COUNT(nilai1, nilai 2,..)	menghitung jumlah data bilangan dalam list argumen
SLOPE	kemiringan garis regresi linear
TREND	menentukan nilai regresi sepanjang garis linier
D. Fungsi <i>Lookup and reference</i>	
COLUMNS	menentukan nomor kolom suatu array
INDEX	memilih komponen suatu array
ROWS	menentukan nomor baris suatu array
E. Fungsi Logika	
AND (logika 1, logika 2,..)	TRUE jika semua argumen logika adalah true
IF (logika 1, nilai jika benar, nilai jika salah)	
Not (logika)	pembalikan logika
OR (logika 1, logika 2)	TRUE jika salah satu argumennya

Tabel 2.7 fungsi built-in

BAB III

DATA LAPANGAN

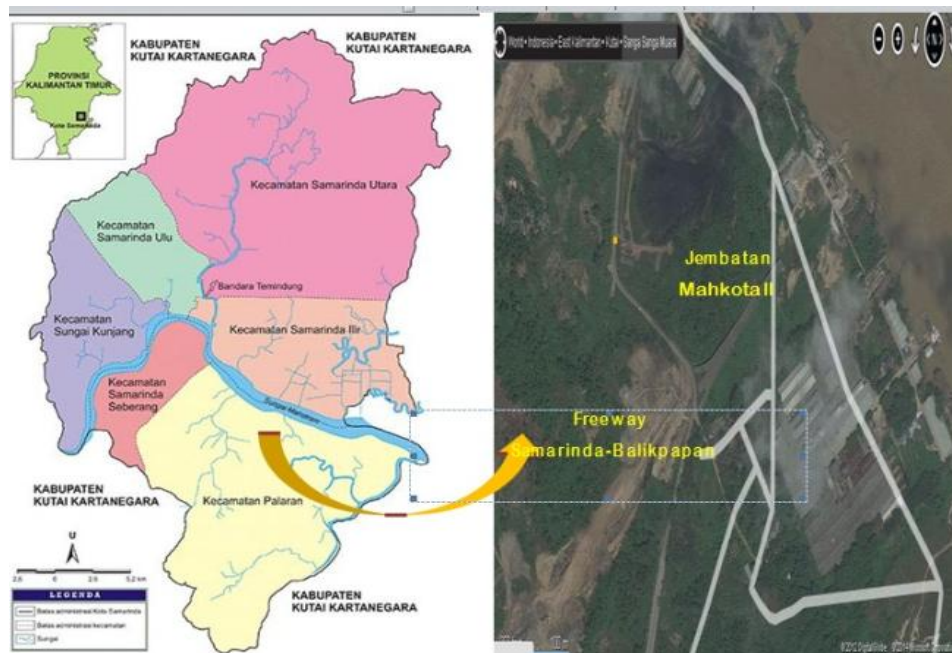
3.1. Umum

Pada bab ini dipaparkan data-data lapangan yang digunakan sebagai input pada program, yaitu terdiri atas :

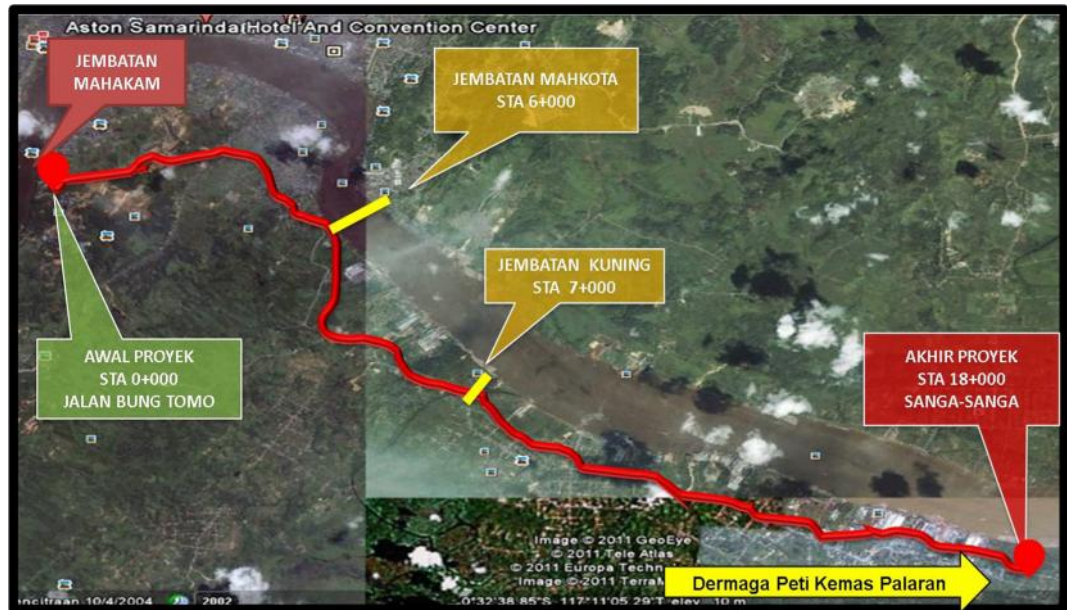
1. Peta Lokasi Proyek
2. Data Perencanaan Geometrik

3.2. Peta Lokasi Proyek

Peta lokasi berguna untuk mengetahui kondisi medan proyek dan disajikan dalam bentuk gambar.



Gambar 3.1 Lokasi Perencanaan Jalan



Gambar 3.3 Peta Lokasi Perencanaan Jalan Samarinda- Sanga Sanga

3.3. Data Perencanaan Geometrik

Data – data yang diperlukan dalam perencanaan geometrik jalan diantaranya sebagai berikut :

- Data Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)

Data LHR diperoleh dengan cara pengamatan volume lalu lintas selama 24 jam dua arah yaitu dari Samarinda – SangaSanga (arah sebaliknya). Berikut data lalu lintas yang didapat :

Tabel 3.1 Data Lalu lintas Harian Rata-rata

Jenis Kendaraan	Jumlah Rata-rata	Satuan
Sepeda Motor	28.302	kend/hari
Mobil Penumpang	4926	kend/hari

Bus	77	kend/hari
Truk 2 As	187	kend/hari
Truk 3 As	157	kend/hari
Truk 3 As+gandengan	127	kend/hari

(Survey LHR,2014)

- Waktu Perencanaan dan Pelaksanaan

Dalam perencanaan ruas jalan Samarinda-Sanga Sanga STA 6+000 s/d STA 11+000, umur rencana yang diambil untuk perkerasan kaku jalan tersebut adalah sebagai berikut :

- Umur rencana = 20 tahun
- Awal perencanaan dimulai tahun = 2014
- Pelaksanaan dimulai tahun = 2015
- Jalan dibuka tahun = 2015

- Data Pertumbuhan Lalu lintas

Data pertumbuhan lalu lintas yang diperoleh sesuai dengan analisa ulang dari data lalu lintas tahun 2010 s/d tahun 2013, didapatkan pertumbuhan lalu lintas rata-rata kota Samarinda adalah 6,9 %.

Tabel 3.2 Data Pertumbuhan Lalulintas

Tahun	Total Jumlah	Pertumbuhan (i)
2010	307731	
2011	348748	13.3
2012	366504	5.1
2013	374797	2.3
Pertumbuhan rata-rata		6.9%

(DINAS PERHUBUNGAN SAMARINDA , 2014)

a. Tahun 2010 – 2011

$$i = \frac{348.748 - 307.731}{307.731} \times 100\% = 13,33\%$$

b. Tahun 2011 – 2012

$$i = \frac{366.504 - 348.748}{348.748} \times 100\% = 5,1\%$$

c. Tahun 2012 – 2013

$$i = \frac{374.797 - 366.504}{366.504} \times 100\% = 2,3\%$$

Jadi, rata – rata pertumbuhan jumlah kendaraan per tahun :

$$i = \frac{13,33\% + 5,1\% + 2,3\%}{3} = 6,9\%$$

BAB IV

PEMBAHASAN DAN PEMBUATAN PROGRAM

4.1 Listing Program

4.1.1 Listing program perhitungan alinyemen horizontal

```
Sub Alinyemen_Horizontal()  
Const TitlePosition = 4  
Dim I As Integer, eNext As Integer, N As Integer  
N = Sheets("Alinyemen Horizontal").Range("B4").End(xlDown).Row - TitlePosition  
For I = 1 To N  
eNext = I + TitlePosition  
Call FullCircle(eNext)  
Call SpiralCircleSpiral(eNext)  
Call SpiralSpiral(eNext)  
Call TsControl(eNext)  
Call PrintOutHorizontal(eNext)  
Next I  
End Sub
```

4.1.2 Listing program perhitungan Full Circle

```
Function FullCircle(eNext As Integer)  
On Error Resume Next  
Dim QoD As Double, Delta As Double, Rad As Double, Ts As Double, Lc As Double, Hasil As  
String  
Dim TandH As Double, TandQ As Double, Es As Double, R As Double, e As Double, V As  
Double  
Const T = 3  
  
With Sheets("Alinyemen Horizontal")  
V = .Range("D" & eNext).Value  
Delta = .Range("E" & eNext).Value  
Rc = .Range("G" & eNext).Value  
  
QoD = Delta / 4  
TandH = Tan(Phi * (Delta / 2) / 180)  
TandQ = Tan(Phi * QoD / 180)  
Rad = Phi * QoD / 180  
Ts = Rc * TandH  
Es = Ts * TandQ  
Lc = Phi / 180 * Delta * Rc
```


$$L_s = V / 3.6 * T$$

$$e = ((V ^ 2) / (127 * R_c)) * 100$$

If $(L_s ^ 2) / (24 * R_c) < 0.25$ Then

Hasil = "OK"

Else

Hasil = "TIDAK OK"

End If

.Range("BA" & eNext).Value = .Range("B" & eNext).Value

.Range("BB" & eNext).Value = .Range("C" & eNext).Value

.Range("BC" & eNext).Value = Delta

.Range("BD" & eNext).Value = Rc

.Range("BE" & eNext).Value = Delta / 2

.Range("BF" & eNext).Value = QoD

.Range("BG" & eNext).Value = TandH

.Range("BH" & eNext).Value = TandQ

.Range("BI" & eNext).Value = Ts

.Range("BJ" & eNext).Value = Es

.Range("BK" & eNext).Value = Lc

.Range("BL" & eNext).Value = Ls

.Range("BM" & eNext).Value = e

.Range("BN" & eNext).Value = $(L_c ^ 2) / (24 * R_c)$

.Range("BO" & eNext).Value = "<"

.Range("BP" & eNext).Value = 0.25

.Range("BQ" & eNext).Value = Hasil

End With

End Function

4.1.3 Listing program perhitungan spiral circle spiral

Function SpiralCircleSpiral(eNext As Integer)

Dim R As Double, Ls As Double, e As Double, Rc As Double, P As Double, K As Double

Dim D As Double, C As Double, V As Double, Hasil As String

Dim Ts As Double, Es As Double, Lc As Double, Lt As Double, Qc As Double, Rad As Double

Dim HoD As Double, Lsmin As Double, Qs As Double, Rmin As Double

Dim KoefGesek As Double, X As Integer, J As Integer, jNext As Integer

With Sheets("Alinyemen Horizontal")

```
V = .Range("D" & eNext).Value
D = .Range("E" & eNext).Value
C = .Range("F" & eNext).Value
Rc = .Range("G" & eNext).Value
```

```
KoefGesek = GrabTable("Koef. Gesek Melintang", V, 3, "C", "B")
Rmin = (V ^ 2) / (127 * (0.1 + KoefGesek))
```

```
With Sheets("R Constant (SCS)")
X = .Range("B" & 2 + 1).End(xlDown).Row - 2
For J = 1 To X
    jNext = J + 2
    If .Range("B" & jNext) > Rmin Then
        R = .Range("B" & jNext)
        Exit For
    Else
        R = 0
    End If
Next J
End With
```

```
With Sheets("Ls min & superelevasi 10%")
X = .Range("D" & 3 + 1).End(xlDown).Row - 3
For J = 1 To X
    jNext = J + 3
    If .Range("D" & jNext) = V And .Range("C" & jNext) = R Then
        Ls = .Range("F" & jNext)
        e = .Range("E" & jNext)
        Exit For
    Else
        Ls = 0
        e = 0
    End If
Next J
End With
```

```
Select Case Ls
Case 30
    Qs = GrabTable("Ls 30m SCS", Rc, 4, "B", "C")
    P = GrabTable("Ls 30m SCS", Rc, 4, "B", "D")
    K = GrabTable("Ls 30m SCS", Rc, 4, "B", "E")
Case 40
```

Qs = GrabTable("Ls 40m SCS", Rc, 4, "B", "C")
P = GrabTable("Ls 40m SCS", Rc, 4, "B", "D")
K = GrabTable("Ls 40m SCS", Rc, 4, "B", "E")

Case 50

Qs = GrabTable("Ls 50m SCS", Rc, 4, "B", "C")
P = GrabTable("Ls 50m SCS", Rc, 4, "B", "D")
K = GrabTable("Ls 50m SCS", Rc, 4, "B", "E")

Case 60

Qs = GrabTable("Ls 60m SCS", Rc, 4, "B", "C")
P = GrabTable("Ls 60m SCS", Rc, 4, "B", "D")
K = GrabTable("Ls 60m SCS", Rc, 4, "B", "E")

Case 70

Qs = GrabTable("Ls 70m SCS", Rc, 4, "B", "C")
P = GrabTable("Ls 70m SCS", Rc, 4, "B", "D")
K = GrabTable("Ls 70m SCS", Rc, 4, "B", "E")

Case 80

Qs = GrabTable("Ls 80m SCS", Rc, 4, "B", "C")
P = GrabTable("Ls 80m SCS", Rc, 4, "B", "D")
K = GrabTable("Ls 80m SCS", Rc, 4, "B", "E")

Case 90

Qs = GrabTable("Ls 90m SCS", Rc, 4, "B", "C")
P = GrabTable("Ls 90m SCS", Rc, 4, "B", "D")
K = GrabTable("Ls 90m SCS", Rc, 4, "B", "E")

Case 120

Qs = GrabTable("Ls 120m SCS", Rc, 4, "B", "C")
P = GrabTable("Ls 120m SCS", Rc, 4, "B", "D")
K = GrabTable("Ls 120m SCS", Rc, 4, "B", "E")

Case 140

Qs = GrabTable("Ls 140m SCS", Rc, 4, "B", "C")
P = GrabTable("Ls 140m SCS", Rc, 4, "B", "D")
K = GrabTable("Ls 140m SCS", Rc, 4, "B", "E")

Case 160

Qs = GrabTable("Ls 160m SCS", Rc, 4, "B", "C")
P = GrabTable("Ls 160m SCS", Rc, 4, "B", "D")
K = GrabTable("Ls 160m SCS", Rc, 4, "B", "E")

End Select

$$\text{HoD} = D / 2$$

$$\text{Rad} = \text{Phi} * \text{HoD} / 180$$

$$\text{Ts} = (\text{Rc} + \text{P}) * \text{Tan}(\text{Rad}) + \text{K}$$

$$\text{Es} = (\text{Rc} + \text{P}) / \text{Cos}(\text{Rad}) - \text{Rc}$$

$$\text{Qc} = D - 2 * \text{Qs}$$

```

Lc = Qc / 360 * 2 * Phi * Rc
Lt = Lc + 2 * Ls
Lsmin = (0.022 * V ^ 3 / (Rc * C)) - (2.727 * V * e / C)
If Lsmin < Ls And Lc > 20 And Lt < 2 * Ts Then
    Hasil = "OK"
Else
    Hasil = "TIDAK OK"
End If
    .Range("H" & eNext).Value = Rmin
.Range("I" & eNext).Value = R
.Range("J" & eNext).Value = e
.Range("K" & eNext).Value = Ls
.Range("L" & eNext).Value = Qs
.Range("M" & eNext).Value = P
.Range("N" & eNext).Value = K
.Range("O" & eNext).Value = HoD
.Range("P" & eNext).Value = Cos(Rad)
.Range("Q" & eNext).Value = Tan(Rad)
.Range("R" & eNext).Value = Qc
.Range("S" & eNext).Value = Ts
.Range("T" & eNext).Value = Es
.Range("U" & eNext).Value = Lc
.Range("V" & eNext).Value = Lt
.Range("W" & eNext).Value = Lsmin
.Range("X" & eNext).Value = "<"
.Range("Y" & eNext).Value = Ls
.Range("Z" & eNext).Value = Lc
.Range("AA" & eNext).Value = ">"
.Range("AB" & eNext).Value = 20
.Range("AC" & eNext).Value = Lt
.Range("AD" & eNext).Value = "<"
.Range("AE" & eNext).Value = 2 * Ts
.Range("AF" & eNext).Value = Hasil
End With
End Function

```

4.1.4 Listing program perhitungan spiral spiral

```

Function SpiralSpiral(eNext As Integer)
    On Error Resume Next

```

Dim Delta As Double, Ls As Double, Qs As Double, Ps As Double, Ks As Double, P As Double

Dim K As Double, Ts As Double, Es As Double, e As Double, V As Integer

Dim Tand As Double, Cosd As Double, Rc As Double, Hasil As String

With Sheets("Alinyemen Horizontal")

V = .Range("D" & eNext).Value

Delta = .Range("E" & eNext).Value

Rc = .Range("G" & eNext).Value

Qs = Delta / 2

Tand = Tan(Phi * Qs / 180)

Cosd = Cos(Phi * Qs / 180)

Ls = (Qs * Phi * Rc) / 90

Ps = GrabTable("Besaran p' dan k' (SS)", Qs, 3, "B", "C")

Ks = GrabTable("Besaran p' dan k' (SS)", Qs, 3, "B", "D")

P = Ps * Ls

K = Ks * Ls

Ts = (Rc + P) * Tand + K

Es = ((Rc + P) / Cosd) - Rc

e = (V ^ 2) / (127 * Rc) * 100

If (2 * Ls) < (2 * Ts) Then

 Hasil = "OK"

Else

 Hasil = "TIDAK OK"

End If

.Range("AG" & eNext).Value = .Range("B" & eNext).Value

.Range("AH" & eNext).Value = .Range("C" & eNext).Value

.Range("AI" & eNext).Value = Delta

.Range("AJ" & eNext).Value = Rc

.Range("AK" & eNext).Value = Ps

.Range("AL" & eNext).Value = Ks

.Range("AM" & eNext).Value = Qs

.Range("AN" & eNext).Value = P

.Range("AO" & eNext).Value = K

.Range("AP" & eNext).Value = Delta / 2

.Range("AQ" & eNext).Value = Cosd

.Range("AR" & eNext).Value = Tand

.Range("AS" & eNext).Value = Ts

.Range("AT" & eNext).Value = Es

```

.Range("AU" & eNext).Value = Ls
.Range("AV" & eNext).Value = e
.Range("AW" & eNext).Value = 2 * Ls
.Range("AX" & eNext).Value = "<"
.Range("AY" & eNext).Value = 2 * Ts
.Range("AZ" & eNext).Value = Hasil
End With
End Function

```

4.1.5 Listing program perhitungan Ts Kontrol

```

Function TsControl(eNext As Integer)
    On Error Resume Next
    Dim S1() As String, S2() As String, SCSresult As String, SSresult As String, FCresult
As String, Jenis As String, Ts1 As Double
    Dim Selisih As Double, STA As Double, SCSval As Double, SSval As Double, FCval As
Double, Ts2 As Double
    Dim STA1 As Double, STA2 As Double, HasilTs As Double, HasilSTA As Double, Hasil
As String
    With Sheets("Alinyemen Horizontal")

        S1 = Split(.Range("C" & eNext).Value, "+")
        S2 = Split(.Range("C" & eNext + 1).Value, "+")
        STA1 = S1(0) & "" & S1(1)
        STA2 = S2(0) & "" & S2(1)
        SCSresult = .Range("AF" & eNext).Value
        SSresult = .Range("AZ" & eNext).Value
        FCresult = .Range("BQ" & eNext).Value
        SCSval = .Range("S" & eNext).Value
        SSval = .Range("AS" & eNext).Value
        FCval = .Range("BI" & eNext).Value

        If FCresult = "OK" Then
            Jenis = "FC"
            Ts1 = .Range("BI" & eNext).Value
            Ts2 = .Range("BI" & eNext + 1).Value
        Else
            If SCSresult = "OK" Then
                Jenis = "SCS"
                Ts1 = .Range("S" & eNext).Value
                Ts2 = .Range("S" & eNext + 1).Value
            Else

```

```

        Jenis = "SS"
        Ts1 = .Range("AS" & eNext).Value
        Ts2 = .Range("AS" & eNext + 1).Value
    End If
End If

If Ts2 <> 0 Then
    HasilTs = Ts1 + Ts2
    HasilSTA = STA2 - STA1
    Selisih = HasilSTA - HasilTs
    If Selisih >= 20 Then
        Hasil = "OK"
    Else
        Hasil = "TIDAK OK"
    End If
    .Range("BX" & eNext + 1).Value = HasilTs
    .Range("BY" & eNext + 1).Value = HasilSTA
    .Range("BZ" & eNext + 1).Value = Selisih
    .Range("CA" & eNext + 1).Value = Hasil
End If
.Range("BR" & eNext).Value = .Range("B" & eNext).Value
.Range("BS" & eNext).Value = STA1
.Range("BT" & eNext).Value = SCSval
.Range("BU" & eNext).Value = SSval
.Range("BV" & eNext).Value = FCval
.Range("BW" & eNext).Value = Ts1
.Range("CB" & eNext).Value = Jenis
End With
End Function

```

4.1.6 Listing program print out horizontal

```
Function PrintOutHorizontal(eNext As Integer)
```

```
    Dim No As Integer, STA As String, V As Integer, Delta As Double, Rmin As Double, R
    As Double, e As Double, Qs As Double, Jenis As String
```

```
    Dim P As Double, K As Double, Ps As Double, Ks As Double, Qc As Double, Ls As
    Double, Ts As Double, Es As Double, Lc As Double, Lt As Double
```

```
    pNext = eNext - 2
```

```
    With Sheets("Alinyemen Horizontal")
```

```
        No = .Range("B" & eNext).Value
```

```
        Jenis = .Range("CB" & eNext).Value
```

```
STA = .Range("C" & eNext).Value
V = .Range("D" & eNext).Value
Delta = .Range("E" & eNext).Value
```

```
If Jenis = "SCS" Then
```

```
    Rmin = .Range("H" & eNext).Value
    R = .Range("I" & eNext).Value
    e = .Range("J" & eNext).Value
    Qs = .Range("L" & eNext).Value
    P = .Range("M" & eNext).Value
    K = .Range("N" & eNext).Value
    Ps = 0
    Ks = 0
    Qc = .Range("R" & eNext).Value
    Ls = .Range("W" & eNext).Value
    Ts = .Range("S" & eNext).Value
    Es = .Range("T" & eNext).Value
    Lc = .Range("U" & eNext).Value
    Lt = .Range("V" & eNext).Value
```

```
Elseif Jenis = "SS" Then
```

```
    Rmin = 0
    R = 0
    e = .Range("AV" & eNext).Value
    Qs = .Range("AM" & eNext).Value
    P = .Range("AN" & eNext).Value
    K = .Range("AO" & eNext).Value
    Ps = .Range("AK" & eNext).Value
    Ks = .Range("AL" & eNext).Value
    Qc = 0
    Ls = .Range("AU" & eNext).Value
    Ts = .Range("AS" & eNext).Value
    Es = .Range("AT" & eNext).Value
    Lc = 0
    Lt = 0
```

```
Else
```

```
    Rmin = 0
    R = 0
    e = .Range("BM" & eNext).Value
    Qs = 0
    P = 0
    K = 0
    Ps = 0
```



```

    Ks = 0
    Qc = 0
    Ls = .Range("BL" & eNext).Value
    Ts = .Range("BI" & eNext).Value
    Es = .Range("BJ" & eNext).Value
    Lc = .Range("BK" & eNext).Value
    Lt = 0
End If
End With

```

```

With Sheets("Print Out Horizontal")
    .Range("B" & pNext).Value = No
    .Range("C" & pNext).Value = STA
    .Range("D" & pNext).Value = Jenis
    .Range("E" & pNext).Value = V
    .Range("F" & pNext).Value = Delta
    .Range("G" & pNext).Value = Rmin
    .Range("H" & pNext).Value = R
    .Range("I" & pNext).Value = e
    .Range("J" & pNext).Value = Qs
    .Range("K" & pNext).Value = P
    .Range("L" & pNext).Value = K
    .Range("M" & pNext).Value = Ps
    .Range("N" & pNext).Value = Ks
    .Range("O" & pNext).Value = Qc
    .Range("P" & pNext).Value = Ls
    .Range("Q" & pNext).Value = Ts
    .Range("R" & pNext).Value = Es
    .Range("S" & pNext).Value = Lc
    .Range("T" & pNext).Value = Lt
End With
End Function

```

4.1.7 Listing program alinyemen vertikal

```

Sub Alinyemen_Vertikal()
    On Error Resume Next
    'Buat variabel
    Const TitlePosition = 3
    Dim I As Integer, eNext As Integer
    Dim N As Integer, X As Integer

```

```

'bersihkan grafik
Dim wsItem As Worksheet
Dim chtObj As ChartObject
Dim wShape As Shapes

For Each wsItem In ThisWorkbook.Worksheets
    For Each chtObj In wsItem.ChartObjects
        chtObj.Delete
    Next
Next

'bersihkan garis shape
Dim getShape As Shape
For Each getShape In ActiveSheet.Shapes
    getShape.Delete
Next

With Sheets("Alinyemen Vertikal")
'hitung jumlah baris input
'tentukan awal permulaan angka 1
N = .Range("B3").End(xlDown).Row - TitlePosition

'lakukan perulangan sepanjang n
For I = 1 To N
    'geser baris permulaan angka setelah judul
    eNext = I + TitlePosition
    Dim STA As String, V As Double, g1 As Double, g2 As Double, A As Double, Jenis
As String
    Dim LvS As Double, LvB As Double, Lv As Double, Ev As Double, x1 As Double, x2
As Double, y1 As Double, y2 As Double, Jh As Integer

    'inisialisasi
    STA = .Range("C" & eNext)
    V = .Range("D" & eNext)
    g1 = .Range("E" & eNext)
    g2 = .Range("F" & eNext)

    'kontrol
    A = g1 - g2
    Jh = GrabTable("Jh min", V, 2, "B", "C")
    If A < 0 Then

```

```

    Jenis = "Cekung"
    LvS = Abs((A * Jh ^ 2) / (120 + 3.5 * Jh))
    LvB = Abs((2 * Jh) - ((120 + 3.5 * Jh) / A))
Else
    Jenis = "Cembung"
    LvS = Abs((A * Jh ^ 2) / 399)
    LvB = Abs((2 * Jh) - (399 / A))
End If

If Jh < LvS Then
    Lv = LvS
Elseif Jh > LvB Then
    Lv = LvB
Else
    If LvS > LvB Then
        Lv = LvS
    Else
        Lv = LvB
    End If
End If

If Jenis = "Cembung" Then
    If V = 30 And A <= 10 Then
        Lv = 14.1
    Elseif V = 40 And A <= 7.5 Then
        Lv = 26.8
    Elseif V = 50 And A <= 5 Then
        Lv = 30.2
    Elseif V = 60 And A <= 3.5 Then
        Lv = 36
    Elseif V = 80 And A <= 2.1 Then
        Lv = 50
    Elseif V = 100 And A <= 1.4 Then
        Lv = 65
    Elseif V = 120 And A <= 0.93 Then
        Lv = 71
    End If
Else
    If V = 30 And A <= -5.5 Then
        Lv = 15
    Elseif V = 40 And A <= -4.5 Then
        Lv = 22.22

```

```

Elseif V = 50 And A <= -3.7 Then
    Lv = 25.5
Elseif V = 60 And A <= -3.4 Then
    Lv = 37.5
Elseif V = 80 And A <= -2.75 Then
    Lv = 43.64
Elseif V = 100 And A <= -2.6 Then
    Lv = 68.27
Elseif V = 120 And A <= -2.35 Then
    Lv = 76.6
End If
End If

```

```

'perhitungan
Ev = Abs((A * Lv) / 800)
x1 = 1 / 3 * (1 / 2 * Lv)
x2 = 2 / 3 * (1 / 2 * Lv)
y1 = Abs((A / (200 * Lv)) * (x1 ^ 2))
y2 = Abs((A / (200 * Lv)) * (x2 ^ 2))

```

```

'output
.Range("H" & eNext) = A
.Range("I" & eNext) = Jh
.Range("J" & eNext) = LvS
.Range("K" & eNext) = LvB
.Range("L" & eNext) = Lv
.Range("M" & eNext) = Ev
.Range("N" & eNext) = x1
.Range("O" & eNext) = x2
.Range("P" & eNext) = y1
.Range("Q" & eNext) = y2
.Range("R" & eNext) = Jenis
Call PrintOutVertikal(eNext)
Next I
End With
End Sub

```

4.1.8 Listing program print out vertikal

```

Function PrintOutVertikal(eNext As Integer)
'Variabel untuk perulangan
Dim rowNext As Integer, TitlePosition As Integer, rowStep As Integer

```

```
Dim STA As String, Vr As Integer, g1 As Double, g2 As Double, Lv As Double, A As Double
```

```
Dim Jenis As String, Ev As Double, Inp As Double
```

```
Dim tempLoop As Integer
```

```
'Nilai awal untuk halaman
```

```
rowStep = 48 'jumlah baris satu halaman
```

```
TitlePosition = 0 'data ditulis pada dari posisi paling atas
```

```
'Ambil nilai dari sheet alinyemen vertikal
```

```
With Sheets("Alinyemen Vertikal")
```

```
  'Nilai Input
```

```
  STA = .Range("C" & eNext)
```

```
  Vr = .Range("D" & eNext)
```

```
  g1 = .Range("E" & eNext)
```

```
  g2 = .Range("F" & eNext)
```

```
  Ev = .Range("M" & eNext)
```

```
  'Nilai Output
```

```
  Lv = .Range("L" & eNext)
```

```
  A = .Range("H" & eNext)
```

```
  Jenis = .Range("R" & eNext)
```

```
  Inp = .Range("G" & eNext)
```

```
End With
```

```
'tentukan nilai x
```

```
x0 = 0
```

```
x1 = 1 / 6 * Lv
```

```
x2 = 2 / 6 * Lv
```

```
x3 = 3 / 6 * Lv
```

```
x4 = 4 / 6 * Lv
```

```
x5 = 5 / 6 * Lv
```

```
x6 = 6 / 6 * Lv
```

```
' sesuaikan nilai A dengan bentuk grafik
```

```
If A > 0 Then
```

```
  A = A * -1
```

```
Else
```

```
  A = Abs(A)
```

```
End If
```

'tentukan nilai y (nilai sebenarnya)

$$y_0 = 0$$

$$y_1 = A / (200 * Lv) * (x_1 ^ 2)$$

$$y_2 = A / (200 * Lv) * (x_2 ^ 2)$$

$$y_3 = A / (200 * Lv) * (x_3 ^ 2)$$

$$y_4 = A / (200 * Lv) * (x_4 ^ 2)$$

$$y_5 = A / (200 * Lv) * (x_5 ^ 2)$$

$$y_6 = A / (200 * Lv) * (x_6 ^ 2)$$

'Tentukan garis patah (y)

$$y_{0a} = \ln p - ((g_1 / 100) * (1 / 2) * Lv)$$

$$y_{1a} = \ln p - ((g_1 / 100) * (2 / 3) * ((1 / 2) * Lv))$$

$$y_{2a} = \ln p - ((g_1 / 100) * (1 / 3) * ((1 / 2) * Lv))$$

$$y_{3a} = \ln p$$

$$y_{4a} = \ln p + ((g_2 / 100) * (1 / 3) * ((1 / 2) * Lv))$$

$$y_{5a} = \ln p + ((g_2 / 100) * (2 / 3) * ((1 / 2) * Lv))$$

$$y_{6a} = \ln p + ((g_2 / 100) * (1 / 2) * Lv)$$

'Tentukan garis lengkung (y')

$$y_{0b} = y_{0a}$$

$$y_{1b} = y_{0a} + ((g_1 / 100) * x_1) + y_1$$

$$y_{2b} = y_{0a} + ((g_1 / 100) * x_2) + y_2$$

$$y_{3b} = y_{0a} + ((g_1 / 100) * x_3) + y_3$$

$$y_{4b} = y_{0a} + ((g_1 / 100) * x_4) + y_4$$

$$y_{5b} = y_{0a} + ((g_1 / 100) * x_5) + y_5$$

$$y_{6b} = y_{0a} + ((g_1 / 100) * x_6) + y_6$$

With Sheets("Print Out Vertikal")

' langsung pilih/menuju ke sheet print out vertikal

.Select

' tentukan ukuran loncatan baris pada sheet

tempLoop = eNext - 3

' jika pada perulangan pertama, langsung isi halaman pertama

If tempLoop = 1 Then

 rowNext = tempLoop + TitlePosition

' pada perulangan selanjutnya, lakukan lompatan baris sebanyak satu halaman

Else

 rowNext = tempLoop * rowStep - (rowStep - 1) + TitlePosition

End If

'Tampilkan nilai dari tabel vertikal

```
.Range("B" & rowNext) = "Data"  
.Range("B" & rowNext + 1) = "STA = " & STA  
.Range("B" & rowNext + 2) = "Vr = " & Vr  
.Range("B" & rowNext + 3) = "g1 = " & g1  
.Range("B" & rowNext + 4) = "g2 = " & g2  
.Range("D" & rowNext + 1) = "Lv = " & Lv  
.Range("D" & rowNext + 2) = "A = " & A  
.Range("D" & rowNext + 3) = "Jenis = " & Jenis
```

'tabel bantu untuk membuat grafik

' Label

```
.Range("B" & rowNext + 6) = "x"  
.Range("B" & rowNext + 7) = "y"  
.Range("B" & rowNext + 8) = "y'"
```

' Kolom ke-0 tabel bantu

```
.Range("C" & rowNext + 5) = 0  
.Range("C" & rowNext + 6) = x0  
.Range("C" & rowNext + 7) = y0a  
.Range("C" & rowNext + 8) = y0b
```

' Kolom ke-1 tabel bantu

```
.Range("D" & rowNext + 5) = 1  
.Range("D" & rowNext + 6) = x1  
.Range("D" & rowNext + 7) = y1a  
.Range("D" & rowNext + 8) = y1b
```

' Kolom ke-2 tabel bantu

```
.Range("E" & rowNext + 5) = 2  
.Range("E" & rowNext + 6) = x2  
.Range("E" & rowNext + 7) = y2a  
.Range("E" & rowNext + 8) = y2b
```

' Kolom ke-3 tabel bantu

```
.Range("F" & rowNext + 5) = 3  
.Range("F" & rowNext + 6) = x3  
.Range("F" & rowNext + 7) = y3a  
.Range("F" & rowNext + 8) = y3b
```

' Kolom ke-4 tabel bantu

```
.Range("G" & rowNext + 5) = 4  
.Range("G" & rowNext + 6) = x4  
.Range("G" & rowNext + 7) = y4a
```

```

.Range("G" & rowNext + 8) = y4b

' Kolom ke-5 tabel bantu
.Range("H" & rowNext + 5) = 5
.Range("H" & rowNext + 6) = x5
.Range("H" & rowNext + 7) = y5a
.Range("H" & rowNext + 8) = y5b

' Kolom ke-6 tabel bantu
.Range("I" & rowNext + 5) = 6
.Range("I" & rowNext + 6) = x6
.Range("I" & rowNext + 7) = y6a
.Range("I" & rowNext + 8) = y6b
' seleksi sel yang akan dijadikan data source pada grafik
' pilih sel ujung dan pangkal dari tabel bantu
.Range("C" & rowNext + 6 & ":I" & rowNext + 6).Select
.Shapes.AddChart.Select

' Buat grafik
With ActiveChart
' Grafik tipe Scatter tanpa nilai, bentuk grafik seperti ini lebih halus
.ChartType = xlXYScatterLinesNoMarkers

' Tentukan data source dari garis y'
' Nilai y' diambil pada baris ketiga tabel bantu
.SetSourceData Source:=Range("Print Out Vertikal!$C$" & rowNext + 8 & ":$I$"
& rowNext + 8)
' Nilai x diambil pada baris pertama tabel bantu
.SeriesCollection(1).XValues = Range("C" & rowNext + 6, "I" & rowNext + 6)

' Buat garis patah (y) dengan mendeklarasikan objek series baru
Dim srsNew As Series
Set srsNew = .SeriesCollection.NewSeries
With srsNew
' nilai y diambil dari baris kedua tabel bantu
.Values = Range("Print Out Vertikal!$C$" & rowNext + 7 & ":$I$" & rowNext
+ 7)
' nilai x diambil dari baris pertama tabel bantu
.XValues = Range("C" & rowNext + 6, "I" & rowNext + 6)
End With

'tentukan letak grafik

```



```

.Parent.Top = Range("B" & rowNext + 10).Top ' Posisinya dari atas
.Parent.Left = Range("B2").Left ' Posisinya dari samping kiri

' Hapus gridline dan legenda grafik beserta garis bantu
.HasLegend = False ' Legenda ditiadakan
.Axes(xlValue).HasMajorGridlines = False ' Garis grid ditiadakan
.HasAxis(1) = False ' Sumbu X ditiadakan
.HasAxis(2) = False ' Sumbu Y ditiadakan
End With

' Tampilkan nilai x1
.Range("B" & rowNext + 26) = "X1" ' Labelnya
.Range("C" & rowNext + 26) = x1 ' Nilainya
' Buat garis x1
' Suatu garis terdiri dari dua titik yang saling dihubungkan
' Jadi untuk membuat garis dengan shape, Tentukan titik-titiknya terlebih dahulu

' Titik pertama
l1 = .Range("B" & rowNext + 27).Left + 10 ' Posisinya titik pertama dari samping
kiri
l2 = .Range("B" & rowNext + 27).Top ' Posisinya titik pertama dari atas

' Titik kedua
r1 = .Range("D" & rowNext + 27).Left - 2 ' Posisinya titik kedua dari samping kiri
r2 = .Range("D" & rowNext + 27).Top ' Posisinya titik kedua dari atas

' Setelah titik-titik ditentukan, hubungkan kedua garis tersebut
With .Shapes.AddLine(l1, l2, r1, r2).Line
    .ForeColor.RGB = RGB(255, 0, 0) ' Tentukan warna agar lebih jelas, kode warna
menggunakan deret RGB (Red-Green-Blue)
End With

' Untuk penjelasan selanjutnya titik x2-x6 sama saja seperti penjelasan titik x1

'tampilkan nilai x2
.Range("C" & rowNext + 28) = "X2"
.Range("D" & rowNext + 28) = x2
'buat garis x2
l1 = .Range("B" & rowNext + 29).Left + 10
l2 = .Range("B" & rowNext + 29).Top
r1 = .Range("E" & rowNext + 29).Left + 20
r2 = .Range("E" & rowNext + 29).Top

```

```
With .Shapes.AddLine(l1, l2, r1, r2).Line
    .ForeColor.RGB = RGB(255, 0, 0)
End With
```

```
'tampilkan nilai x3
.Range("D" & rowNext + 30) = "X3"
.Range("E" & rowNext + 30) = x3
'buat garis x3
l1 = .Range("B" & rowNext + 31).Left + 10
l2 = .Range("B" & rowNext + 31).Top
r1 = .Range("G" & rowNext + 31).Left - 2
r2 = .Range("G" & rowNext + 31).Top
With .Shapes.AddLine(l1, l2, r1, r2).Line
    .ForeColor.RGB = RGB(255, 0, 0)
End With
```

```
'tampilkan nilai x4
.Range("D" & rowNext + 32) = "X4"
.Range("E" & rowNext + 32) = x4
'buat garis x4
l1 = .Range("B" & rowNext + 33).Left + 10
l2 = .Range("B" & rowNext + 33).Top
r1 = .Range("H" & rowNext + 33).Left
r2 = .Range("H" & rowNext + 33).Top
With .Shapes.AddLine(l1, l2, r1, r2).Line
    .ForeColor.RGB = RGB(255, 0, 0)
End With
```

```
'tampilkan nilai x5
.Range("E" & rowNext + 34) = "X5"
.Range("F" & rowNext + 34) = x5
'buat garis x5
l1 = .Range("B" & rowNext + 35).Left + 10
l2 = .Range("B" & rowNext + 35).Top
r1 = .Range("I" & rowNext + 35).Left + 10
r2 = .Range("I" & rowNext + 35).Top
With .Shapes.AddLine(l1, l2, r1, r2).Line
    .ForeColor.RGB = RGB(255, 0, 0)
End With
```

```
'tampilkan nilai x6
.Range("F" & rowNext + 36) = "X6"
```

```

.Range("G" & rowNext + 36) = x6
'buat garis x6
l1 = .Range("B" & rowNext + 37).Left + 10
l2 = .Range("B" & rowNext + 37).Top
r1 = .Range("K" & rowNext + 37).Left - 20
r2 = .Range("K" & rowNext + 37).Top
With .Shapes.AddLine(l1, l2, r1, r2).Line
    .ForeColor.RGB = RGB(255, 0, 0)
End With
End With

```

4.1.9 Listing program pelebaran tikungan

```

Sub Pelebaran_Tikungan()
'Buat variabel
Const TitlePosition = 3
Dim I As Integer, eNext As Integer
Dim X As Integer

With Sheets("Pelebaran Tikungan")
'hitung jumlah baris input
'tentukan awal permulaan angka 1
'ambil posisi sebelum permulaan atau judul
X = .Range("B2").End(xlDown).Row - TitlePosition
'lakukan perulangan sepanjang n
For I = 1 To X
    'geser baris permulaan angka setelah judul
    eNext = I + TitlePosition
    Dim V As Integer, R As Integer, N As Integer, Bn As Integer, STA As String, C As
Double
    Dim Rc As Double, Z As Double, Bt As Double, BB As Double, DeltaB As Double
    Const b = 2.5

    'inisialisasi
    STA = .Range("C" & eNext).Value
    V = .Range("D" & eNext).Value
    R = .Range("E" & eNext).Value
    N = .Range("F" & eNext).Value
    C = .Range("G" & eNext).Value
    Bn = .Range("H" & eNext).Value

```

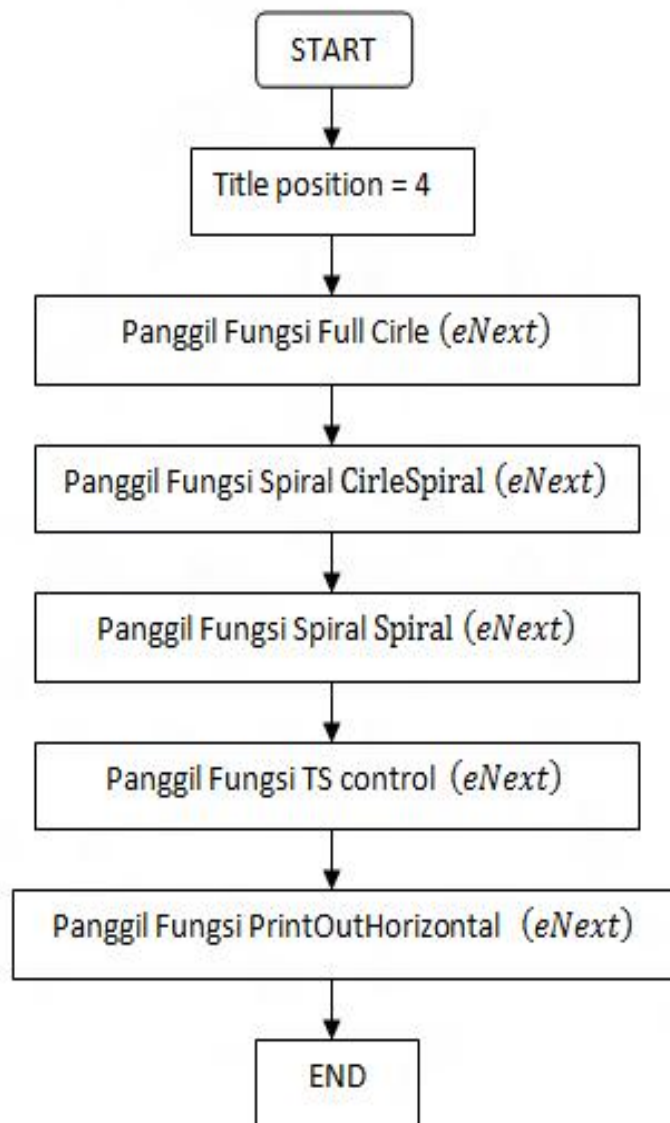
```

'perhitungan
Rc = R - (1 / 2 * Bn) + (1 / 2 * b)
BB = ((((((Rc ^ 2 - 64) ^ 0.5) + 1.25) ^ 2) + 64) ^ 0.5) - (((Rc ^ 2) - 64) ^ 0.5) +
1.25)
Z = 0.105 * V / (R ^ 0.5)
Bt = (N * (BB + C)) + Z
DeltaB = Bt - Bn
'output
.Range("I" & eNext).Value = b
.Range("J" & eNext).Value = Rc
.Range("K" & eNext).Value = BB
.Range("L" & eNext).Value = Z
.Range("M" & eNext).Value = Bt
.Range("N" & eNext).Value = DeltaB
Next I
End With
End Sub

```

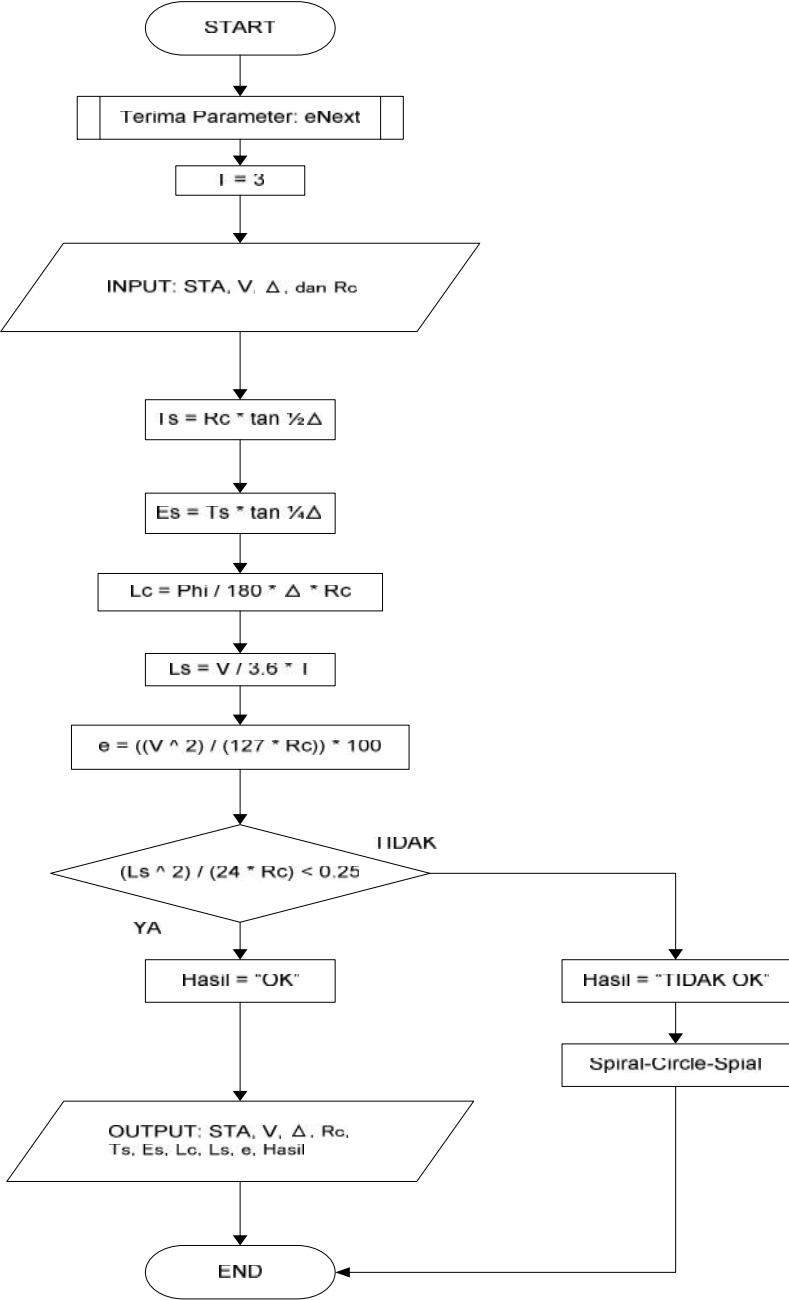
4.2 Bagan Alir Program

4.2.1 Bagan Alir Program Alinyemen Horizontal



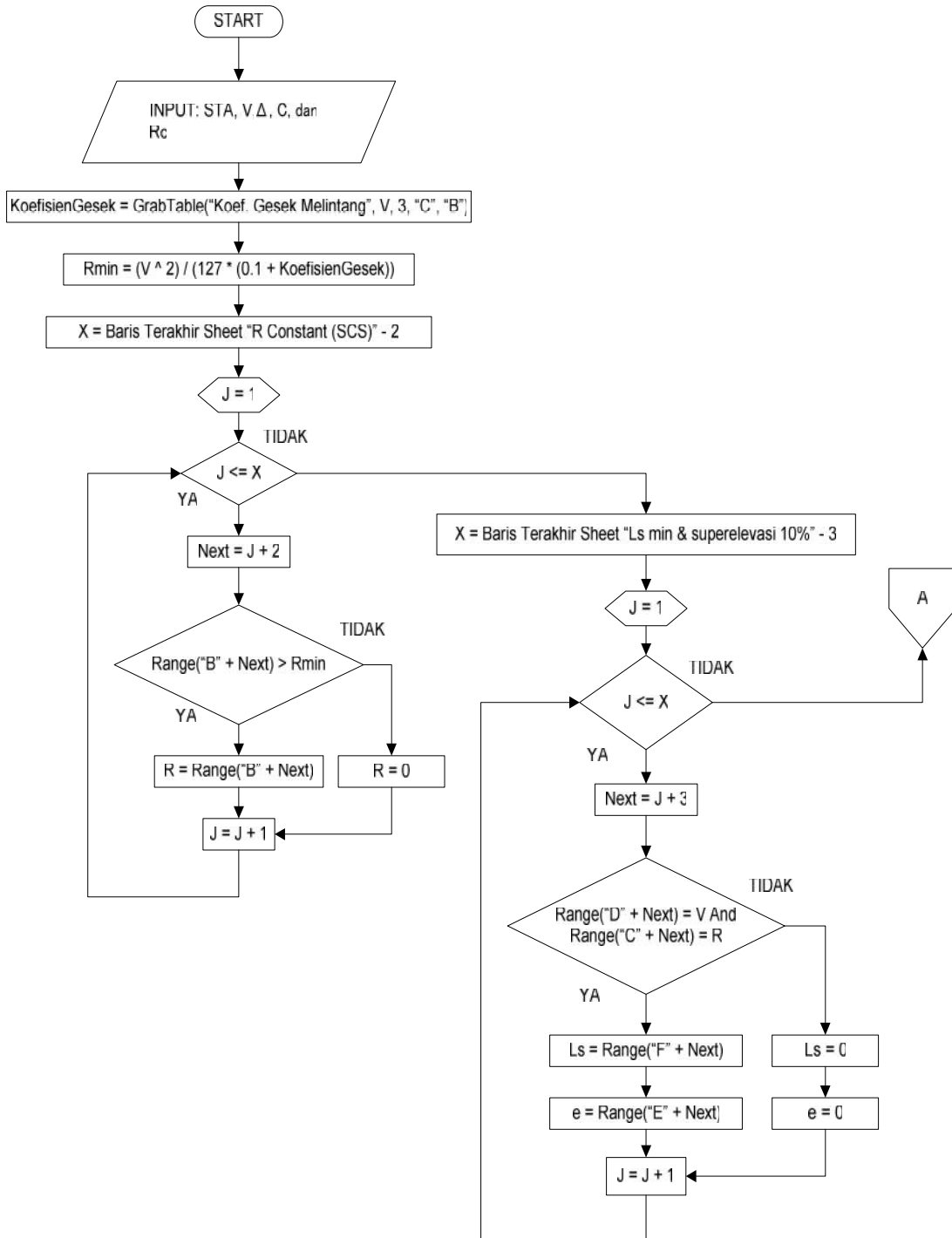
Gambar 4.1 Bagan alir penyelesaian perhitungan alinyemen horizontal dengan program

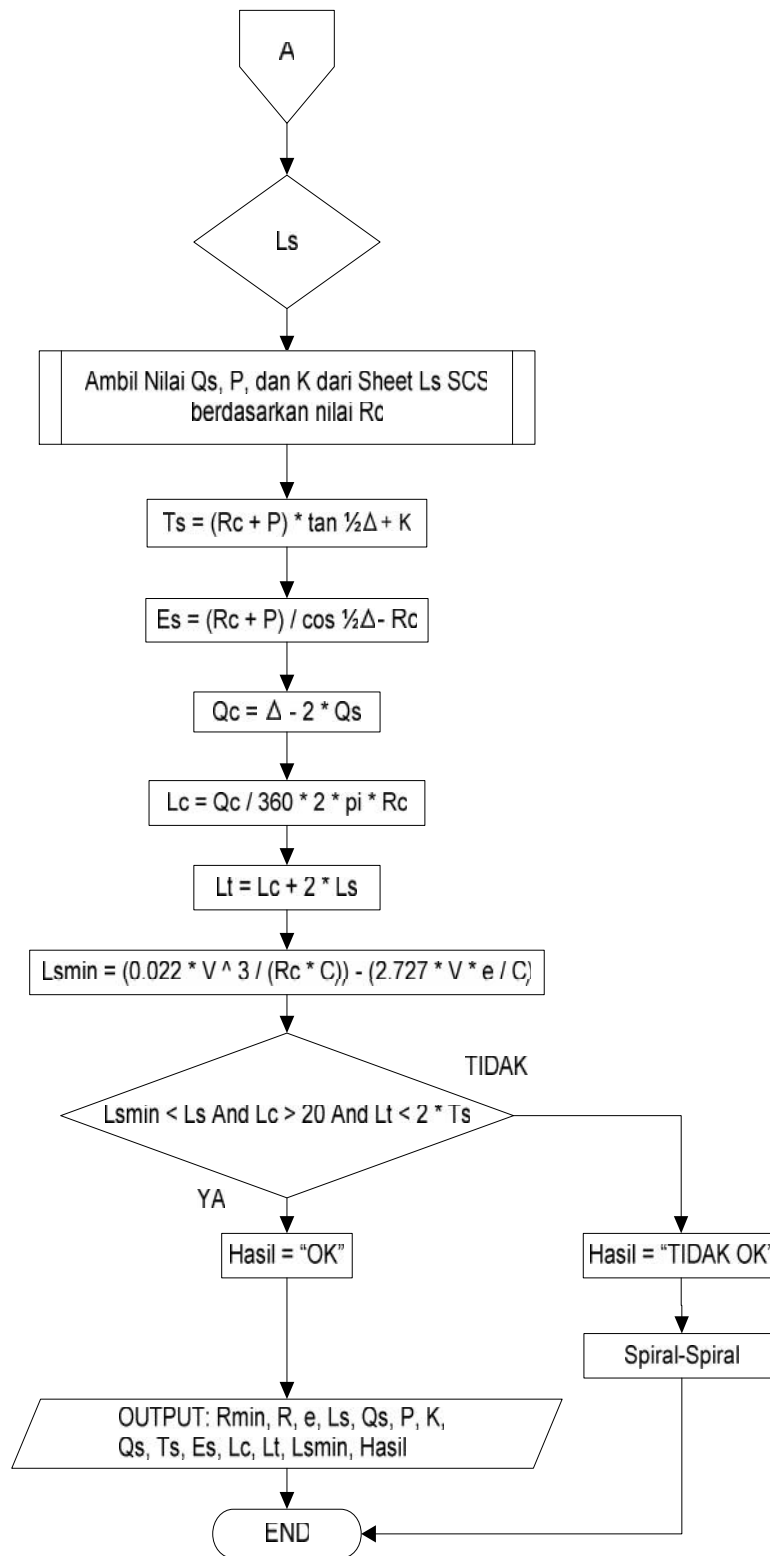
4.2.2 Bagan Alir Program full circle



Gambar 4.2 Bagan alir penyelesaian perhitungan full circle

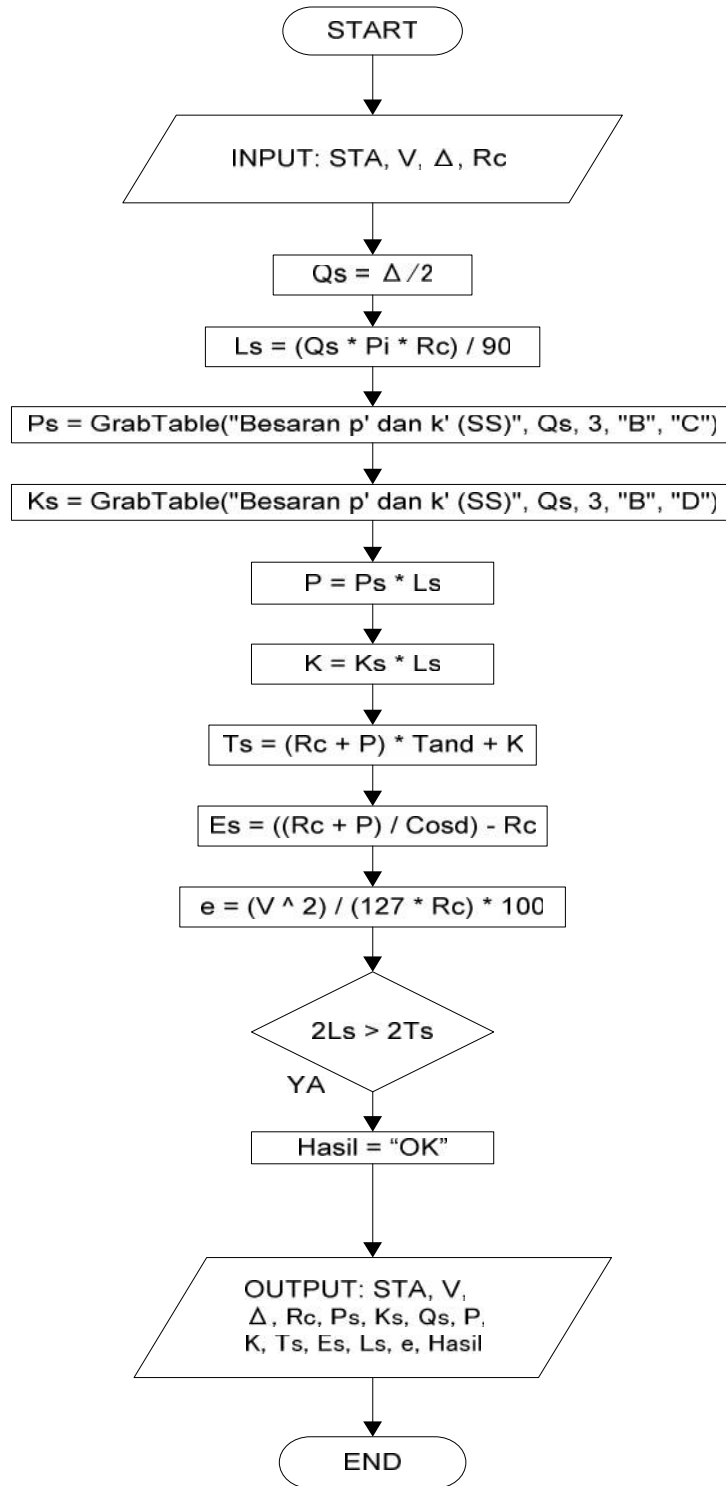
4.2.3 Bagan Alir Program Spiral Circle Spiral





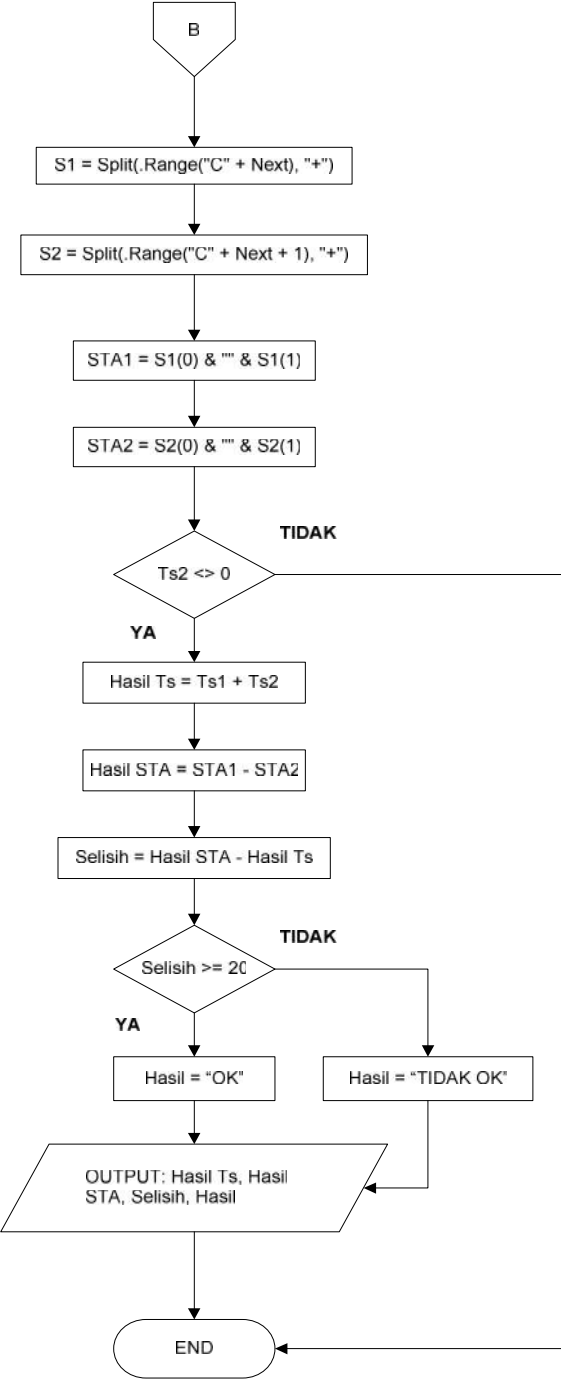
Gambar 4.3 Bagan alir penyelesaian perhitungan spiral circle spiral

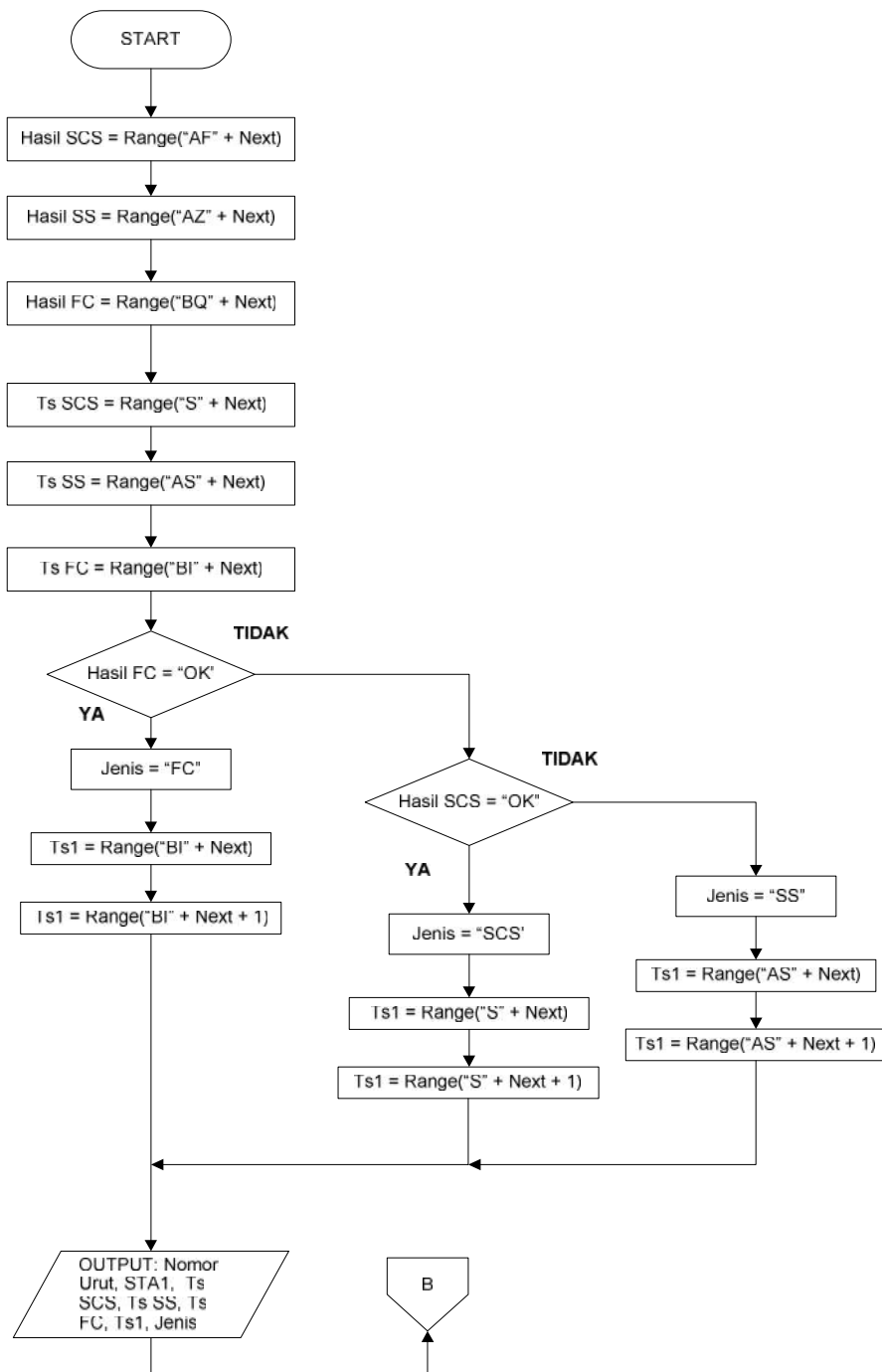
4.2.4 Bagan alir Program Spiral Spiral



Gambar 4.4 Bagan alir penyelesaian perhitungan spiral spiral

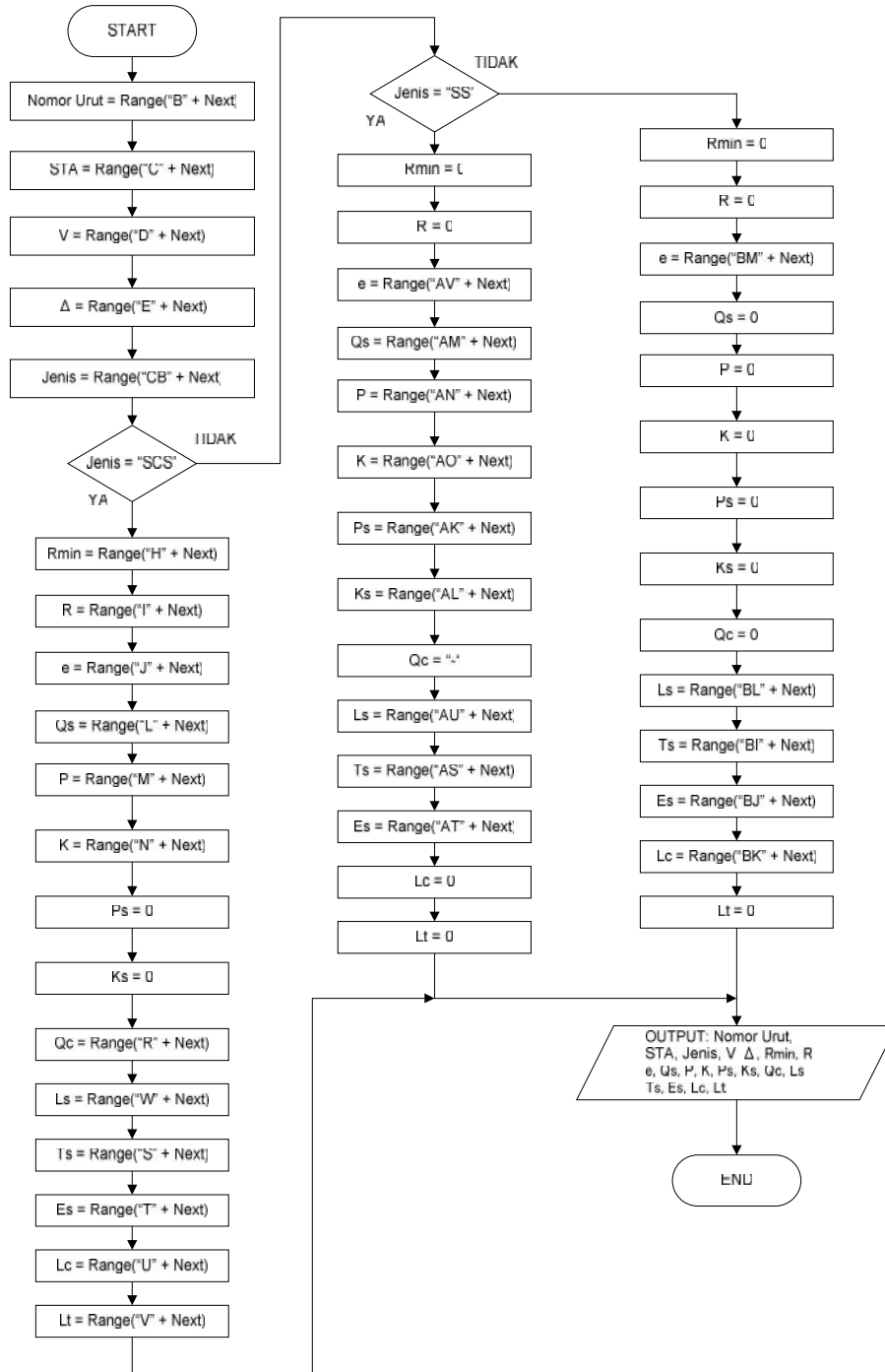
4.2.5 Bagan Alir Program TS control





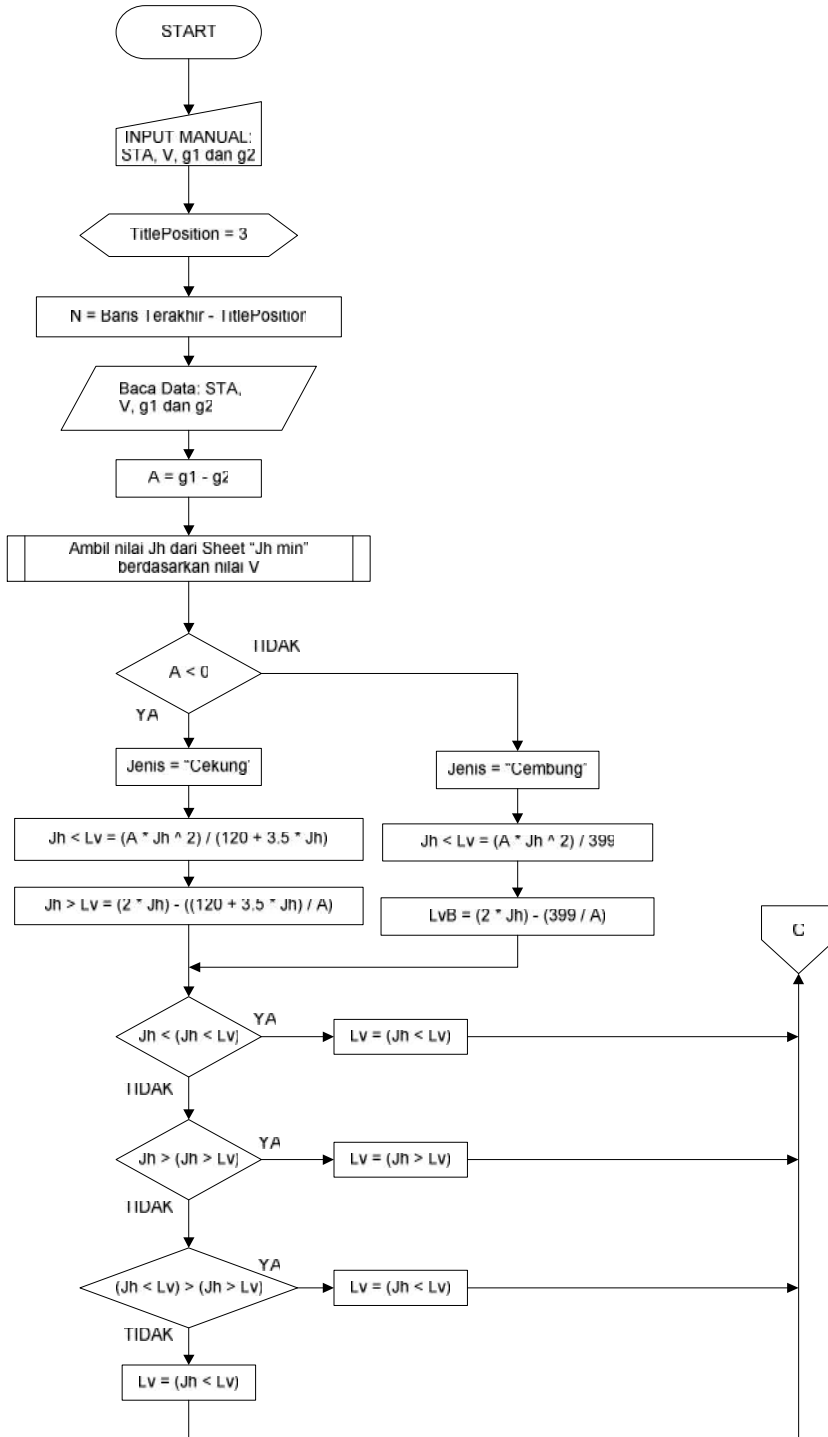
Gambar 4.5 Bagan alir penyelesaian perhitungan Ts Kontrol

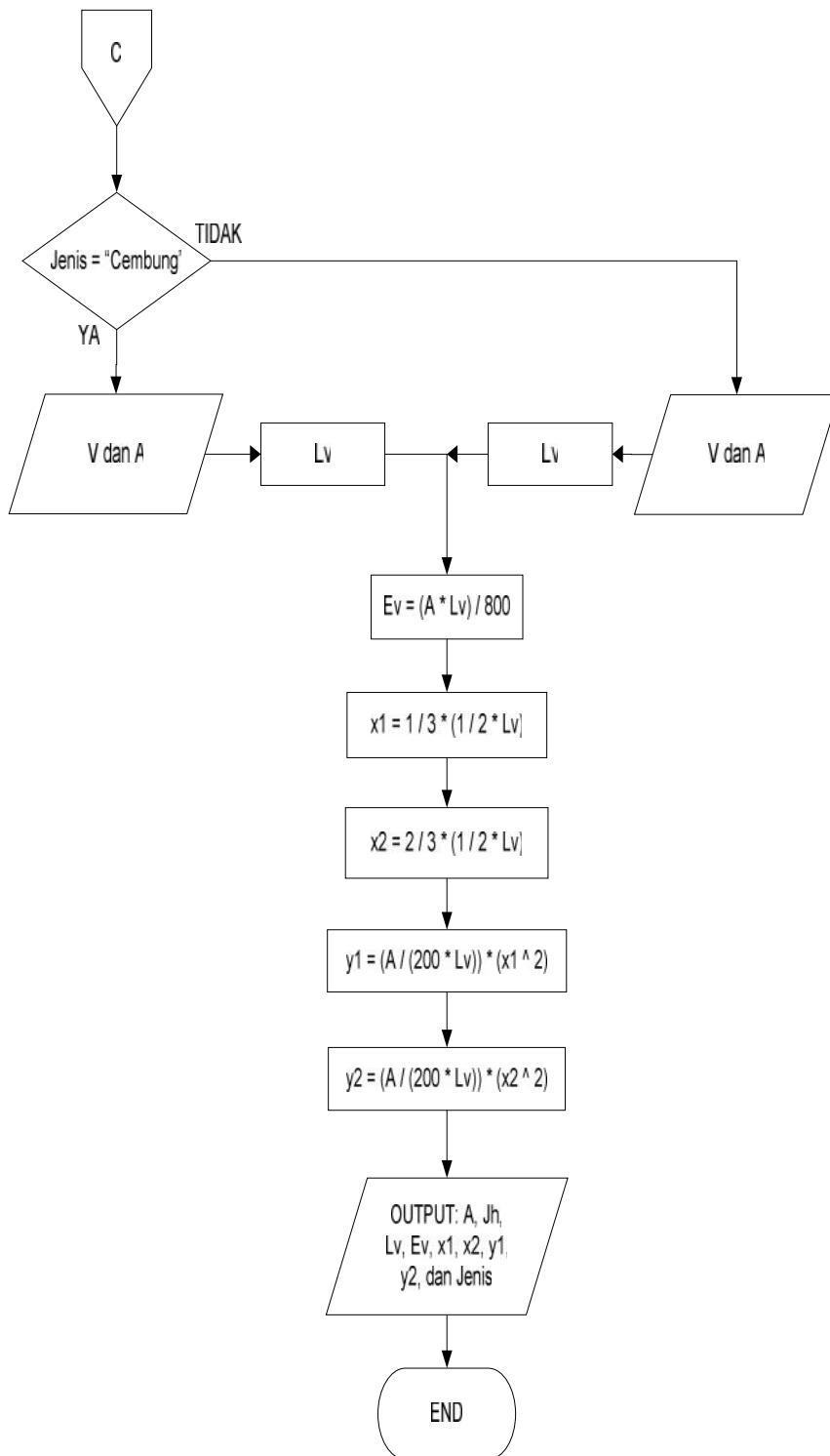
4.2.6 Bagan Alir Program fungsi print out alinyemen horizontal



Gambar 4.6 Bagan alir penyelesaian print out horizontal

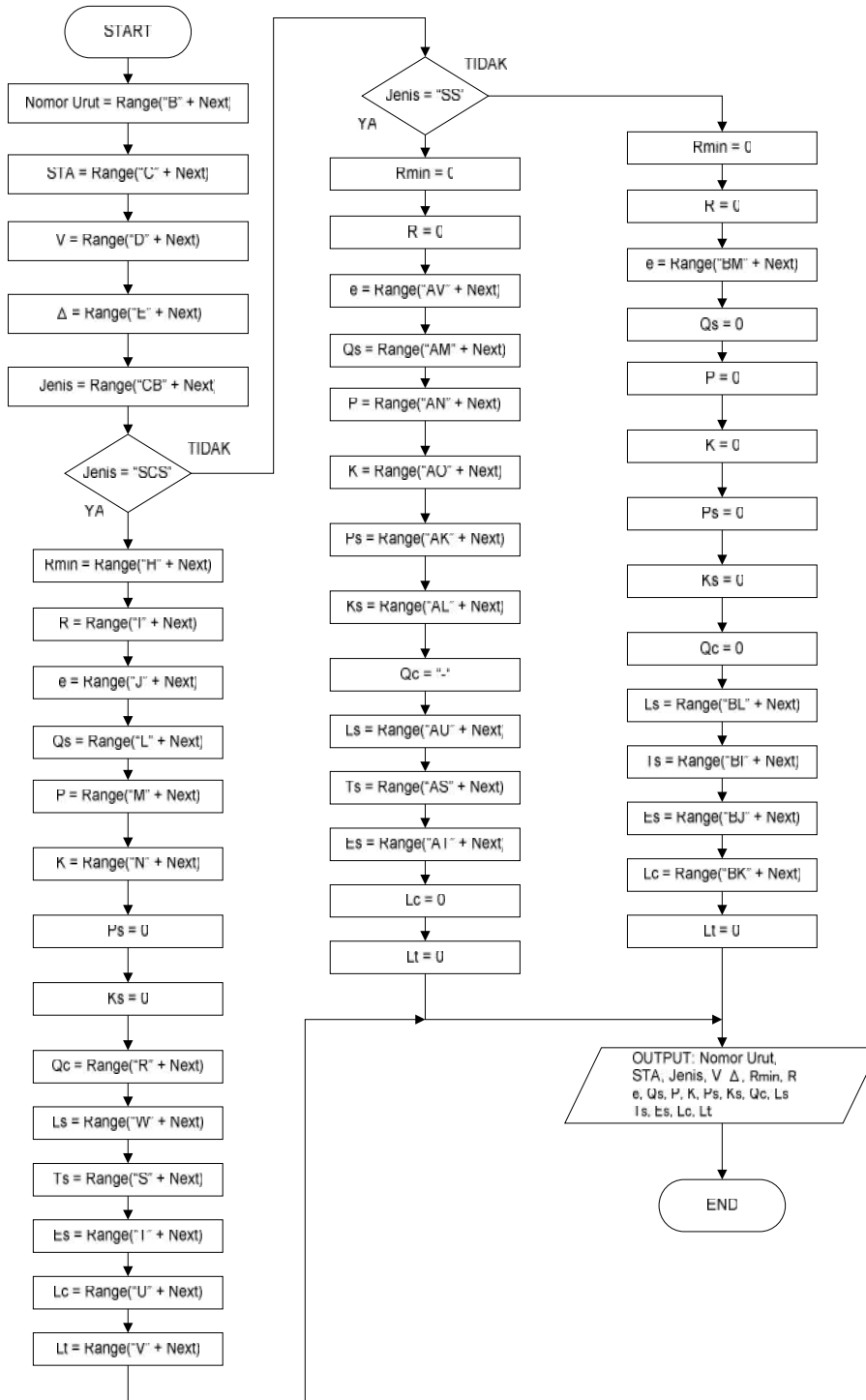
4.2.7 Bagan Alir Program alinyemen vertikal





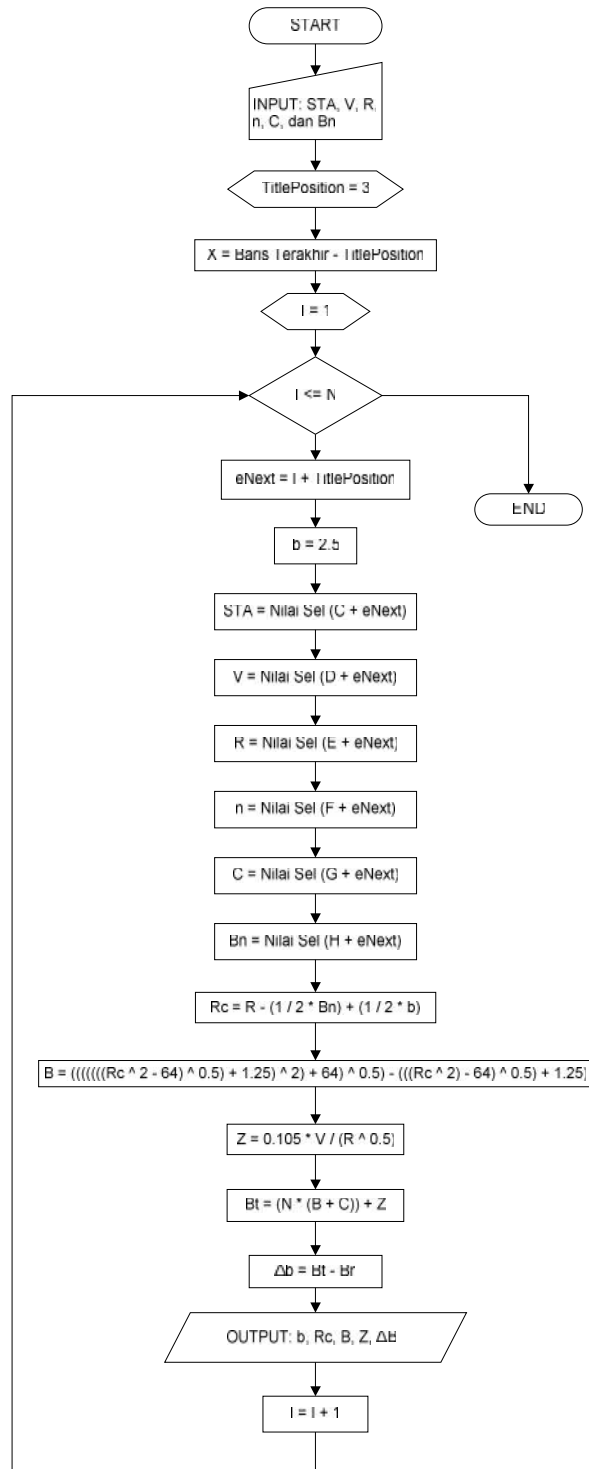
Gambar 4.7 Bagan alir penyelesaian perhitungan alinyemen vertical

4.2.8 Bagan Alir Program fungsi print out alinyemen vertikal



Gambar 4.8 Diagram alir print out alinyemen vertika

4.2.9 Diagram Alir Pembuatan program pelebaran tikungan



Gambar 4.9 Bagan alir penyelesaian program pelebaran tikungan

4.3 Arti Listing Program

4.3.1 Arti listing program perhitungan alinyemen horizontal

- Menetapkan posisi judul pada setiap kolom, ditetapkan posisi judul adalah pada baris 4, jadi data-data nantinya akan ditampilkan pada baris setelah baris ke 4.
- Buat variabel yang akan diperlukan:
 - Variabel I digunakan sebagai indeks dalam perulangan.
 - Variabel eNext digunakan untuk memanipulasi range pada setiap kolom.
 - Variabel N digunakan untuk mengetahui berapa jumlah data yang dimasukkan.
 1. Memanggil fungsi SCS dengan memasukkan parameter nilai eNext
 2. Memanggil fungsi SS dengan memasukkan parameter nilai eNext.
 3. Memanggil fungsi FC dengan memasukkan parameter nilai eNext.
 4. Memanggil fungsi Ts Control dengan memasukkan parameter nilai eNext.
 5. Memanggil fungsi Print Out Horizontal dengan memasukkan parameter eNext.
- Keluar dari perulangan

- Perintah untuk Alimyemen Horizontal selesai

4.3.2 Arti listing program perhitungan full circle

- Menerima parameter eNext sebagai indeks baris dari tabel
- Mendeklarasikan atau membuat variabel yang dibutuhkan: QoD, Delta, Rad, Ts, Lc, Hasil, TandH, TandQ, Es, R, e, dan V
- Menentukan konstanta T adalah sama dengan 3
- Mengambil variabel input dan memasukkannya ke dalam variabel berikut:
 1. Nilai dari variabel V diambil dari kolom D
 2. Nilai dari variabel Delta diambil dari kolom E
 3. Nilai dari variabel Rc diambil dari variabel G
- Mengisi variabel QoD dengan membagi empat nilai variabel Delta
- Mengisi variabel TandH (tangen dari $\frac{1}{2}$ sudut) dengan menggunakan rumus berikut: $TandH = \tan(\text{Phi} * (\text{Delta} / 2) / 180)$
- Mengisi variabel TandQ (tangen dari $\frac{1}{4}$ sudut) dengan menggunakan rumus berikut: $TandQ = \tan(\text{Phi} * \text{QoD} / 180)$
- Menghitung nilai Ts dengan menggunakan rumus berikut ini: $Ts = Rc * TandH$
- Menghitung nilai Es dengan menggunakan rumus berikut ini: $Es = Ts * TandQ$
- Menghitung nilai Lc dengan menggunakan rumus berikut ini: $Lc = \text{Phi} / 180 * \text{Delta} * Rc$
- Menghitung nilai Ls dengan menggunakan rumus berikut ini: $Ls = V / 3.6 * T$

- Menghitung nilai e dengan menggunakan rumus berikut ini: $e = ((V^2) / (127 * Rc)) * 100$
- Melakukan pengecekan kondisi, jika nilai $(Ls^2) / (24 * Rc)$ lebih kecil dari 0.25, maka hasilnya adalah OK
- Jika kondisi tersebut tidak terpenuhi maka hasilnya adalah TIDAK OK
- Keluar dari pengecekan kondisi
- Menampilkan data-data perhitungan:
 1. Nilai dari kolom BA diambil dari kolom B
 2. Nilai dari kolom BB diambil dari kolom C
 3. Nilai dari variabel Delta ditampilkan pada kolom BC
 4. Nilai dari variabel Rc ditampilkan pada kolom BD
 5. Nilai kolom BE adalah setengah dari sudut (Delta)
 6. Nilai dari variabel QoD ditampilkan pada kolom BF
 7. Nilai dari variabel TandH ditampilkan pada kolom BG
 8. Nilai dari variabel TandQ ditampilkan pada kolom BH
 9. Nilai dari variabel Ts ditampilkan pada kolom BI
 10. Nilai dari variabel Es ditampilkan pada kolom BJ
 11. Nilai dari variabel Lc ditampilkan pada kolom BK
 12. Nilai dari variabel Ls ditampilkan pada kolom BL
 13. Nilai dari variabel e ditampilkan pada kolom BM
 14. Nilai pada kolom BN didapatkan dari $(Lc^2) / (24 * Rc)$
 15. Nilai pada kolom BO adalah tanda "<"
 16. Nilai pada kolom BP adalah 0.25

17. Nilai Hasil (apakah OK atau TIDAK OK) ditampilkan pada kolom BQ

- Perhitungan alinyemen horizontal jenis FC selesai

4.3.3 Arti listing Program Spiral Circle Spiral

- Menerima parameter masukan eNext, eNext merupakan nilai indeks pada baris tabel
- Membuat variabel sebagai berikut: R, Ls, e, R, P, K, D (sudut), C, V (kecepatan), Hasil, Ts, Es, Lc, Lt, Qc, Rad (hasil konversi sudut ke radian), HoD (setengah dari sudut), Lsmin, Qs, Rmin, KoefGesek, X (jumlah data masukan), J (indeks untuk perulangan), dan jNext (indeks untuk baris pada sel)
- Menggunakan perintah With untuk mempersingkat penulisan kode dengan mencantumkan nama sheet “Alinyemen Horizontal”, jadi untuk sub objeknya tinggal diberikan tanda titik di depannya.
- Mengambil nilai masukan ke dalam variabel berikut:
 1. Variabel V (kecepatan), diisi dari sel pada kolom D baris indeks eNext
 2. Variabel D (sudut), diisi dari sel pada kolom E baris indeks eNext
 3. Variabel C, diisi dari sel pada kolom F baris indeks eNext
 4. Variabel Rc, diisi dari sel pada kolom G baris indeks eNext
- Mencari nilai koefisien gesek dengan menggunakan fungsi GrabTable dengan memasukkan parameter berikut ini:
 1. sName = “Koef. Gesek Melintang”, artinya nilai koefisien gesek akan dicari pada sheet “Koef. Gesek Melintang”.

2. Key = V, artinya mencari nilai koefisien gesek berdasarkan nilai V
 3. FirstPos = 3, artinya letak judul pada tabel dalam sheet “Koef. Gesek Melintang” ada pada baris ke 3
 4. InTarget = “C”, artinya posisi tempat pencarian nilai V ada pada kolom C
 5. OutTarget = “D”, artinya posisi tempat pengambilan nilai koefisien gesek ada pada kolom “D”
- Menghitung nilai Rmin setelah nilai KoefGesek didapatkan, dengan menggunakan rumus $Rmin = (V^2) / (127 * (0.1 + KoefGesek))$
 - Menggunakan perintah With untuk mempersingkat penulisan kode dengan mencantumkan nama sheet “R Constant (SCS)”, jadi untuk sub objeknya tinggal diberikan tanda titik di depannya.
 - 1) Mengisi variabel X dengan mencari berapa jumlah baris data pada sheet “R Constant (SCS)” pada kolom B
 - 2) Melakukan perulangan dengan nilai awal J = 1 sampai dengan nilai X secara hitungan naik (*ascending*) dengan melakukan perintah berikut:
 - Menentukan indeks baris (jNext) dengan menambahkan indeks (J) dengan angka 2 (posisi judul pada sheet tersebut adalah pada baris ke-2)
 - Melakukan pengecekan kondisi, jika nilai pada kolom B telah lebih besar dari Rmin, maka nilai R adalah nilai pada kolom B
 - Segera keluar dari perulangan walaupun nilai indeks J belum habis

- Jika tidak ada nilai pada kolom B yang lebih besar dari Rmin, maka nilai R adalah 0
- Akhiri pengecekan kondisi
- Akhiri perulangan
- Akhiri pencantuman sheet “R Constant (SS)” dengan end with
- Menggunakan perintah With untuk mempersingkat penulisan kode dengan mencantumkan nama sheet “R Ls min & superelevasi 10%”, jadi untuk sub objeknya tinggal diberikan tanda titik di depannya.
- Mengisi variabel X dengan mencari berapa jumlah baris data pada sheet “R Ls min & superelevasi 10%” pada kolom D
- Melakukan perulangan dari nilai awal J = 1 sampai dengan nilai X secara hitungan naik (*ascending*) dengan melakukan perintah berikut:
- Menentukan indeks baris (jNext) dengan menambahkan indeks (J) dengan angka 3 (posisi judul pada sheet tersebut adalah pada baris ke-3)
- Melakukan pengecekan kondisi, jika nilai pada kolom D sama dengan nilai V dan nilai pada kolom C sama dengan nilai R, maka nilai Ls adalah nilai pada kolom F dan nilai e adalah pada kolom E
- Segera keluar dari perulangan walaupun nilai indeks J belum habis
- Jika kedua kondisi tidak terpenuhi, maka nilai Ls dan e adalah 0
- Akhiri pengecekan kondisi
- Akhiri perulangan
- Akhiri pencantuman sheet “R Ls min & superelevasi 10%” dengan end with

- Lakukan pengecekan kondisi berdasarkan nilai L_s dengan menggunakan metode Select-Case, berikut kondisi yang harus terpenuhi:
 1. Jika nilai L_s sama dengan 30, maka:
 - Nilai Q_s diambil dari sheet “ L_s 30m SCS” pada kolom C berdasarkan nilai R_c pada kolom B
 - Nilai P diambil dari sheet “ L_s 30m SCS” pada kolom D berdasarkan nilai R_c pada kolom B
 - Nilai K diambil dari sheet “ L_s 30m SCS” pada kolom E berdasarkan nilai R_c pada kolom B
 2. Jika nilai L_s sama dengan 40, maka:
 - Nilai Q_s diambil dari sheet “ L_s 40m SCS” pada kolom C berdasarkan nilai R_c pada kolom B
 - Nilai P diambil dari sheet “ L_s 40m SCS” pada kolom D berdasarkan nilai R_c pada kolom B
 - Nilai K diambil dari sheet “ L_s 40m SCS” pada kolom E berdasarkan nilai R_c pada kolom B
 3. Jika nilai L_s sama dengan 50, maka:
 - Nilai Q_s diambil dari sheet “ L_s 50m SCS” pada kolom C berdasarkan nilai R_c pada kolom B
 - Nilai P diambil dari sheet “ L_s 50m SCS” pada kolom D berdasarkan nilai R_c pada kolom B
 - Nilai K diambil dari sheet “ L_s 50m SCS” pada kolom E berdasarkan nilai R_c pada kolom B

4. Jika nilai L_s sama dengan 60, maka:
 - Nilai Q_s diambil dari sheet “ L_s 60m SCS” pada kolom C berdasarkan nilai R_c pada kolom B
 - Nilai P diambil dari sheet “ L_s 60m SCS” pada kolom D berdasarkan nilai R_c pada kolom B
 - Nilai K diambil dari sheet “ L_s 60m SCS” pada kolom E berdasarkan nilai R_c pada kolom B
5. Jika nilai L_s sama dengan 70, maka:
 - Nilai Q_s diambil dari sheet “ L_s 70m SCS” pada kolom C berdasarkan nilai R_c pada kolom B
 - Nilai P diambil dari sheet “ L_s 70m SCS” pada kolom D berdasarkan nilai R_c pada kolom B
 - Nilai K diambil dari sheet “ L_s 70m SCS” pada kolom E berdasarkan nilai R_c pada kolom B
6. Jika nilai L_s sama dengan 80, maka:
 - Nilai Q_s diambil dari sheet “ L_s 80m SCS” pada kolom C berdasarkan nilai R_c pada kolom B
 - Nilai P diambil dari sheet “ L_s 80m SCS” pada kolom D berdasarkan nilai R_c pada kolom B
 - Nilai K diambil dari sheet “ L_s 80m SCS” pada kolom E berdasarkan nilai R_c pada kolom B
7. Jika nilai L_s sama dengan 90, maka:

- Nilai Qs diambil dari sheet “Ls 90m SCS” pada kolom C berdasarkan nilai Rc pada kolom B
 - Nilai P diambil dari sheet “Ls 90m SCS” pada kolom D berdasarkan nilai Rc pada kolom B
 - Nilai K diambil dari sheet “Ls 90m SCS” pada kolom E berdasarkan nilai Rc pada kolom B
8. Jika nilai Ls sama dengan 120, maka:
- Nilai Qs diambil dari sheet “Ls 120m SCS” pada kolom C berdasarkan nilai Rc pada kolom B
 - Nilai P diambil dari sheet “Ls 120m SCS” pada kolom D berdasarkan nilai Rc pada kolom B
 - Nilai K diambil dari sheet “Ls 120m SCS” pada kolom E berdasarkan nilai Rc pada kolom B
9. Jika nilai Ls sama dengan 140, maka:
- Nilai Qs diambil dari sheet “Ls 140m SCS” pada kolom C berdasarkan nilai Rc pada kolom B
 - Nilai P diambil dari sheet “Ls 140m SCS” pada kolom D berdasarkan nilai Rc pada kolom B
 - Nilai K diambil dari sheet “Ls 140m SCS” pada kolom E berdasarkan nilai Rc pada kolom B
10. Jika nilai Ls sama dengan 160, maka:
- Nilai Qs diambil dari sheet “Ls 160m SCS” pada kolom C berdasarkan nilai Rc pada kolom B

- Nilai P diambil dari sheet “Ls 160m SCS” pada kolom D berdasarkan nilai Rc pada kolom B
 - Nilai K diambil dari sheet “Ls 160m SCS” pada kolom E berdasarkan nilai Rc pada kolom B
- Akhiri pengecekan kondisi dengan End Select
 - Isi nilai variabel HoD dengan membagi 2 sudut (D)
 - Ubah nilai HoD ke dalam modus radian (secara default, program Macro Excel menggunakan modus radian dalam perhitungan trigonometri), dengan menggunakan rumus: $\text{Rad} = \text{Phi} * \text{HoD} / 180$
 - Menghitung nilai Ts dengan menggunakan rumus: $Ts = (\text{Rc} + \text{P}) * \text{Tan}(\text{Rad}) + \text{K}$
 - Menghitung nilai Es dengan menggunakan rumus: $Es = (\text{Rc} + \text{P}) / \text{Cos}(\text{Rad}) - \text{Rc}$
 - Menghitung nilai Qc dengan menggunakan rumus: $Qc = D - 2 * Qs$
 - Menghitung nilai Lc dengan menggunakan rumus: $Lc = Qc / 360 * 2 * \text{Phi} * \text{Rc}$
 - Menghitung nilai Lt dengan menggunakan rumus: $Lt = Lc + 2 * Ls$
 - Menghitung nilai Lsmin dengan menggunakan rumus: $Lsmin = (0.022 * V^3 / (\text{Rc} * C)) - (2.727 * V * e / C)$
 - Melakukan pengecekan kondisi, jika nilai Lsmin lebih kecil dari Ls dan nilai Lc lebih besar dari 20 dan nilai Lt lebih kecil dari 2 kali Ts, maka hasil dari perhitungan tersebut adalah OK

- Jika tidak ada satupun dari kondisi tersebut yang terpenuhi, maka hasilnya adalah TIDAK OK
- Akhiri pengecekan kondisi
- Menampilkan data-data hasil perhitungan sebagai berikut:
- Nilai dari variabel Rmin ditampilkan pada kolom H
- Nilai dari variabel R ditampilkan pada kolom I
- Nilai dari variabel e ditampilkan pada kolom J
- Nilai dari variabel Ls ditampilkan pada kolom K
- Nilai dari variabel Qs ditampilkan pada kolom L
- Nilai dari variabel p ditampilkan pada kolom M
- Nilai dari variabel k ditampilkan pada kolom N
- Nilai dari $\frac{1}{2}\Delta$ ditampilkan pada kolom O
- Nilai dari $\cos \frac{1}{2}\Delta$ ditampilkan pada kolom P
- Nilai dari $\tan \frac{1}{2}\Delta$ ditampilkan pada kolom Q
- Nilai dari variabel Qc ditampilkan pada kolom R
- Nilai dari variabel Ts ditampilkan pada kolom S
- Nilai dari variabel Es ditampilkan pada kolom T
- Nilai dari variabel Lc ditampilkan pada kolom U
- Nilai dari variabel Lt ditampilkan pada kolom V
- Nilai dari variabel Lsmin ditampilkan pada kolom W
- Tanda “<” ditampilkan pada kolom X

- Nilai dari variabel Ls ditampilkan pada kolom Y
- Nilai dari variabel Lc ditampilkan pada kolom Z
- Tanda “>” ditampilkan pada kolom AA
- Nilai 20 ditampilkan pada kolom AB
- Nilai dari variabel Lt ditampilkan pada kolom AC
- Tanda “<” ditampilkan pada kolom AD
- Nilai dari 2Ts ditampilkan pada kolom AE
- Nilai dari variabel Hasil ditampilkan pada kolom AF (OK atau TIDAK OK)
- Proses perhitungan alinyemen horizontal jenis SCS selesai

4.3.4 Arti listing Program Spiral Spiral

- Menerima parameter eNext sebagai indeks dari baris pada tabel
- Membuat atau mendeklarasikan variabel: Delta, Ls, Qs, Ps, Ks, P, K, Ts, Es, e, V, Tand, Cosd, Rc, dan Hasil
- Menggunakan perintah with untuk mempersingkat penulisan kode dengan mencantumkan sheet “Alinyemen Horizontal”, jadi sub objeknya tinggal diberikan tanda titik didepannya
- Memberikan nilai input ke variabel:
 - V, diambil dari kolom D
 - Delta, diambil dari kolom E
 - Rc, diambil dari kolom G
- Menghitung Qs dengan membagi dua Delta (sudut)

- Mengisi variabel Tand dengan rumus berikut: $Tand = \tan(\text{Phi} * Qs / 180)$, untuk mengambil nilai tan dari ½ sudut.
- Mengisi variabel Cosd dengan rumus berikut: $\cos(\text{Phi} * Qs / 180)$, untuk mengambil nilai cos dari ½ sudut.
- Menghitung nilai dengan menggunakan rumus berikut: $Ls = (Qs * \text{Phi} * Rc) / 90$
- Mengambil nilai p' (Ps) dari sheet “Besaran p' dan k' (SS)” pada kolom C berdasarkan nilai Qs pada kolom B dengan menggunakan fungsi GrabTable
- Mengambil nilai k' (Ks) dari sheet “Besaran p' dan k' (SS)” pada kolom D berdasarkan nilai Qs pada kolom B dengan menggunakan fungsi GrabTable
- Menghitung nilai P dengan mengalikan Ps dengan Ls
- Menghitung nilai P dengan mengalikan Ks dengan Ls
- Menghitung nilai Ts dengan menggunakan rumus berikut: $Ts = (Rc + P) * Tand + K$
- Menghitung nilai Es dengan menggunakan rumus berikut: $Es = ((Rc + P) / \cosd) - Rc$
- Menghitung nilai e dengan menggunakan rumus berikut: $e = (V^2) / (127 * Rc) * 100$
- Melakukan pengecekan kondisi, jika nilai 2 kali Ls lebih kecil dari nilai 2 kali Ts, maka hasilnya adalah OK
- Jika kondisi tersebut tidak terpenuhi, maka hasilnya adalah TIDAK OK
- Keluar dari pengecekan kondisi

- Menampilkan data-data perhitungan:
 - Nilai pada pada kolom AG diambil dari kolom B (nomor urut)
 - Nilai pada kolom AH diambil dari kolom C (STA)
 - Nilai variabel Delta ditampilkan pada kolom AI
 - Nilai variabel Rc ditampilkan pada kolom AJ
 - Nilai dari variabel Ps ditampilkan pada kolom AK
 - Nilai dari variabel Ks ditampilkan pada kolom AL
 - Nilai dari variabel Qs ditampilkan pada kolom AM
 - Nilai dari variabel P ditampilkan pada kolom AN
 - Nilai dari variabel K ditampilkan pada kolom AO
 - Nilai pada kolom AP adalah hasil bagi dua dari sudut
 - Nilai dari variabel Cosd ditampilkan pada kolom AQ
 - Nilai dari variabel Tand ditampilkan pada kolom AR
 - Nilai dari variabel Ts ditampilkan pada kolom AS
 - Nilai dari variabel Es ditampilkan pada kolom AT
 - Nilai dari variabel Ls ditampilkan pada kolom AU
 - Nilai dari variabel e ditampilkan pada kolom AV
 - Nilai pada kolom AW adalah 2 kali dari Ls
 - Nilai pada kolom AX adalah tanda “<”
 - Nilai pada kolom AY adalah 2 kali dari Ts
 - Nilai dari variabel Hasil ditampilkan pada kolom AZ (OK atau TIDAK OK)

- End with (keluar dari pencantuman)
- Perhitungan alinyemen horizontal jenis SS selesai

4.3.5 Arti listing program Program TS control

- Menerima parameter nilai eNext sebagai indeks dari baris
- Mendeklarasikan atau membuat variabel: S1, S2, SCSresult, Ssresult, FCresult, Jenis, Ts1, Selisih, STA, SCSval, SSval, FCval, Ts2, STA1, STA2, HasilTs, HasilSTA, dan Hasil
- Mengambil hasil dari masing-masing kontrol:
 - Hasil SCS diambil dari kolom AF, apakah OK atau TIDAK OK
 - Hasil SS diambil dari kolom AZ, apakah OK atau TIDAK OK
 - Hasil FC diambil dari kolom BQ, apakah OK atau TIDAK OK
- Mengambil nilai Ts dari masing-masing kontrol:
 - Nilai Ts SCS diambil dari kolom S
 - Nilai Ts SS diambil dari kolom AS
 - Nilai Ts FC diambil dari kolom BI
- Menentukan jenis kontrol, nilai Ts yang diambil (Ts1) dan nilai Ts yang telah dimajukan 1 indeks (Ts2) berdasarkan kondisi berikut:
 - Jika hasil FC adalah OK, maka:
 - ✓ Jenisnya adalah FC
 - ✓ Nilai Ts1 diambil dari kolom BI
 - ✓ Nilai Ts2 diambil dari kolom BI yang dimajukan 1 indeks
 - Jika hasil FC adalah tidak OK, maka:

- ✓ Cek hasil SCS, apakah OK atau TIDAK OK, jika hasilnya OK, maka:
 - Jenisnya adalah SCS
 - Nilai Ts1 diambil dari kolom S
 - Nilai Ts2 diambil dari kolom S yang dimajukan 1 indeks
- Jika hasil SCS adalah TIDAK OK, maka:
 - Jenisnya adalah SS
 - Nilai Ts1 diambil dari kolom AS
 - Nilai Ts2 diambil dari kolom AS yang dimajukan 1 indeks
- Keluar dari pengecekan kondisi
- Menampilkan data:
 - a. Nilai dari kolom B ditampilkan pada kolom BR (nomor urut)
 - b. Nilai dari kolom C ditampilkan pada kolom BS (STA)
 - c. Nilai Ts SCS ditampilkan pada kolom BT
 - d. Nilai Ts SS ditampilkan pada kolom BU
 - e. Nilai Ts FC ditampilkan pada kolom BV
 - f. Nilai Ts yang dipilih ditampilkan pada kolom BW
 - g. Jenis kontrol yang digunakan (apakah SCS, SS atau FC) ditampilkan pada kolom CB
 - h. Mengubah STA menjadi suatu nilai dengan menghilangkan tanda “+”, dengan cara:

- i. Variabel S1 menghilangkan tanda “+” pada STA, sehingga STA tersebut terbagi dua dalam bentuk tipe data array/larik
 - j. Variabel S2 menghilangkan tanda “+” pada STA yang dimajukan 1 indeks tersebut menjadi dua dalam bentuk tipe data array/larik
 - k. Nilai STA1 diambil dari variabel S1 indeks 0 digabungkan dengan variabel S1 indeks 1
 - l. Nilai STA2 diambil dari variabel S2 indeks 0 digabungkan dengan variabel S2 indeks 1
- Melakukan pengecekan kondisi, apakah nilai $Ts2 = 0$ atau nilai $Ts2 \neq 0$, jika nilai $Ts2 \neq 0$, maka:
 - Menghitung hasil Ts dengan menjumlahkan $Ts1$ dengan $Ts2$
 - Menghitung hasil STA dengan mengurangkan $STA2$ dengan $STA1$
 - Menghitung selisih dengan mengurangkan hasil STA dengan hasil Ts
 - Melakukan pengecekan kondisi apakah nilai selisih ≤ 20 atau tidak, jika nilai selisih ≤ 20 , maka hasil yang didapatkan adalah OK, jika tidak maka hasil yang didapatkan adalah TIDAK OK
 - Menampilkan hasil-hasil berikut:
 - Hasil Ts ditampilkan pada kolom BX yang dimajukan 1 indeks
 - Hasil STA ditampilkan pada kolom BY yang dimajukan 1 indeks
 - Selisih ditampilkan pada kolom BZ yang dimajukan 1 indeks

- Hasil yang didapatkan (apakah OK atau TIDAK OK) ditampilkan pada kolom CA yang dimajukan 1 indeks
- Perhitungan Ts Control selesai.

4.3.6 Arti listing Program fungsi print out alinyemen horizontal

- Menerima parameter eNext sebagai indeks baris pada tabel
- Mengabaikan jika terjadi kesalahan (Error)
- Mendeklarasikan atau membuat variabel yang dibutuhkan: No, STA, V, Delta, pNext, Rmin, R, e, Qs, JenisDim P, K, Ps, Ks, Qc, Ls, Ts, Es, Lc, dan Lt
- Memberikan nilai pada pNext dengan mengurangi eNext dengan 2. pNext ini nantinya akan digunakan sebagai indeks baris pada sheet “Print Out Horizontal” dan diketahui letak judul pada sheet tersebut adalah 2.
- Memberikan nilai pada variabel masukan berikut ini:
 - a. Nilai dari variabel No diambil dari kolom B
 - b. Nilai dari variabel STA diambil dari kolom C
 - c. Nilai dari variabel V diambil dari kolom D
 - d. Nilai dari variabel Delta diambil dari kolom E
- Melakukan pengecekan kondisi sebagai berikut:
 Jika Jenis = “SCS”, maka:
 - Nilai dari variabel Rmin diambil dari kolom H
 - Nilai dari variabel R diambil dari kolom I
 - Nilai dari variabel e diambil dari kolom J

- Nilai dari variabel Qs diambil dari kolom L
- Nilai dari variabel P diambil dari kolom M
- Nilai dari variabel K diambil dari kolom N
- Nilai dari variabel Ps adalah 0
- Nilai dari variabel Ks adalah 0
- Nilai dari variabel Qc diambil dari kolom R
- Nilai dari variabel Ls diambil dari kolom W
- Nilai dari variabel Ts diambil dari kolom S
- Nilai dari variabel Es diambil dari kolom T
- Nilai dari variabel Lc diambil dari kolom U
- Nilai dari variabel Lt diambil dari kolom V

Jika Jenis = “SS”, maka:

- Nilai dari variabel Rmin adalah 0
- Nilai dari variabel R adalah 0
- Nilai dari variabel e diambil dari kolom AV
- Nilai dari variabel Qs diambil dari kolom AM
- Nilai dari variabel P diambil dari kolom AN
- Nilai dari variabel K diambil dari kolom AO
- Nilai dari variabel Ps diambil dari kolom AK
- Nilai dari variabel Ks diambil dari kolom AL
- Nilai dari variabel Qc adalah 0
- Nilai dari variabel Ls diambil dari kolom AU
- Nilai dari variabel Ts diambil dari kolom AS

- Nilai dari variabel Es diambil dari kolom AT
- Nilai dari variabel Lc adalah 0
- Nilai dari variabel Lt adalah 0

Jika selain itu, maka:

- Nilai dari variabel Rmin adalah 0
 - Nilai dari variabel R adalah 0
 - Nilai dari variabel e diambil dari kolom BM
 - Nilai dari variabel Qs adalah 0
 - Nilai dari variabel P adalah 0
 - Nilai dari variabel K adalah 0
 - Nilai dari variabel Ps adalah 0
 - Nilai dari variabel Ks adalah 0
 - Nilai dari variabel Qc adalah 0
 - Nilai dari variabel Ls diambil dari kolom BL
 - Nilai dari variabel Ts diambil dari kolom BI
 - Nilai dari variabel Es diambil dari kolom BJ
 - Nilai dari variabel Lc diambil dari kolom BK
 - Nilai dari variabel Lt adalah 0
- Akhiri pengecekan kondisi
 - Menampilkan data-data yang perlu ditampilkan:
 - Nilai dari variabel No akan ditampilkan pada B
 - Nilai dari variabel STA akan ditampilkan pada C

- Nilai dari variabel Jenis akan ditampilkan pada kolom D
- Nilai dari variabel V akan ditampilkan pada kolom E
- Nilai dari variabel Delta akan ditampilkan pada kolom F
- Nilai dari variabel Rmin akan ditampilkan pada kolom G
- Nilai dari variabel R akan ditampilkan pada kolom H
- Nilai dari variabel e akan *ditampilkan* pada kolom I
- Nilai dari variabel Qs akan ditampilkan pada kolom J
- Nilai dari variabel P akan ditampilkan pada kolom K
- Nilai dari variabel K akan ditampilkan pada kolom L
- Nilai dari variabel Ps akan ditampilkan pada kolom M
- Nilai dari variabel Ks akan ditampilkan pada kolom N
- Nilai dari variabel Qc akan ditampilkan pada kolom O
- Nilai dari variabel Ls akan ditampilkan pada kolom P
- Nilai dari variabel Ts akan ditampilkan pada kolom Q
- Nilai dari variabel Es akan ditampilkan pada kolom R
- Nilai dari variabel Lc akan ditampilkan pada kolom S
- Nilai dari variabel Lt akan ditampilkan pada kolom T

- Print Out Horizontal Selesai

4.3.7 Arti Listing Program alinyemen vertikal

- Menetapkan posisi judul pada setiap kolom, ditetapkan posisi judul adalah pada baris 3, jadi data-data nantinya akan ditampilkan pada baris setelah baris ke 3

- Buat variable yang akan diperlukan
 - a. Variable I digunakan sebagai indeks dalam perulangan,
 - b. Variable eNext digunakan untuk memanipulasi range pada setiap kolom, jika misalnya kolom yang akan dimanipulasi adalah kolom C, maka sel-selnya akan diisi sebanyak indeks perulangan, contoh hasilnya: C1, C2, C3, C4 dst,
 - c. Variable N digunakan untuk mengetahui berapa jumlah data yang dimasukkan,
 - d. Variable X digunakan untuk membuat dengan tipe data bilangan bulat.

- Mengisi variable N dengan mencari baris terakhir setelah sel B3 kemudian dikurangkan dengan letak posisi judul (TitlePosition), jika baris yang dimasukkan data adalah 8 dan posisi judul adalah 3, maka nilai $N = 8 - 3 = 5$. Jadi nilai N adalah 5

- Melakukan perulangan dari nilai awal $I = 1$ sampai dengan nilai N secara hitungan naik (*ascending*) dengan melakukan perintah berikut:

- Memberikan nilai ke variable eNext, yaitu $eNext = I + TitlePosition$. Misalnya $N = 5$ dan $TitlePosition = 4$, maka $eNext = I + 4$ (Nilai I akan naik dari 1 sampai dengan 5), jadi nilai eNext secara berurutan akan menjadi 5,6,7,8, dan 9. Nilai eNext ini akan ditambahkan dibelakang nama kolom menjadi suatu sel. Misalnya kita gunakan kolom C, maka sel-sel itu akan menjadi C5, C6, C7, C8 dan C9.

- Membuat variable sebagai berikut : STA, V, g_1 , g_2 , A, Jenis, Lvs, Lvb, Lv, Ev, X₁, X₂, Y₁, Y₂, dan Jh
- Mengambil nilai masukan ke dalam variable berikut:
 - ✓ Variable STA (stationing), diisi dari sel pada kolom C baris indeks eNext
 - ✓ Variable V (kecepatan), diisi dari sel pada kolom D baris indeks eNext
 - ✓ Variable g_1 , diisi dari sel pada kolom E baris indeks eNext
 - ✓ Variable g_2 , diisi dari sel pada kolom F baris indeks eNext
- Menghitung nilai A (perbedaan kelandaian) setelah mendapatkan nilai g_1 dan g_2 , dengan menggunakan rumus $A=|g_1-g_2|$
- Mencari nilai koefisien gesek dengan menggunakan fungsi GrabTable dengan memasukkan parameter berikut ini:
 - “Jh min”, artinya nilai Jh min akan dicari pada sheet “Jh min”.
 - V, artinya mencari nilai koefisien gesek berdasarkan nilai V
 - 2, artinya letak judul pada tabel dalam sheet “Jh min” ada pada baris ke 2
 - “B”, artinya posisi tempat pencarian nilai V ada pada kolom B
 - “C”, artinya posisi tempat pengambilan nilai koefisien gesek ada pada kolom “C”

- Melakukan pengecekan jenis lengkung yang akan dihitung, jika nilai $A < 0$ maka jenis lengkung adalah cekung tetapi jika merupakan kebalikannya maka jenis lengkung adalah cembung.

a. Untuk jenis cekung digunakan rumus Cekung

$$J_h < L_v \quad \text{maka, } L_v = \frac{A \cdot J^2}{120 + 3,5J}$$

$$J_h > L_v \quad \text{maka, } L_v = 2J \cdot \frac{120 + 3,5J}{A}$$

b. Cembung

$$J_h < L_v \quad \text{maka, } L_v = \frac{A \cdot J^2}{399}$$

$$J_h > L_v \quad \text{maka, } L_v = 2J \cdot \frac{399}{A}$$

- Nilai L_v yang nantinya memenuhi akan digunakan dalam mencari nilai E_v
- Pada setiap lengkung untuk mendapatkan nilai L_v dicari berdasarkan kecepatan dan nilai A (perbedaan landai), untuk cembung dibuat batasan yaitu

:

- Jika $V=30$ km/jam dan $A = 10$, maka nilai L_v diambil 14,1 m
- Jika $V=40$ km/jam dan $A = 7.5$, maka nilai L_v diambil 26.8 m
- Jika $V=50$ km/jam dan $A = 5$, maka nilai L_v diambil 30.2 m
- Jika $V=60$ km/jam dan $A = 3.5$, maka nilai L_v diambil 36 m
- Jika $V=80$ km/jam dan $A = 2.1$, maka nilai L_v diambil 50 m
- Jika $V=100$ km/jam dan $A = 1.4$, maka nilai L_v diambil 65 m
- Jika $V=120$ km/jam dan $A = 0.93$, maka nilai L_v diambil 71 m

Untuk cekung dibuat batasan yaitu :

- a. Jika $V=30$ km/jam dan $A = -5.5$, maka nilai L_v diambil 15 m
 - b. Jika $V=40$ km/jam dan $A = -4.5$, maka nilai L_v diambil 22.22 m
 - c. Jika $V=50$ km/jam dan $A = -3.7$, maka nilai L_v diambil 25.5 m
 - d. Jika $V=60$ km/jam dan $A = -3.4$, maka nilai L_v diambil 37.5 m
 - e. Jika $V=80$ km/jam dan $A = -2.75$, maka nilai L_v diambil 43.64 m
 - f. Jika $V=100$ km/jam dan $A = -2.6$, maka nilai L_v diambil 68.27 m
 - g. Jika $V=120$ km/jam dan $A = -2.35$, maka nilai L_v diambil 76.6 m
- Menghitung nilai E_v dengan rumus

$$E_v = \frac{A \cdot L_v}{800}$$

- Mengambil nilai X_1 dan X_2 dengan asumsi nilai X_1 adalah $1/3$ dari nilai $1/2 L_v$ dan X_2 adalah $2/3$ dari nilai $1/2 L_v$.
- Menghitung nilai Y_1 dan Y_2 dengan rumus :

$$Y_1 = \frac{A}{200 \cdot L_v} \cdot X_1^2$$

$$Y_2 = \frac{A}{200 \cdot L_v} \cdot X_2^2$$

- Menampilkan data-data hasil perhitungan sebagai berikut:
 - Nilai dari variable A ditampilkan pada kolom G
 - Nilai dari variable J_h ditampilkan pada kolom H
 - Nilai dari variable $L_v S$ ditampilkan pada kolom I
 - Nilai dari variable $L_v B$ ditampilkan pada kolom J
 - Nilai dari variable L_v ditampilkan pada kolom K

- Nilai dari variable E_v ditampilkan pada kolom L
 - Nilai dari variable X_1 ditampilkan pada kolom M
 - Nilai dari variable X_2 ditampilkan pada kolom N
 - Nilai dari variable Y_1 ditampilkan pada kolom O
 - Nilai dari variable Y_2 ditampilkan pada kolom P
 - Nilai dari variable Jenis ditampilkan pada kolom Q
- Menampilkan printout vertikal.
 - Keluar dari pengulangan
 - Proses perhitungan alinyemen vertikal selesai

4.3.8 Arti listing Program fungsi print out alinyemen vertikal

- Fungsi Print Out Vertikal menerima parameter eNext sebagai indeks baris pada tabel.
- Deklarasikan variabel yang dibutuhkan untuk perulangan halaman (kita akan menampilkan tiap masukan ditampilkan tepat pada selembar kertas)
 - a. Variabel rowNext dengan tipe data bilangan bulat (Integer) merupakan indeks letak sel pada sheet Print Out Vertikal
 - b. Variabel TitlePosition dengan tipe data bilangan bulat (Integer) merupakan posisi awal sel pada setiap lembar di sheet Print Out Vertikal
 - c. Variabel rowStep digunakan untuk menentukan jumlah baris dalam satu halaman.
 - d. Variabel STA dengan tipe data string untuk menyimpan data STA

- e. Variabel Vr dengan tipe data bilangan bulat untuk menyimpan data kecepatan
 - f. Variabel g1 dengan tipe data bilangan pecahan (Double) untuk menyimpan nilai dari g1
 - g. Variabel g2 dengan tipe data bilangan pecahan untuk menyimpan nilai g2
 - h. Variabel Lv dengan tipe data bilangan pecahan untuk menyimpan nilai Lv.
 - i. Variabel A dengan tipe data bilangan pecahan untuk menyimpan nilai A.
 - j. Variabel Jenis dengan tipe data string digunakan untuk menyimpan data jenis lengkungan.
 - k. Variabel Ev dengan tipe data bilangan pecahan digunakan untuk menyimpan nilai dari Ev.
 - l. Variabel Inp dengan tipe data bilangan pecahan digunakan untuk menyimpan nilai I (nilai input yang diasumsikan).
 - m. Variabel tempLoop dengan tipe data bilangan bulat digunakan sebagai indeks baru untuk baris-baris pada sheet Print Out Vertikal
- Berikan nilai 48 pada variabel rowStep, dengan melihat dari jumlah baris pada sheet Print Out Vertikal yang telah diubah ke Page Layout (layout per halaman).

- Berikan nilai 0 pada variabel titlePosition karena kita akan menampilkan data mulai dari baris paling atas.
- Gunakan perintah with untuk menghemat penulisan kode. Dengan menuliskan Sheets(“Alinyemen Vertikal”), maka perintah berikutnya yang akan menggunakannya tinggal menambahkan tanda titik didepannya tanpa mengetikkan lagi perintah depannya. Jadi wilayah perintah sekarang mengacu ke sheet Alinyemen Vertikal.
- Ambil data-data berikut dari sheet Alinyemen Vertikal:
 - Nilai STA pada kolom C
 - Nilai Vr pada kolom D
 - Nilai g1 pada kolom E
 - Nilai g2 pada kolom F
 - Nilai Ev pada kolom M
 - Nilai Lv pada kolom L
 - Nilai A pada kolom H
 - Jenis lengkungan pada kolom R
 - Nilai Inp yang diasumsikan pada kolom G
- Akhiri penggunaan with untuk Sheets(“Alinyemen Vertikal”).
- Tentukan nilai-nilai titik X dengan rumus berikut:
 - $X0 = 0$
 - $X1 = 1/6 * Lv$
 - $X2 = 2/6 * Lv$

- $X_3 = 3/6 * L_v$
 - $X_4 = 4/6 * L_v$
 - $X_5 = 5/6 * L_v$
 - $X_6 = 6/6 * L_v$
- Sesuaikan nilai A untuk masing-masing jenis lengkungan, hal ini akan mempengaruhi arah garis lengkung (y') pada grafik, dengan menggunakan pengecekan kondisi berikut ini:
 - Jika nilai A lebih besar dari 0 (nilai A positif dan jenisnya cekung), maka ubah nilai A menjadi negatif dengan mengalikan nilai A dengan -1. Hal ini dilakukan untuk menyesuaikan bentuk garis lengkung cekung pada grafik.
 - Jika tidak (nilai A negatif dan jenisnya cekung), maka ubah nilai A menjadi positif dengan memberikan nilai mutlak pada A. Hal ini dilakukan untuk menyesuaikan bentuk garis lengkung cembung pada grafik.
 - Tentukan nilai-nilai Y dengan rumus berikut:
 - $Y_0 = 0$
 - $Y_1 = A / (200 * L_v) * (X_1 ^ 2)$
 - $Y_2 = A / (200 * L_v) * (X_2 ^ 2)$
 - $Y_3 = A / (200 * L_v) * (X_3 ^ 2)$
 - $Y_4 = A / (200 * L_v) * (X_4 ^ 2)$
 - $Y_5 = A / (200 * L_v) * (X_5 ^ 2)$

- $Y6 = A / (200 * Lv) * (X6 ^ 2)$

- Tentukan nilai-nilai titik Y yang akan digunakan untuk menampilkan garis patah pada grafik, dengan rumus berikut:

- Titik Y0 (variabel y0a) = $Inp - ((g1 / 100) * (1 / 2) * Lv)$

- Titik Y1 (variabel y1a) = $Inp - ((g1 / 100) * (2 / 3) * ((1 / 2) * Lv))$

- Titik Y2 (variabel y2a) = $Inp - ((g1 / 100) * (1 / 3) * ((1 / 2) * Lv))$

- Titik Y3 (variabel y3a) = Inp

- Titik Y4 (variabel y4a) = $Inp - ((g1 / 100) * (1 / 3) * ((1 / 2) * Lv))$

- Titik Y5 (variabel y5a) = $Inp - ((g1 / 100) * (2 / 3) * ((1 / 2) * Lv))$

- Titik Y6 (variabel y6a) = $Inp - ((g2 / 100) * (1 / 2) * Lv)$

- Tentukan nilai-nilai titik Y' yang akan digunakan untuk menampilkan garis lengkung pada grafik, dengan rumus berikut:

- Titik Y0' = titik Y0 (variabel y0a)

- Titik Y1' = titik Y0 (variabel y0a) + $((g1 / 100) * x1) + y1$

- Titik Y2' = titik Y0 (variabel y0a) + $((g1 / 100) * x2) + y2$

- Titik Y3' = titik Y0 (variabel y0a) + $((g1 / 100) * x3) + y3$

- Titik Y4' = titik Y0 (variabel y0a) + $((g1 / 100) * x4) + y4$

- Titik Y5' = titik Y0 (variabel y0a) + $((g1 / 100) * x5) + y5$

- Titik Y6' = titik Y0 (variabel y0a) + $((g1 / 100) * x6) + y6$

- Gunakan perintah with untuk menghemat penulisan kode. Dengan menuliskan Sheets("Print Out Vertikal"), maka perintah berikutnya yang akan menggunakannya tinggal menambahkan tanda titik didepannya tanpa

mengetikkan lagi perintah depannya. Jadi wilayah perintah sekarang mengacu ke sheet Print Out Vertikal.

- Select maksudnya saat macro Alinyemen Vertikal dijalankan, tampilan akan segera berpindah ke sheet Print Out Vertikal.
- Ubah indeks baris untuk sheet Print Out Vertikal dengan mengurangi eNext dengan 3. eNext merupakan indeks baris yang diterima dari sheet Alinyemen Vertikal. Angka 3 berarti posisi judul dari sheet Alinyemen Vertikal.
- Menentukan indeks lompatan sel (rowNext) untuk sheet Print Out Vertikal dengan melakukan pengecekan kondisi terhadap variabel tempLoop:
- Jika nilai tempLoop sama dengan 1 (Hal ini hanya dilakukan untuk menggeser data-data ke atas karena jika tidak dilakukan, maka akan terlihat kekosongan pada baris-baris lembar 1), maka:
$$\text{rowNext} = \text{tempLoop} + \text{titlePosition}$$
, artinya saat nilai indeks baris pada lembar 1 sama dengan 1, maka nilai indeksnya adalah tempLoop + dengan posisi pertama data (titlePosition).
- Jika nilai tempLoop sudah lebih dari 1, maka:
$$\text{rowNext} = \text{tempLoop} * \text{rowStep} - (\text{rowStep} - 1) + \text{TitlePosition}$$
, artinya nilai indeks baris selanjutnya adalah mengalikan tempLoop dengan rowStep dan + dengan posisi pertama (titlePosition) untuk lembar berikutnya. Jadi pada indeks atau lembar selanjutnya, letak-letak data pada sel akan melompat sebanyak 1 lembar (48 baris).

- Tampilkan nilai-nilai berikut pada sheet Print Out Vertikal sebagai lampiran keterangan:
 - Kata “Data” ditampilkan pada kolom B baris indeks.
 - Nilai STA ditampilkan pada kolom B baris indeks + 1.
 - Nilai Vr ditampilkan pada kolom B baris indeks + 2
 - Nilai g1 ditampilkan pada kolom B baris indeks + 3.
 - Nilai g2 ditampilkan pada kolom B baris indeks + 4.
 - Nilai Lv ditampilkan pada kolom D baris indeks + 1.
 - Nilai A ditampilkan pada kolom D baris indeks + 2.
 - Jenis lengkungan ditampilkan pada kolom D baris indeks + 3.
- Buat tabel bantu untuk digunakan sebagai data source untuk grafik:
 - Pada kolom B
 - ✓ Pada kolom B baris indeks + 6 tampilkan label x.
 - ✓ Pada kolom B baris indeks + 7 tampilkan label y.
 - ✓ Pada kolom B baris indeks + 8 tampilkan label y’.
 - Pada kolom C
 - ✓ Pada kolom C baris indeks + 5 tampilkan angka 0.
 - ✓ Pada kolom C baris indeks + 6 tampilkan nilai titik x0.
 - ✓ Pada kolom C baris indeks + 7 tampilkan nilai titik y0.
 - ✓ Pada kolom C baris indeks + 8 tampilkan nilai titik y0’.
 - Pada kolom D
 - ✓ Pada kolom D baris indeks + 5 tampilkan angka 1.

- ✓ Pada kolom D baris indeks + 6 tampilkan nilai titik x1.
- ✓ Pada kolom D baris indeks + 7 tampilkan nilai titik y1.
- ✓ Pada kolom D baris indeks + 8 tampilkan nilai titik y1'.
- Pada kolom E
 - ✓ Pada kolom E baris indeks + 5 tampilkan angka 2.
 - ✓ Pada kolom E baris indeks + 6 tampilkan nilai titik x2.
 - ✓ Pada kolom E baris indeks + 7 tampilkan nilai titik y2.
 - ✓ Pada kolom E baris indeks + 8 tampilkan nilai titik y2'.
- Pada kolom F
 - ✓ Pada kolom F baris indeks + 5 tampilkan angka 3.
 - ✓ Pada kolom F baris indeks + 6 tampilkan nilai titik x3.
 - ✓ Pada kolom F baris indeks + 7 tampilkan nilai titik y3.
 - ✓ Pada kolom F baris indeks + 8 tampilkan nilai titik y3'.
- Pada kolom G
 - ✓ Pada kolom G baris indeks + 5 tampilkan angka 4.
 - ✓ Pada kolom G baris indeks + 6 tampilkan nilai titik x4.
 - ✓ Pada kolom G baris indeks + 7 tampilkan nilai titik y4.
 - ✓ Pada kolom G baris indeks + 8 tampilkan nilai titik y4'.
- Pada kolom H
 - ✓ Pada kolom H baris indeks + 5 tampilkan angka 5.
 - ✓ Pada kolom H baris indeks + 6 tampilkan nilai titik x5.
 - ✓ Pada kolom H baris indeks + 7 tampilkan nilai titik y5.
 - ✓ Pada kolom h baris indeks + 8 tampilkan nilai titik y5'.

- Pada kolom I
 - ✓ Pada kolom I baris indeks + 5 tampilkan angka 6.
 - ✓ Pada kolom I baris indeks + 6 tampilkan nilai titik x6.
 - ✓ Pada kolom I baris indeks + 7 tampilkan nilai titik y6.
 - ✓ Pada kolom I baris indeks + 8 tampilkan nilai titik y6'.
- Buat grafik (Chart) Alinyemen Vertikal
 - Saat menyisipkan grafik secara manual dan menentukan data sourcena, tentu kita memblok range sel yang akan dijadikan data source. Namun di sini, kita memblok terlebih dahulu sel yang akan dijadikan data source grafik. Blok semua data pada range (C indeks + 6 : I indeks + 6). Jadi kita menentukan data source dari grafik itu dari kolom C baris indeks + 6 sampai dengan kolom I baris indeks + 6. Hanya baris indeks + 6 yang diblok karena nantinya akan ada perintah selanjutnya yang untuk memilih baris indeks 7 dan 8 (hanya 1 baris yang terblok).
 - Menambahkan objek chart ke sheet Print Out Vertikal dari range sel yang diblok (select) tadi.
 - Pilih tipe chart menjadi xLYScatterLinesNoMarkers. Tipe chart ini menampilkan grafik garis dan setiap hubungan titik akan dibuat lembut atau daerah patahan tidak begitu ditonjolkan.
 - Deklarasikan data untuk grafik garis lengkung (y') :
 - ✓ Titik Y diambil dari range kolom C baris indeks + 8 sampai dengan kolom I baris indeks + 8.

- ✓ Titik X (series) diambil dari range kolom C baris indeks + 6 sampai dengan kolom I baris indeks + 6.
- Deklarasikan data untuk grafik garis patah (y), karena akan ditambahkan satu lagi garis pada grafik, maka perlu dibuat suatu objek series baru. Setelah membuat objek series baru, maka objek series tersebut sudah dapat diisi datanya:
 - ✓ Titik Y diambil dari range kolom C baris indeks + 7 sampai dengan kolom I baris indeks + 7.
 - ✓ Titik X diambil dari range kolom C baris indeks + 6 sampai dengan kolom I baris indeks + 6.
- Tentukan letak chart atau grafik pada sheet:
 - ✓ Gunakan perintah `.Parent.Top` untuk menentukan posisi chart dari atas. Posisi grafik diletakkan pada kolom B baris indeks + 10.
 - ✓ Gunakan perintah `.Parent.Left` untuk menentukan posisi chart dari samping kiri. Posisi grafik dari samping kiri tentukan saja selurus dengan sel B2.
- Lakukan pembersihan grafik dengan tidak menampilkan beberapa komponennya:
 - ✓ Jangan menampilkan legenda grafik dengan mengubah `HasLegend` menjadi `false`.
 - ✓ Jangan menampilkan grid dengan mengubah `HasMajorGridlines` menjadi `false`.

- ✓ Jangan menampilkan sumbu X dengan mengubah HasAxis(1) menjadi false.
- ✓ Jangan menampilkan sumbu Y dengan mengubah HasAxis(2) menjadi false.
- Menampilkan nilai-nilai X beserta garisnya dengan menggunakan objek Shape Line
 - Untuk garis X1
 - ✓ Label X1 ditampilkan pada kolom B baris indeks + 26.
 - ✓ Nilai X1 ditampilkan pada kolom C baris indeks + 26.
 - ✓ Suatu garis terdiri dari dua titik yang dihubungkan, anggaplah garis yang akan dihubungkan adalah titik A dan titik B. Jadi posisi titik A dan titik B harus ditentukan terlebih dahulu kemudian dihubungkan. Diusahakan titik A selurus dengan titik X0 pada grafik dan titik B selurus dengan titik X1 pada grafik.
 - ✓ Posisi titik A dari samping kiri diletakkan pada kolom B baris indeks + 27. Posisinya dari samping kiri ditambahkan dengan 10 (simpan sebagai variabel l1).
 - ✓ Posisi titik A dari atas diletakkan pada kolom B baris indeks + 27 (simpan sebagai variabel l2).
 - ✓ Posisi titik B dari samping kiri diletakkan pada kolom D baris indeks + 27. Posisinya dari samping kiri dikurangkan dengan 2 (simpan sebagai variabel r1).

- ✓ Posisi titik B dari atas diletakkan pada kolom D baris indeks + 27 (simpan sebagai variabel r2).
 - ✓ Hubungkan antara titik A dan B dengan perintah `.Shapes.AddLine` dengan memasukkan empat parameter koordinat yaitu l1, l2, r1, dan r2.
 - ✓ Berikan warna untuk garis tersebut agar lebih jelas. Kode warna yang digunakan adalah deret RGB. Kode warna RGB untuk warna merah adalah 255,0,0.
- Untuk garis X2
- ✓ Label X2 ditampilkan pada kolom C baris indeks + 28.
 - ✓ Nilai X2 ditampilkan pada kolom D baris indeks + 28.
 - ✓ Suatu garis terdiri dari dua titik yang dihubungkan, anggaplah garis yang akan dihubungkan adalah titik A dan titik B. Jadi posisi titik A dan titik B harus ditentukan terlebih dahulu kemudian dihubungkan. Diusahakan titik A selurus dengan titik X0 pada grafik dan titik B selurus dengan titik X2 pada grafik.
 - ✓ Posisi titik A dari samping kiri diletakkan pada kolom B baris indeks + 29. Posisinya dari samping kiri ditambahkan dengan 10 (simpan sebagai variabel l1).
 - ✓ Posisi titik A dari atas diletakkan pada kolom B baris indeks + 29 (simpan sebagai variabel l2).

- ✓ Posisi titik B dari samping kiri diletakkan pada kolom E baris indeks + 29. Posisinya dari samping kiri ditambahkan dengan 20 (simpan sebagai variabel r1).
 - ✓ Posisi titik B dari atas diletakkan pada kolom E baris indeks + 29 (simpan sebagai variabel r2).
 - ✓ Hubungkan antara titik A dan B dengan perintah `.Shapes.AddLine` dengan memasukkan empat parameter koordinat yaitu l1, l2, r1, dan r2.
 - ✓ Berikan warna untuk garis tersebut agar lebih jelas. Kode warna yang digunakan adalah deret RGB. Kode warna RGB untuk warna merah adalah 255,0,0.
- Untuk garis X3
- ✓ Label X3 ditampilkan pada kolom D baris indeks + 30.
 - ✓ Nilai X3 ditampilkan pada kolom E baris indeks + 30.
 - ✓ Suatu garis terdiri dari dua titik yang dihubungkan, anggaplah garis yang akan dihubungkan adalah titik A dan titik B. Jadi posisi titik A dan titik B harus ditentukan terlebih dahulu kemudian dihubungkan. Diusahakan titik A selurus dengan titik X0 pada grafik dan titik B selurus dengan titik X3 pada grafik.
 - ✓ Posisi titik A dari samping kiri diletakkan pada kolom B baris indeks + 31. Posisinya dari samping kiri ditambahkan dengan 10 (simpan sebagai variabel l1).

- ✓ Posisi titik A dari atas diletakkan pada kolom B baris indeks + 31 (simpan sebagai variabel l2).
 - ✓ Posisi titik B dari samping kiri diletakkan pada kolom G baris indeks + 31. Posisinya dari samping kiri dikurangkan dengan 2 (simpan sebagai variabel r1).
 - ✓ Posisi titik B dari atas diletakkan pada kolom G baris indeks + 31 (simpan sebagai variabel r2).
 - ✓ Hubungkan antara titik A dan B dengan perintah `.Shapes.AddLine` dengan memasukkan empat parameter koordinat yaitu l1, l2, r1, dan r2.
 - ✓ Berikan warna untuk garis tersebut agar lebih jelas. Kode warna yang digunakan adalah deret RGB. Kode warna RGB untuk warna merah adalah 255,0,0.
- Untuk garis X4
- ✓ Label X4 ditampilkan pada kolom D baris indeks + 32.
 - ✓ Nilai X4 ditampilkan pada kolom E baris indeks + 32.
 - ✓ Suatu garis terdiri dari dua titik yang dihubungkan, anggaplah garis yang akan dihubungkan adalah titik A dan titik B. Jadi posisi titik A dan titik B harus ditentukan terlebih dahulu kemudian dihubungkan. Diusahakan titik A selurus dengan titik X0 pada grafik dan titik B selurus dengan titik X4 pada grafik.

- ✓ Posisi titik A dari samping kiri diletakkan pada kolom B baris indeks + 33. Posisinya dari samping kiri ditambahkan dengan 10 (simpan sebagai variabel l1).
 - ✓ Posisi titik A dari atas diletakkan pada kolom B baris indeks + 33 (simpan sebagai variabel l2).
 - ✓ Posisi titik B dari samping kiri diletakkan pada kolom H baris indeks + 33 (simpan sebagai variabel r1).
 - ✓ Posisi titik B dari atas diletakkan pada kolom H baris indeks + 33 (simpan sebagai variabel r2).
 - ✓ Hubungkan antara titik A dan B dengan perintah `.Shapes.AddLine` dengan memasukkan empat parameter koordinat yaitu l1, l2, r1, dan r2.
 - ✓ Berikan warna untuk garis tersebut agar lebih jelas. Kode warna yang digunakan adalah deret RGB. Kode warna RGB untuk warna merah adalah 255,0,0.
- Untuk garis X5
- ✓ Label X5 ditampilkan pada kolom E baris indeks + 34.
 - ✓ Nilai X5 ditampilkan pada kolom F baris indeks + 34.
 - ✓ Suatu garis terdiri dari dua titik yang dihubungkan, anggaplah garis yang akan dihubungkan adalah titik A dan titik B. Jadi posisi titik A dan titik B harus ditentukan terlebih dahulu kemudian dihubungkan. Diusahakan titik A selurus dengan titik X0 pada grafik dan titik B selurus dengan titik X5 pada grafik.

- ✓ Posisi titik A dari samping kiri diletakkan pada kolom B baris indeks + 35. Posisinya dari samping kiri ditambahkan dengan 10 (simpan sebagai variabel l1).
 - ✓ Posisi titik A dari atas diletakkan pada kolom B baris indeks + 35 (simpan sebagai variabel l2).
 - ✓ Posisi titik B dari samping kiri diletakkan pada kolom I baris indeks + 35. Posisinya dari samping kiri ditambahkan dengan 10 (simpan sebagai variabel r1).
 - ✓ Posisi titik B dari atas diletakkan pada kolom I baris indeks + 35 (simpan sebagai variabel r2).
 - ✓ Hubungkan antara titik A dan B dengan perintah `.Shapes.AddLine` dengan memasukkan empat parameter koordinat yaitu l1, l2, r1, dan r2.
 - ✓ Berikan warna untuk garis tersebut agar lebih jelas. Kode warna yang digunakan adalah deret RGB. Kode warna RGB untuk warna merah adalah 255,0,0.
- Untuk garis X6
- ✓ Label X6 ditampilkan pada kolom F baris indeks + 36.
 - ✓ Nilai X6 ditampilkan pada kolom G baris indeks + 36.
 - ✓ Suatu garis terdiri dari dua titik yang dihubungkan, anggaplah garis yang akan dihubungkan adalah titik A dan titik B. Jadi posisi titik A dan titik B harus ditentukan terlebih dahulu kemudian

dihubungkan. Diusahakan titik A selurus dengan titik X0 pada grafik dan titik B selurus dengan titik X6 pada grafik.

- ✓ Posisi titik A dari samping kiri diletakkan pada kolom B baris indeks + 37. Posisinya dari samping kiri ditambahkan dengan 10 (simpan sebagai variabel l1).
- ✓ Posisi titik A dari atas diletakkan pada kolom B baris indeks + 37 (simpan sebagai variabel l2).
- ✓ Posisi titik B dari samping kiri diletakkan pada kolom K baris indeks + 37. Posisinya dari samping kiri dikurangkan dengan 20 (simpan sebagai variabel r1).
- ✓ Posisi titik B dari atas diletakkan pada kolom K baris indeks + 37 (simpan sebagai variabel r2).
- ✓ Hubungkan antara titik A dan B dengan perintah `.Shapes.AddLine` dengan memasukkan empat parameter koordinat yaitu l1, l2, r1, dan r2.
- ✓ Berikan warna untuk garis tersebut agar lebih jelas. Kode warna yang digunakan adalah deret RGB. Kode warna RGB untuk warna merah adalah 255,0,0.

- Proses Print Out Vertikal selesai.

4.3.9 Arti listing Pembuatan program pelebaran tikungan

- Menetapkan posisi judul pada setiap kolom, ditetapkan posisi judul adalah pada baris 3, jadi data-data nantinya akan ditampilkan pada baris setelah baris ke 3
- Buat variable yang akan diperlukan
 - Variable I digunakan sebagai indeks dalam perulangan,
 - Variable eNext digunakan untuk memanipulasi range pada setiap kolom, jika misalnya kolom yang akan dimanipulasi adalah kolom C, maka sel-selnya akan diisi sebanyak indeks perulangan, contoh hasilnya: C1, C2, C3, C4 dst,
 - Variable X digunakan untuk membuat dengan tipe data bilangan bulat.
- Mengisi variable X dengan mencari baris terakhir setelah sel B2 kemudian dikurangkan dengan letak posisi judul (TitlePosition), jika baris yang dimasukkan data adalah 7 dan posisi judul adalah 2, maka nilai $N = 7 - 2 = 5$. Jadi nilai N adalah 5
- Melakukan perulangan dari nilai awal $I = 1$ sampai dengan nilai X secara hitungan naik (*ascending*) dengan melakukan perintah berikut :
 - a. Memberikan nilai ke variabel eNext, yaitu $eNext = I + TitlePosition$. Misalnya $N = 5$ dan $TitlePosition = 4$, maka $eNext = I + 4$ (Nilai I akan naik dari 1 sampai dengan 5), jadi nilai eNext secara berurutan akan menjadi 5,6,7,8, dan 9. Nilai eNext ini akan ditambahkan dibelakang nama kolom menjadi

suatu sel. Misalnya kita gunakan kolom C, maka sel-sel itu akan menjadi C5, C6, C7, C8 dan C9.

b. Membuat variable sebagai berikut : V, R, N, Bn, STA, C, Rc, Z, Bt, B, dan B

c. Mengambil nilai masukan ke dalam variable berikut:

✓ Variable STA (stationing), diisi dari sel pada kolom C baris indeks eNext

✓ Variable V (kecepatan), diisi dari sel pada kolom D baris indeks eNext

✓ Variable R, diisi dari sel pada kolom E baris indeks eNext

✓ Variable N, diisi dari sel pada kolom F baris indeks eNext

✓ Variable C, diisi dari sel pada kolom G baris indeks eNext

✓ Variable Bn, diisi dari sel pada kolom H baris indeks eNext

- Menghitung nilai Rc dengan rumus : $Rc = R - \frac{1}{2}Bn + \frac{1}{2}b$

- Menghitung nilai B dengan rumus :

$$B = \sqrt{(\sqrt{Rc^2 - 64 + 1.25})^2 + 64} - \sqrt{Rc^2 - 64 + 1.25}$$

- Menghitung nilai Z dengan rumus : $Z = \frac{0.105.V}{\sqrt{R}}$

- Menghitung nilai Bt dengan rumus : $Bt = (N \cdot (N + C)) + Z$

- Menghitung nilai B dengan rumus : $\Delta B = Bt - Bn$

- Menampilkan data-data hasil perhitungan sebagai berikut:

- Nilai dari variable b ditampilkan pada kolom I
 - Nilai dari variable Rc ditampilkan pada kolom J
 - Nilai dari variable B ditampilkan pada kolom K
 - Nilai dari variable Z ditampilkan pada kolom L
 - Nilai dari variable Bt ditampilkan pada kolom M
 - Nilai dari variable B ditampilkan pada kolom N
- Keluar dari pengulangan.
 - Proses perhitungan pelebaran tikungan selesai

4.4 Manual perhitungan

Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang fokus pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan pada arus lalu lintas. Perencanaan geometrik jalan bertujuan untuk menghasilkan infrastruktur yang aman, efisien, dan memaksimalkan dalam tingkat penggunaan atau biaya pelaksanaan. Ruang, bentuk, dan ukuran jalan dikatakan baik, jika dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan.

4.4.1 Penentuan Kelas Jalan

- Data Lalu Lintas

Data perencanaan ruas Jalan Samarinda - Sanga Sanga pada STA 6+000 – STA 11+000 sebagai berikut :

1. Perencanaan jalan tahun 2014
2. Pelaksanaan pekerjaan jalan 1 tahun (n=1) 2014 s/d 2015

3. Waktu jalan dibuka tahun 2015
4. Umur rencana jalan (UR) = 20 tahun
5. Rata – rata pertumbuhan jumlah kendaraan per tahun (i) =6,9
% (dari data pertumbuhan lalu –lintas Kota Samarinda halaman 96)
6. Faktor pengali dalam satuan mobil penumpang:
 - Sepeda motor = 0,5
 - Mobil penumpang = 1,0
 - Truk ringan (berat kotor 5 ton) = 2,0
 - Truk sedang (berat kotor 5-10 ton) = 2,5
 - Truk berat (berat kotor > 10 ton) = 3,0
 - Bus = 3,0
 - Kendaraan tak bermotor = 7,0
7. Data lalu lintas tahun 2014 pada ruas Jalan Samarinda- Sanga Sanga pada STA 6+000 – STA 11+000 sebagai berikut :
 - Sepeda motor = 28.302 kendaraan/hari
 - Mobil penumpang = 4.926 kendaraan/hari
 - Bus 8 Ton (3+5) = 135 kendaraan/hari

4.4.2. Menghitung Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) Awal Umur Rencana Tahun 2015

$$\text{Rumus} = \text{Jumlah Kendaraan tahun 2014} \times (1 + i)^n$$

Dimana:

$$n = 1 \text{ tahun (waktu pelaksanaan 2014 s/d 2015)}$$

i = Pertumbuhan lalu lintas per tahun

a. Sepeda motor = $28.302 \times (1+0,069)^1 = 30.255$ kend/hari

b. Mobil Penumpang = $4.926 \times (1+0,069)^1 = 5.266$ kend/hari

c. Bus = $135 \times (1+0,069)^1 = 144$ kend/hari

d. Truk 2 as = $237 \times (1+0,069)^1 = 253$ kend /hari

e. Truk 3 as = $247 \times (1+0,069)^1 = 264$ kend/hari

f. Truk 3 as + gandengan = $238 \times (1 + 0,069)^1 = 254$ kend/hari

4.4.3 Menghitung Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) Akhir Umur Rencana Tahun 2035

Rumus = Jumlah Kendaraan awal umur rencana 2015 x $(1 + i)^n$

Dimana:

n = 20 tahun (umur rencana 2015 sd 2035)

i = Pertumbuhan lalu lintas pertahun

a. Sepeda motor = $30.255 \times (1+0,069)^{20} = 114.908$ kend / hari

b. Mobil Penumpang = $5.266 \times (1+0,069)^{20} = 20.000$ kend / hari

c. Bus = $144 \times (1+0,069)^{20} = 548$ kend / hari

d. Truk 2 as = $253 \times (1+0,069)^{20} = 962$ kend / hari

e. Truk 3 as = $264 \times (1+0,069)^{20} = 1003$ kend / hari

f. Truk 3 as + gandengan = $254 \times (1 + 0,069)^{20} = 966$ kend / hari

4.4.4 Menghitung Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) dalam Satuan Mobil

Penumpang (SMP)

Rumus = LHR akhir umur rencana x faktor pengali dalam SMP

a. Sepeda Motor	= 114.908 x 0,5	= 57.454
b. Mobil Penumpang	= 20.000 x 1	= 20.000
c. Bus	= 548 x 3	= 1644
d. Truk 2as	= 962 x 3	= 2.887
e. Truk 3 as	= 1003 x 3	= 3.009
f. Truk 3 as + gandengan	= 966 x 3	= 2.899

Jumlah = 87.892 SMP

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan pada ruas Jalan Samarinda – Sanga Sanga didapat jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) dalam satuan mobil penumpang (SMP) adalah 87.892. Berdasarkan tabel klasifikasi jalan dengan nilai SMP maka jalan tersebut termasuk jalan kelas I.

Tabel 4.1 Hasil Perhitungan Perencanaan Geometrik

Uraian	Hasil Perhitungan	Keterangan
Klasifikasi jalan	Arteri	Fungsi jalan
Kelas Jalan	I	87.892 SMP
Kondisi Medan	Datar	< 3%
Kecepatan rencana (Km/jam)	80	Km/jam
Lereng melintang perkerasan	2 %	Beton
Lereng melintang bahu jalan	4 %	Sirtu Ag.B

Lebar jalan (m)	2 x 3,5 m	Kelas I
Lebar bahu jalan	3,5	Kelas I
Kemiringan tikungan maksimum	10%	Kecepatan rencana

4.4.5 Perhitungan Sudut

Untuk perencanaan geometrik ini mengenai perhitungan sudut tikungan jalan didapat dengan menggunakan *Software Land Development (LD)*. Berikut ini hasil sudut tikungan dari *Software Land Development (LD)*.

Tabel 4.2 Hasil Sudut pada Tikungan dengan *Land Development (LD)*

TITIK	STA	Δ
T1	6 + 070.242	2
T2	6+932.875	7
T3	6 + 985.230	1
T4	7+036.800	5
T5	7 + 201.357	8
T6	7 + 438.222	3
T7	7 + 582.097	3
T8	7 + 963.250	3
T9	8 + 182.233	6
T10	8 +501.648	1
T11	9 +273.081	4
T12	9 +501.461	1
T13	9+964.155	4
T14	10 + 819.546	3

4.4.6 Perhitungan Alinyemen Horisontal

Data Perencanaan :

Perencanaan Kelas Jalan I untuk perencanaan alinyemen horisontal berdasarkan “ Standar Perencanaan Geometrik Jalan Raya Dirjen Bina Marga “ didapat data

sebagai berikut :

1. Kecepatan Rencana (V) = 80 km/ jam
2. Lebar Perkerasan = 2 x 3,5 m
3. Lebar Bahu Jalan = 2 m
4. Kemiringan Tikungan maksimum (e maks) = 10 %
5. Koefisien Gesek Melintang (nilai f) maks didapat dari Grafik Koefisien gesek (f).

Jari – jari minimum yang diperbolehkan adalah :

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 (e_{maks} + f_{maks})}$$

Dimana :

R min = Jari – jari minimum (m)

V = Kecepatan Rencana (Km/ Jam)

e maks = Superelevasi / kemiringan maksimum diIndonesia dipakai 10%

f maks = Koefisien gesek maksimum antara roda kendaraan dengan permukaan jalan

- **Menghitung Lengkung Trase Jalan pada T1 STA 6+ 070.242 (Lengkung Spiral-Circle-Spiral)**

Dicoba pada STA 6+ 070,242 dipergunakan Lengkung Spiral-Circle-Spiral (S-C-S).

a. Data dan Ketentuan :

V_R = 80 km/jam

Δ = 23 °

$$e \text{ maks} = 10\%$$

$$f \text{ maks} = 0,14 \rightarrow \text{didapat dari Grafik Koefisien gesek (F)}$$

$$\begin{aligned} R_{min} &= \frac{V^2}{127 (e_{maks} + f_{maks})} \\ &= \frac{80^2}{127 (0,1 + 0,14)} \\ &= 208,238 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Direncanakan :

- Menggunakan tikungan jenis Spiral-Circle-Spiral (S-C-S)

Dari Tabel Lengkung Spiral-Circle-Spiral lampiran 1 sesuai dengan kecepatan rencana didapat nilai sebagai berikut :

$$V_R = 80 \text{ km/jam}$$

$$R_c = 240 \text{ m}$$

$$L_s = 70 \text{ m}$$

$$e = 9,8 \% \text{ atau } 0,098.$$

Dari Tabel Lengkung Spiral Circle Spiral

$$R_c = 240 \text{ dan } L_s = 70$$

diperoleh nilai – nilai sebagai berikut :

$$\theta_s = 8,3556$$

$$p = 0,85$$

$$k = 34,9752$$

$$x = 69,7859$$

$$y = 3,3976$$

- Menghitung komponen tikungan :

1) Menghitung Ts

$$\begin{aligned}
 Ts &= (Rc + p) \cdot \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k \\
 &= (240 + 0,85) \cdot \operatorname{tg} \frac{1}{2} \cdot 23^\circ + 34,9752 \\
 &= (240,85) \cdot 0,203 + 34,9752 \\
 &= 48,90 + 34,9752 \\
 &= 83,9 \text{ m}
 \end{aligned}$$

2) Menghitung Es

$$\begin{aligned}
 Es &= \frac{R + p}{\cos \frac{1}{2} \Delta} - R \\
 &= \frac{240 + 0,85}{\cos \frac{1}{2} \cdot 23} - 240 \\
 &= \frac{240,85}{0,98} - 240 \\
 &= 245,765 - 240 \\
 &= 5,77 \text{ m}
 \end{aligned}$$

3) Menghitung Lc

$$\begin{aligned}
 Lc &= \frac{\Delta_1}{360} \times 2\pi \cdot R && \rightarrow \Delta_1 = \Delta - 2\theta_s \\
 &= \frac{6,289}{360} \times 2 \times 3,14 \times 240.000 && \Delta_1 = 23 - (2 \times 8,3556) \\
 &= 26,3291 \text{ m} && \Delta_1 = 6,289^\circ
 \end{aligned}$$

4) Menghitung Lt

$$\begin{aligned}
L_t &= L_c + 2 \cdot L_s \\
&= 26,3291 + (2 \times 70) \\
&= 166,3291 \text{ m}
\end{aligned}$$

5) Menghitung e rencana

$$\begin{aligned}
e_r &= \left| \left(\frac{V^2}{(127 \times R_c)} \right) - f \right| \\
&= \left| \left(\frac{80^2}{(127 \times 240)} \right) - 0.14 \right| \\
&= 0.070 \\
&= 7,0 \%
\end{aligned}$$

6) Kontrol :

$$\begin{aligned}
L_s \text{ min} &= 0,022 \cdot \frac{V^3}{R \cdot C} - 2,727 \cdot \frac{V \cdot e}{C} \\
&= 0,022 \cdot \frac{80^3}{240,000 \times 0,4} - 2,727 \cdot \frac{80 \times 0,098}{0,4} \\
&= 117,30 - 53,45
\end{aligned}$$

$$L_s \text{ min} = 63,88 \text{ m} < L_s = 70 \rightarrow \text{ok !}$$

$$L_c > 20 \text{ m}$$

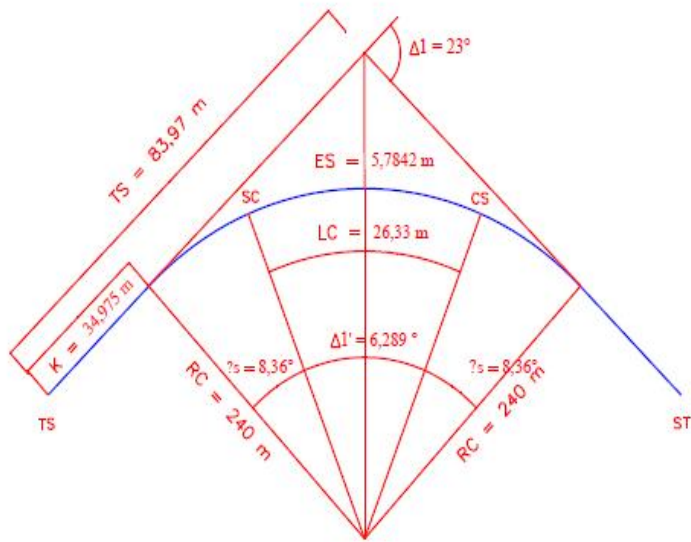
$$26,33 \text{ m} > 20,000 \text{ m} \quad \rightarrow \text{ok !}$$

$$L_t < 2 \cdot T_s$$

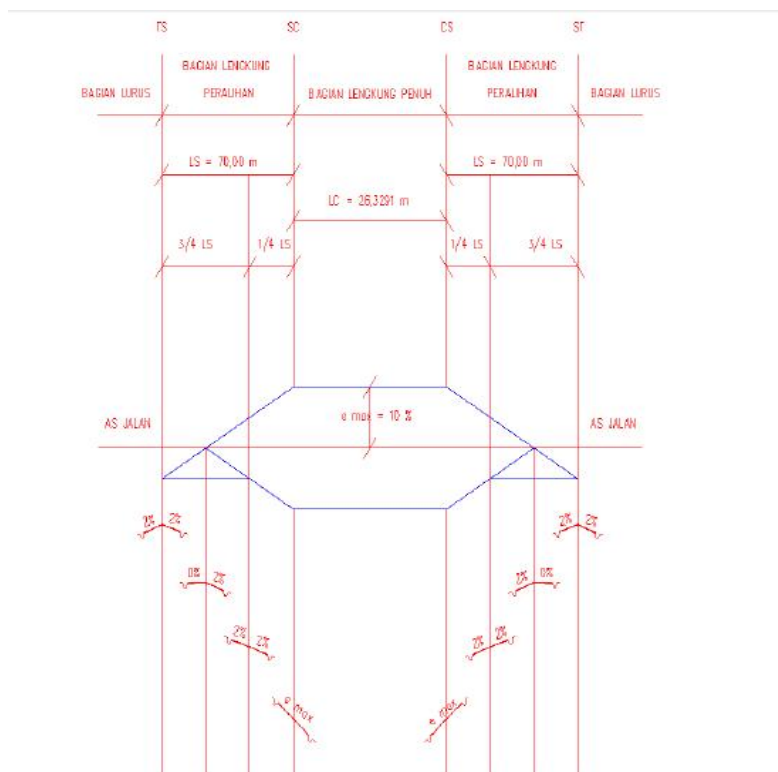
$$166,33 \text{ m} < 2 \times 83,90 \text{ m}$$

$$166,33 \text{ m} < 167,95 \text{ m} \quad \rightarrow \text{ok !}$$

Dari hasil perhitungan dan kontrol perhitungan yang telah diselesaikan, maka lengkung jenis Spiral-Circle-Spiral untuk tikungan 1 pada STA6+ 070,242 ini dapat ditunjukkan dan diagram super elevasinya pada gambar berikut:



Gambar 4.10 Lengkung Spiral-Circle-Spiral pada STA 6 +070,242



Gambar 4.11 Diagram Super Elevasi pada STA 6 +070,242

- **Menghitung Lengkung Trase Jalan pada T3 STA 6 + 985.230**

(Lengkung Spiral-Spiral)

pADA STA 6 + 985.230 mempunyai lengkung tanpa busur lingkaran sehingga titik SC berimpit dengan titik CS maka dipergunakan Lengkung Spiral-Spiral.

a. Data dan Ketentuan :

$$V_R = 80 \text{ km/jam}$$

$$\Delta = 18^\circ$$

$$e \text{ maks} = 10,000 \%$$

$$f \text{ maks} = 0,14 \rightarrow \text{didapat dari Koefisien gesek (F) } R = 210 \text{ m}$$

b. Direncanakan :

- Menggunakan tikungan jenis Spiral-Spiral (S-S) dengan $R_c = 210 \text{ m}$. Dari tabel panjang lengkung peralihan minimum dan superelevasi yang dibutuhkan dengan e maksimum 10 % didapat nilai sebagai

Berikut :

$$\theta_s = 1/2 \Delta \qquad \theta_s = 1/2 \Delta \cdot 18^\circ$$

$$= 9^\circ$$

$$p^* = 0,0260800$$

$$k^* = 0,4983600$$

- Menghitung komponen tikungan :

1) Menghitung nilai Rmin

$$\begin{aligned} R \text{ min} &= \frac{V^2}{127(e_{maks} + f_{maks})} \\ &= \frac{80^2}{127(0,1 + 0,142)} \\ &= 209,974 \text{ m} \end{aligned}$$

2) Menghitung nilai Ls

$$\begin{aligned} Ls &= \frac{\theta s \cdot \pi \cdot Rc}{90} \\ Ls &= \frac{\theta s \cdot 3,14 \cdot 210}{90} \\ &= 65,94 \text{ m} \end{aligned}$$

3) Menghitung nilai p

$$\begin{aligned} p &= Ls \cdot p^* \\ &= 65,940 \times 0,0260800 \\ &= 1,720 \text{ m} \end{aligned}$$

4) Menghitung nilai k

$$\begin{aligned} p &= Ls \cdot k^* \\ &= 65,940 \times 0,4983600 \\ &= 32,826 \text{ m} \end{aligned}$$

5) Menghitung nilai Ts

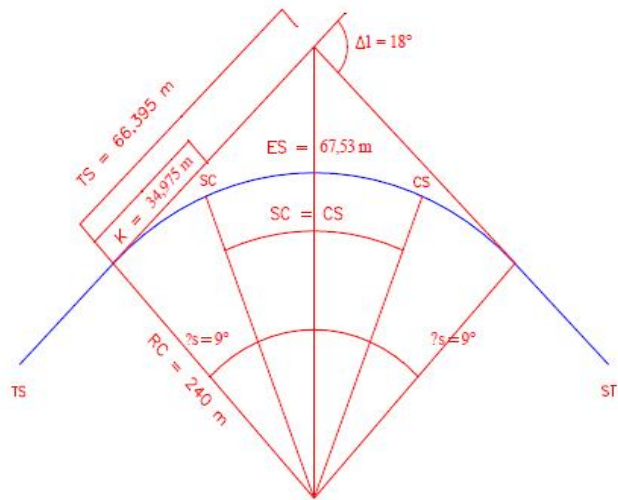
$$\begin{aligned}T_s &= (R + p) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \Delta + k \\&= (210 + 1,720) \operatorname{tg} \frac{1}{2} \cdot 18^\circ + 32,826 \\&= 211,72 \times 0,158384 + 32,826 \\&= 66,395\text{m}\end{aligned}$$

6) Menghitung nilai Es

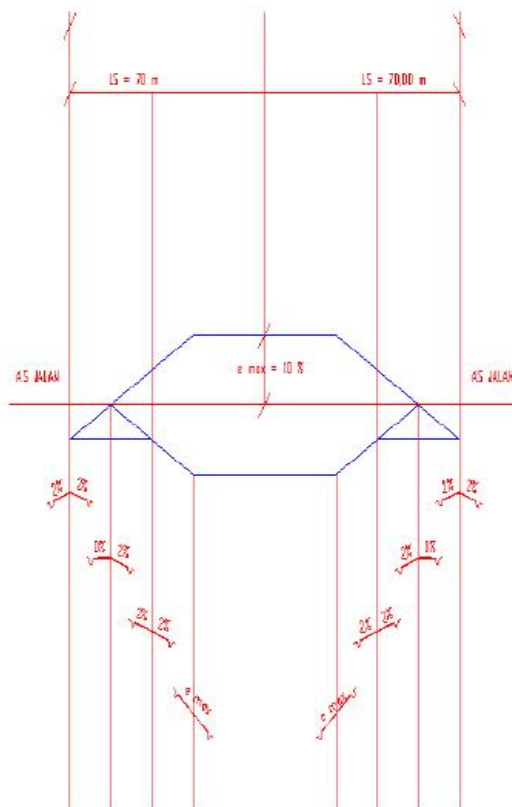
$$\begin{aligned}E_s &= \frac{R + p}{\operatorname{Cos} \frac{1}{2} \Delta} - R \\&= \frac{210 + 1,720}{\operatorname{Cos} \frac{1}{2} 69,594^\circ} - 210 \\&= 4,359 \text{ m}\end{aligned}$$

7) Kontrol : $2 \cdot L_s < 2 \cdot T_s$
: $2 \times 65,94 \text{ m} < 2 \times 66,395\text{m}$
: $131,880 \text{ m} < 132,790 \text{ m} \quad \rightarrow \mathbf{ok !}$

Dari hasil perhitungan dan kontrol perhitungan yang telah diselesaikan, maka lengkung jenis Spiral-Spiral untuk tikungan ke 3 pada STA 6 + 985,230 dapat ditunjukkan pada gambar 4.12 dan diagram super elevasinya pada gambar 4.13



Gambar 4.12 Lengkung Spiral-Spiral pada STA 6 + 985,230



Gambar 4.13 Diagram Superelevasi pada STA 6 + 985,230

4.4.7 Hasil Perhitungan Tikungan pada Alinyemen Horisontal

Rekapitulasi hasil perhitungan tikungan pada alinyemen horizontal dalam pekerjaan ruas Jalan Samarinda- Sanga Sanga STA

6+000 - STA 11+000 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Tikungan pada Alinyemen Horisontal

No	STA	Jenis	V		Rc	Rmin	R	e	s	p	k	p'	k'	Qc	Ls	Ts	Es	Lc	Lt
1	6+070,420	SCS	80	23	240	209.974	239.000	0.098	8.356	0.850	34.975	0.000	0.000	6.289	63.884	83.977	5.784	26.342	166.342
2	6+932,875	SCS	80	77	240	209.974	239.000	0.098	8.356	0.850	34.975	0.000	0.000	60.289	63.884	226.556	67.753	252.537	392.537
3	6+985,230	SS	80	18	240	0.000	0.000	20.997	9.000	0.999	37.668	0.013	0.500	0.000	75.398	75.838	4.003	0.000	0.000
4	7+036,800	SCS	80	52	240	209.974	239.000	0.098	8.356	0.850	34.975	0.000	0.000	35.289	63.884	152.446	27.970	147.817	287.817
5	7+201,357	SS	80	85	210	0.000	0.000	23.997	42.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	311.541	192.430	74.832	0.000	0.000
6	7+438,222	SS	80	35	210	0.000	0.000	23.997	17.500	3.360	63.937	0.026	0.498	0.000	128.282	131.209	13.714	0.000	0.000
7	7+582,097	SS	80	30	210	0.000	0.000	23.997	15.000	2.454	54.850	0.022	0.499	0.000	109.956	111.777	9.948	0.000	0.000
8	7+963,250	SCS	80	36	240	209.974	239.000	0.098	8.356	0.850	34.975	0.000	0.000	19.289	63.884	113.232	13.245	80.797	220.797
9	8+182,233	SCS	80	64	240	209.974	239.000	0.098	8.356	0.850	34.975	0.000	0.000	47.289	63.884	185.475	44.005	198.083	338.083
10	8+501,648	SS	80	14	240	0.000	0.000	20.997	7.000	0.603	29.307	0.010	0.500	0.000	58.643	58.849	2.410	0.000	0.000
11	9+273,081	SCS	80	40	240	209.974	239.000	0.098	8.356	0.850	34.975	0.000	0.000	23.289	63.884	122.637	16.307	97.552	237.552
12	9+501,461	SS	80	15	240	0.000	0.000	20.997	7.500	0.692	31.398	0.011	0.500	0.000	62.832	63.086	2.769	0.000	0.000
13	9+964,155	SCS	80	42	240	209.974	239.000	0.098	8.356	0.850	34.975	0.000	0.000	25.289	63.884	127.429	17.985	105.929	245.929
14	10+819,546	SCS	80	32	240	209.974	239.000	0.098	8.356	0.850	34.975	0.000	0.000	15.289	63.884	104.038	10.556	64.042	204.042

4.4.8 Perhitungan Alinyemen Vertikal

- Perhitungan Alinyemen Vertikal Cekung STA 6+300

a) Perhitungan kondisi g1 STA (I-PPV)

	STA	ELEVASI (m)	KONDISI
I	6 + 225	15.300	0
PPV	6 + 300	14.286	Turun
Jarak Sta (I - PPV)		75.00	

b) Perhitungan kondisi g2 STA (II-PPV)

	STA	ELEVASI (m)	KONDISI
PPV	6 + 300	14.286	0
II	6 + 375	17.859	Naik
Jarak Sta(PPV - II)		75.00	

c) Menghitung kemiringan pada g1 dan g2

$$g1 = \frac{\text{Elevasi PPV} - \text{Elevasi I}}{\text{Jarak STA(I-PPV)}} \times 100 \%$$
$$= \frac{14,286 - 15,300}{75} \times 100 \%$$

$$= -1,352 \%$$

$$g2 = \frac{\text{Elevasi II} - \text{Elevasi PPV}}{\text{Jarak STA(I-II)}} \times 100 \%$$

$$= \frac{17,859 - 14,286}{75} \times 100 \%$$

$$= 4,764 \%$$

Keterangan:

A = Perbedaan panjang

landai (%) Ev = Pergeseran

Vertikal (m)

L_v = Jarak horisontal antara PLV dan PTV disebut panjang lengkung

Y = Panjang pergeseran dari titik yang bersangkutan

X = Jarak horisontal dari setiap titik pada garis kelandaian terhadap PLV

d) Menghitung perbandingan kelandaian (A)

$$\begin{aligned} A &= |g_1 - g_2| \\ &= |-1,352\% - 4,764| \\ &= 6,116\% \end{aligned}$$

e) Menentukan jarak horizontal antara PLV dan PTV (L_v) yaitu panjang lengkung, panjang L_v . Berdasarkan kecepatan rencana 80 km/jam dan perbedaan aljabar kelandaian (A) = -6,11 didapat $L_v = 43,640$ meter

$$\begin{aligned} EV &= \frac{A \times L_v}{800} \\ &= \frac{-6,116 \times 43,64}{800} \\ &= 0,334 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_1 &= 1/6 L_v \text{ m} \\ &= 7,273 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_1 &= \frac{A}{200 L_v} \times X_1^2 \\ &= \frac{-6,116}{200 \times 43,640} \times 7,273^2 \\ &= 0,037 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_2 &= 2/6 L_v \text{ m} \\ &= 14,547 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Y_2 &= \frac{A}{200 LV} \times X_2^2 \\
 &= \frac{-6,116}{200 \times 43,640} \times 14,547^2 \\
 &= 0.148 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- **Perhitungan Alinyemen Vertikal Cembung STA 6 + 650**

- a) **Perhitungan kondisi g1 STA (I-PPV)**

	STA	ELEVASI (m)	KONDISI
I	6 + 495	23.576	0
PPV	6 + 650	30.960	Naik
Jarak Sta (I-PPV)		155.00	

- b) **Perhitungan kondisi g2 STA (II-PPV)**

	STA	ELEVASI (m)	KONDISI
PPV	6 + 650	30.960	0
II	6 + 805	22.345	Turun
Jarak Sta (PPV - II)		155.00	

- c) **Menghitung kemiringan pada g1 dan g2**

$$\begin{aligned}
 g_1 &= \frac{\text{Elevasi PPV} - \text{Elevasi I}}{\text{Jarak STA (I-PPV)}} \times 100 \% \\
 &= \frac{30,960 - 23,576}{155} \times 100 \% \\
 &= 4,764 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 g_2 &= \frac{\text{Elevasi II} - \text{Elevasi PPV}}{\text{Jarak STA (I-II)}} \times 100 \% \\
 &= \frac{22,345 - 30,960}{155} \\
 &= - 5,558 \%
 \end{aligned}$$

Keterangan:

A = Perbedaan panjang

landai (%) Ev = Pergeseran

Vertikal (m)

L_v = Jarak horisontal antara PLV dan PTV disebut panjang lengkung

Y = Panjang pergeseran dari titik yang bersangkutan

X = Jarak horisontal dari setiap titik pada garis kelandaian terhadap PLV

d) Menghitung perbandingan kelandaian (A)

$$\begin{aligned} A &= |g_1 - g_2| \\ &= |4,764\% - (-5,558)| \\ &= 10,322\% \end{aligned}$$

e) Menentukan jarak horizontal antara PLV dan PTV(L_v) yaitu panjang lengkung, panjang L_v.

Menghitung Nilai L_v (Cembung), berdasarkan J_h

$$\begin{aligned} \checkmark \quad J_h < L_v, \text{ maka } L_v &= \frac{A J_h^2}{399} \\ &= \frac{10,322 \times 120^2}{399} \\ &= 372,523 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \checkmark \quad J_h > L_v, \text{ maka } L_v &= 2 J_h \cdot \frac{399}{A} \\ &= 2(120) \cdot \frac{399}{10,322} \\ &= 201,345 \text{ m} \end{aligned}$$

Karena $J_h < L_v$ maka nilai L_v diambil 372,523 m

$$\begin{aligned} EV &= \frac{A \times L_v}{800} \\ &= \frac{10,322 \times 372,523}{800} \\ &= 4,806 \end{aligned}$$

$$X_1 = 1/6Lv \text{ m}$$

$$= 62,087 \text{ m}$$

$$Y_1 = \frac{A}{200 LV} \times X_1^2$$

$$= \frac{10,322}{200 \times 372,523} \times 62,087^2$$

$$= 0,534 \text{ m}$$

$$X_2 = 2/6Lv \text{ m}$$

$$= 124,174 \text{ m}$$

$$Y_2 = \frac{A}{200 LV} \times X_2^2$$

$$= \frac{10,322}{200 \times 372,523} \times 124,174^2$$

$$= 2,13 \text{ m}$$

4.4.9 Hasil Perhitungan Alinyemen Vertikal Jalan Samarinda – Sanga Sanga STA 6+000 – STA 11+ 000

Tabel 4.4 Hasil perhitungan alinyemen vertical

TABEL PERHITUNGAN ALINYEMEN VERTIKAL

INPUT						A	Jh	Jh < Lv	Jh > Lv	Lv	Ev	X1	X2	Y1	Y2	Jenis Lengkung
No.	STA	V	g1 (%)	g2 (%)	I (m)	(%)	(m)	Lv	Lv	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	6+300	80	-1.352	4.764	100	-6.116	40	163.093	328.293	43.640	0.334	7.273	14.547	0.037	0.148	Cekung
2	6+650	80	4.764	-5.558	100	10.322	120	372.523	201.345	372.523	4.806	62.087	124.174	0.534	2.136	Cembung
3	6+950	80	3.595	-2.349	100	5.944	120	214.520	172.873	214.520	1.594	35.753	71.507	0.177	0.708	Cembung
4	7+350	80	-2.347	-0.740	100	-1.607	120	42.853	576.030	576.030	1.157	96.005	192.010	0.129	0.514	Cekung
5	7+750	80	-0.738	0.000	100	-0.738	120	19.680	971.707	971.707	0.896	161.951	323.902	0.100	0.398	Cekung
6	8+350	80	0.000	1.729	100	-1.729	120	46.107	552.319	552.319	1.194	92.053	184.106	0.133	0.531	Cekung
7	8+550	80	0.731	-1.182	100	1.913	120	69.041	31.427	50.000	0.120	8.333	16.667	0.013	0.053	Cembung
8	8+950	80	-1.182	0.218	100	-1.400	120	37.333	625.714	625.714	1.095	104.286	208.571	0.122	0.487	Cekung
9	9+350	80	0.210	-0.769	100	0.979	120	35.332	167.559	50.000	0.061	8.333	16.667	0.007	0.027	Cembung
10	9+650	80	-0.769	0.000	100	-0.769	120	20.507	942.211	942.211	0.906	157.035	314.070	0.101	0.403	Cekung

4.4.10 Pelebaran Tikungan pada Alinyemen Horisontal

Kendaraan yang bergerak dari jalan lurus menuju ke tikungan, seringkali tak dapat mempertahankan lintasannya pada jalur yang disediakan, oleh karena untuk memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengendara maka pada tikungan – tikungan tajam perlu perkerasan jalan diperlebar. Hal yang terpenting dalam merencanakan pelebaran perkerasan adalah jenis kendaraan rencana yang cocok dipilih yaitu jenis kendaraan truk 3 as dengan lebar total kendaraan, $b = 2,5$ m.

- **Menghitung Pelebaran Tikungan Jalan pada STA 6+070,242 (Lengkung Spiral-Circle-Spiral)**

Tikungan 1 pada STA 6 +070,242 merencanakan perhitungan tikungan dengan Spiral-Circle-Spiral, diketahui data sebagai berikut :

Data : Lengkung Spiral-Circle-Spiral

Kecepatan rencana (V_r)	= 80 km/jam	Sudut
tikungan (Δ)	= 23 °	
Radius (R)	= 240 m	
Jumlah lajur dalam (n)	= 2 lajur	
Lebar perkerasan (L)	= 7 m	
C	= 1	(untuk lebar jalan 7 m)

Dimana:

C = Lebar kebebasan samping kiri dan kanan kendaraan. Lebar kendaraan (b) = 2,5 m (Ukuran Kend. Rencana)

1) Mencari Radius Lengkung (Rc)

$$\begin{aligned} R_c &= R - \frac{1}{2} \text{ Lebar perkerasan} + \frac{1}{2} \text{ lebar kendaraan} \\ &= 240,000 - \frac{1}{2}(7) + \frac{1}{2}(2,5) \\ &= 237,750\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \sqrt{\left(\sqrt{RC^2 - 64} + 1,25\right)^2 + 64} - \sqrt{RC^2 - 64} + 1,25 \\ &= \sqrt{\left(\sqrt{237,750^2 - 64} + 1,25\right)^2 + 64} - \sqrt{237,750^2 - 64} + 1,25 \\ &= (238,99 - 237,61) + 1,25 \\ &= 2,634 \text{ m} \end{aligned}$$

2) Tambahan Pelebaran Akibat Kesukaran Dalam Mengemudi

$$Z = \frac{0,105 \times V^3}{\sqrt{Rc}}$$

Dimana : V = Kecepatan (km/jam)

R = Radius lengkung (m)

$$\begin{aligned} Z &= \frac{0,105 \times (80)^3}{\sqrt{237,75}} \\ &= 0,54 \text{ m} \end{aligned}$$

3) Mencari Lebar Total Perkerasan Di Tikungan

$$B_t = n(B + C) + Z$$

Dimana: B = Lebar perkerasan pada tikungan

C = lebar kebebasan samping kiri & kanan kendaraan

n = Jumlah lajur

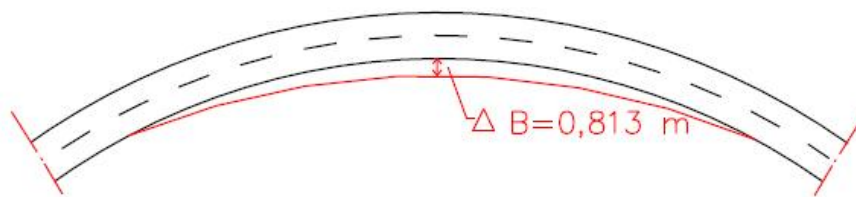
$$\begin{aligned} B_t &= 2 (2,634 + 1) + 0,54 \\ &= 7,81 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\Delta b = B_t - B_n$$

Dimana : B_n = Lebar totap perkerasan pada bagian lurus

$$\begin{aligned} \Delta b &= 7,81 - 7 \\ &= 0,81 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi, pelebaran pada tikungan 1 = 0,81 m



Gambar 4.14 Pelebaran Tikungan 1 pada STA 6 + 070,242

- **Menghitung Pelebaran Tikungan Jalan pada STA 6 + 985,230 (Lengkung Spiral-Spiral)**

Tikungan 3 pada STA 6+985,230 merencanakan perhitungan tikungan dengan Spiral-Spiral, dapat diketahui data sebagai berikut :

▪ **Data : Lengkung Spiral-Spiral**

Kecepatan rencana (V_r) = 80 km/jam

Sudut tikungan (Δ) = 18 °

Radius (R) = 210 m

Jumlah lajur (n) = 2 lajur

Lebar perkerasan (L) = 7,000 m

C = 1 (untuk lebar jalan 7 m)

Dimana :

C = Lebar kebebasan samping kiri dan kanan kendaraan

Lebar kendaraan (b) = 2,500 m (Ukuran Kend. Rencana)

1) Mencari Radius Lengkung (Rc)

$$\begin{aligned} R_c &= R \cdot \frac{1}{2} \text{ lebar perkerasan} + \frac{1}{2} \text{ lebar kendaraan} \\ &= 210 \cdot \frac{1}{2}(7) + \frac{1}{2}(2,5) \\ &= 207,750 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \sqrt{(\sqrt{R_c^2 - 64} + 1,25)^2} + 64 - \sqrt{R_c^2 - 64} - 1,25 \\ &= \sqrt{(\sqrt{207,50^2 - 64} + 1,25)^2} + 64 - \sqrt{207,50^2 - 64} - 1,25 \\ &= (209 - 207,6) + 1,25 \\ &= 2,65 \text{ m} \end{aligned}$$

2) Tambahan Pelebaran Akibat Kesukaran Dalam Mengemudi

$$Z = \frac{0,105 \times V^2}{\sqrt{R_c}}$$

Dimana : V = Kecepatan (km/jam)

R = Radius lengkung, (m)

$$\begin{aligned} Z &= \frac{0,105 \times (60,000)}{\sqrt{210}} \\ &= 0,58 \text{ m} \end{aligned}$$

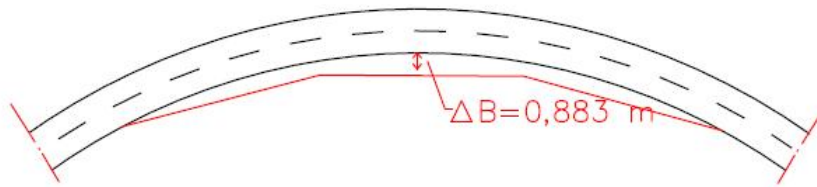
3) Mencari Lebar Total Perkerasan Di Tikungan

$$B_t = n(B + C) + Z$$

Dimana : B = Lebar perkerasan pada tikungan

C = Lebar kebebasan samping kiri & kanan kendaraan

$$\begin{aligned}
 n &= \text{Jumlah lajur} \\
 B_t &= 2 (2,65 + 1) + 0,58 \\
 &= 7,89 \text{ m} \\
 \Delta b &= B_t - B_n \\
 \Delta b &= 7,89 - 7 = 0,883 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.15 Pelebaran Tikungan 3 pada STA 6+985,230

4.4.11 Hasil Perhitungan Pelebaran pada Tikungan

Hasil perhitungan pelebaran pada tikungan dalam pekerjaan ruas Jalan Samarinda - Sanga Sanga STA 6+000 – STA 11+000 adalah

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Pelebaran pada Tikungan

PELEBARAN PADA TIKUNGAN

Input							Hasil Perhitungan					
No	STA	V	R	n	C	Bn	b	Rc	B	Z	Bt	Δb
1.00	0+065	80.00	240.00	2.00	1.00	7.00	2.50	237.75	2.63	0.54	7.81	0.81
2.00	0+200	80.00	240.00	2.00	1.00	7.00	2.50	237.75	2.63	0.54	7.81	0.81
3.00	0+600	80.00	210.00	2.00	1.00	7.00	2.50	207.75	2.65	0.58	7.89	0.89
4.00	1+000	80.00	240.00	2.00	1.00	7.00	2.50	237.75	2.63	0.54	7.81	0.81
5.00	1+300	80.00	240.00	2.00	1.00	7.00	2.50	237.75	2.63	0.54	7.81	0.81
6.00	1+450	80.00	240.00	2.00	1.00	7.00	2.50	237.75	2.63	0.54	7.81	0.81
7.00	1+800	80.00	240.00	2.00	1.00	7.00	2.50	237.75	2.63	0.54	7.81	0.81
8.00	2+000	80.00	240.00	2.00	1.00	7.00	2.50	237.75	2.63	0.54	7.81	0.81
9.00	2+250	80.00	240.00	2.00	1.00	7.00	2.50	237.75	2.63	0.54	7.81	0.81
10.00	2+480	80.00	210.00	2.00	1.00	7.00	2.50	207.75	2.65	0.58	7.89	0.89
11.00	2+720	80.00	240.00	2.00	1.00	7.00	2.50	237.75	2.63	0.54	7.81	0.81
12.00	3+000	80.00	210.00	2.00	1.00	7.00	2.50	207.75	2.65	0.58	7.89	0.89
13.00	3+165	80.00	240.00	2.00	1.00	7.00	2.50	237.75	2.63	0.54	7.81	0.81
14.00	3+500	80.00	240.00	2.00	1.00	7.00	2.50	237.75	2.63	0.54	7.81	0.81

4.5 Hasil Perhitungan Program Macro Excel

4.5.1 Hasil Perhitungan Alinyemen Horizontal Program Macro Excel

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Alinyemen Horizontal Program Macro Excel

ALINYEMEN HORIZONTAL PROGRAM MACRO EXCEL

No	STA	Jenis	V		Rc	Rmin	R	e	s	p	k	p'	k'	Qc	Ls	Ts	Es	Lc	Lt
1	6+070,420	SCS	80	23	240	209.9738	239	0.0980	8.3556	0.8500	34.9752	0.0000	0.0000	6.2888	63.8841	83.9767	5.7842	26.3425	166.3425
2	6+932,875	SCS	80	77	240	209.9738	239	0.0980	8.3556	0.8500	34.9752	0.0000	0.0000	60.2888	63.8841	226.5559	67.7530	252.5371	392.5371
3	6+985,230	SS	80	18	240	0.0000	0	20.9974	9.0000	0.9988	37.6679	0.0132	0.4996	0.0000	75.3982	75.8384	4.0029	0.0000	0.0000
4	7+036,800	SCS	80	52	240	209.9738	239	0.0980	8.3556	0.8500	34.9752	0.0000	0.0000	35.2888	63.8841	152.4456	27.9702	147.8174	287.8174
5	7+201,357	SS	80	85	210	0.0000	0	23.9970	42.5000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	311.5413	192.4295	74.8318	0.0000	0.0000
6	7+438,222	SS	80	35	210	0.0000	0	23.9970	17.5000	3.3600	63.9366	0.0262	0.4984	0.0000	128.2817	131.2087	13.7141	0.0000	0.0000
7	7+582,097	SS	80	30	210	0.0000	0	23.9970	15.0000	2.4538	54.8500	0.0223	0.4988	0.0000	109.9557	111.7768	9.9484	0.0000	0.0000
8	7+963,250	SCS	80	36	240	209.9738	239	0.0980	8.3556	0.8500	34.9752	0.0000	0.0000	19.2888	63.8841	113.2321	13.2447	80.7967	220.7967
9	8+182,233	SCS	80	64	240	209.9738	239	0.0980	8.3556	0.8500	34.9752	0.0000	0.0000	47.2888	63.8841	185.4750	44.0051	198.0829	338.0829
10	8+501,648	SS	80	14	240	0.0000	0	20.9974	7.0000	0.6028	29.3069	0.0103	0.4998	0.0000	58.6431	58.8492	2.4097	0.0000	0.0000
11	9+273,081	SCS	80	40	240	209.9738	239	0.0980	8.3556	0.8500	34.9752	0.0000	0.0000	23.2888	63.8841	122.6374	16.3072	97.5519	237.5519
12	9+501,461	SS	80	15	240	0.0000	0	20.9974	7.5000	0.6923	31.3979	0.0110	0.4997	0.0000	62.8319	63.0856	2.7693	0.0000	0.0000
13	9+964,155	SCS	80	42	240	209.9738	239	0.0980	8.3556	0.8500	34.9752	0.0000	0.0000	25.2888	63.8841	127.4289	17.9853	105.9295	245.9295
14	10+819,546	SCS	80	32	240	209.9738	239	0.0980	8.3556	0.8500	34.9752	0.0000	0.0000	15.2888	63.8841	104.0378	10.5561	64.0416	204.0416

4.5.2 Hasil Perhitungan Alinyemen Vertikal Program Macro Excel

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Alinyemen Vertikal Program Macro Excel

ALINYEMEN VERTIKAL PROGRAM MACRO EXCEL

No.	STA	V	INPUT			A	Jh	Jh < Lv	Jh > Lv	Lv	Ev	X1	X2	Y1	Y2	Jenis Lengkung
			g1 (%)	g2 (%)	I (m)	(%)	(m)	Lv	Lv	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
1	6+300	80	-1.352	4.764	100	-6.1160	120	163.0933	328.2930	43.6400	0.3336	7.2733	14.5467	0.0371	0.1483	Cekung
2	6+650	80	4.764	-5.558	100	10.3220	120	372.5233	201.3447	372.5233	4.8065	62.0872	124.1744	0.5341	2.1362	Cembung
3	6+950	80	3.595	-2.349	100	5.9440	120	214.5203	172.8735	214.5203	1.5939	35.7534	71.5068	0.1771	0.7084	Cembung
4	7+350	80	-2.347	-0.740	100	-1.6070	120	42.8533	576.0299	576.0299	1.1571	96.0050	192.0100	0.1286	0.5143	Cekung
5	7+750	80	-0.738	0.000	100	-0.7380	120	19.6800	971.7073	971.7073	0.8964	161.9512	323.9024	0.0996	0.3984	Cekung
6	8+350	80	0.000	1.729	100	-1.7290	120	46.1067	552.3193	552.3193	1.1937	92.0532	184.1064	0.1326	0.5305	Cekung
7	8+550	80	0.731	-1.182	100	1.9130	120	69.0406	31.4271	50.0000	0.1196	8.3333	16.6667	0.0133	0.0531	Cembung
8	8+950	80	-1.182	0.218	100	-1.4000	120	37.3333	625.7143	625.7143	1.0950	104.2857	208.5714	0.1217	0.4867	Cekung
9	9+350	80	0.210	-0.769	100	0.9790	120	35.3323	167.5587	50.0000	0.0612	8.3333	16.6667	0.0068	0.0272	Cembung
10	9+650	80	-0.769	0.000	100	-0.7690	120	20.5067	942.2107	942.2107	0.9057	157.0351	314.0702	0.1006	0.4025	Cekung

4.5.3 Hasil Perhitungan Pelebaran Tikungan Program Macro Excel

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Pelebaran Tikungan Program Macro Excel

PELEBARAN TIKUNGAN

Input							Hasil Perhitungan					
No	STA	V	R	n	C	Bn	b	Rc	B	Z	Bt	b
1	0+065	80	240	2	1	7	2.5	237.750	2.634	0.542	7.810	0.810
2	0+200	80	240	2	1	7	2.5	237.750	2.634	0.542	7.810	0.810
3	0+600	80	210	2	1	7	2.5	207.750	2.653	0.580	7.886	0.886
4	1+000	80	240	2	1	7	2.5	237.750	2.634	0.542	7.810	0.810
5	1+300	80	240	2	1	7	2.5	237.750	2.634	0.542	7.810	0.810
6	1+450	80	240	2	1	7	2.5	237.750	2.634	0.542	7.810	0.810
7	1+800	80	240	2	1	7	2.5	237.750	2.634	0.542	7.810	0.810
8	2+000	80	240	2	1	7	2.5	237.750	2.634	0.542	7.810	0.810
9	2+250	80	240	2	1	7	2.5	237.750	2.634	0.542	7.810	0.810
10	2+480	80	210	2	1	7	2.5	207.750	2.653	0.580	7.886	0.886
11	2+720	80	240	2	1	7	2.5	237.750	2.634	0.542	7.810	0.810
12	3+000	80	210	2	1	7	2.5	207.750	2.653	0.580	7.886	0.886
13	3+165	80	240	2	1	7	2.5	237.750	2.634	0.542	7.810	0.810
14	3+500	80	240	2	1	7	2.5	237.750	2.634	0.542	7.810	0.810

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang telah ada dapat dibandingkan hasil dengan cara manual dan dengan cara program *macro excel* :

- Perhitungan Alinyemen Horizontal

Cara	STA	Jenis	V	Δ	Rc	Rmin	R	e	θs	p	k	p'	k'	Qc	Ls	Ts	Es	Lc	Lt
Program	6+070,420	SCS	80	23	240	209.9738	239	0.098	8.3556	0.85	34.9752	0	0	6.2888	63.8841	83.9767	5.7842	26.3425	166.3425
Manual	6+070,420	SCS	80	23	240	209.974	239	0.098	8.356	0.85	34.975	0	0	6.289	63.884	83.977	5.784	26.342	166.342

- Perhitungan Alinyemen Vertikal

INPUT						A	Jh	Jh < Lv	Jh > Lv	Lv	Ev	X1	X2	Y1	Y2	Jenis
Cara	STA	V	g1 (%)	g2 (%)	I (m)	(%)	(m)	Lv	Lv	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	Lengkung
Program	6+300	80	-1.352	4.764	100	-6.116	120	163.093	328.29	43.64	0.3336	7.3	14.5	0.0371	0.1483	Cekung
Manual	6+300	80	-1.352	4.764	100	-6.116	40	163.093	328.29	43.64	0.334	7.3	14.5	0.037	0.148	Cekung

- Pelebaran Tikungan

Input							Hasil Perhitungan					
Cara	STA	V	R	n	C	Bn	b	Rc	B	Z	Bt	Δb
Program	0+065	80	240	2	1	7	2.5	237.75	2.63	0.54	7.81	0.81
Manual	0+065	80	240	2	1	7	2.5	237.8	2.634	0.542	7.81	0.81

Dan kesimpulan dari hasil perhitungan hasil selisih sama sehingga program sudah cukup akurat. Dan dapat disimpulkan bahwa program *macro excel* dapat membantu mempercepat perhitungan geometrik jalan.

5.2 Saran

1. Saat akan menghitung geometrik jalan perlu memperhatikan cell input yang ada jangan ada yang tidak terisi karena program tersebut tidak dapat berjalan sebagaimana mestinya jika ada yang tidak *terisi*.
2. Sebaiknya ada perbaikan terhadap analogi bahasa macro sehingga dapat menghasilkan Rmin yang mendekati Rc.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A.A. 2006. *Rekayasa Jalan Raya*. Malang: UMM Press
- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Jakarta: Penerbit Direktorat Jendral Bina Marga
- Hendarsin, S.I. 2000. *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Bandung: Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil
- Pangaribuan, Gunta. 2004. *Aplikasi Excel untuk Rekayasa Teknik Sipil*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo
- Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Penerbit Nova
- Sunggono. 1995. *Buku Teknik Sipil*, Jakarta: Nova
- Wicaksono, Y. 2010. *Cara Mudah Menjadi Programmer Excel*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo