



ANALISIS HIDROLOGI DAN KAPASITAS SISTEM DRAINASE KOTA SURAKARTA

Tugas Akhir

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Program Studi Teknik Sipil

Oleh

Fajar Priyo Hutomo (5113412038)
Rheza Firmansyah (5113412052)

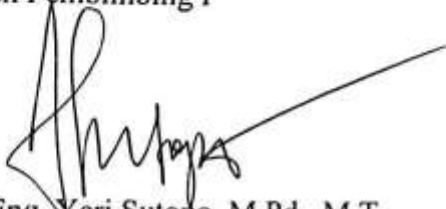
**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2016**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir dengan judul “Analisis Hidrologi Dan Kapasitas Sistem Drainase Kota Surakarta” telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi.

Semarang, November 2016

Dosen Pembimbing I



Dr. Eng. Yeri Sutopo, M.Pd., M.T.
NIP. 196307301987021001

Dosen Pembimbing II



Karuniadi Satrijo Utomo, S.T., M.T.
NIP. 197103141999031001

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini telah dipertahankan dihadapan Sidang Panitia Ujian Tugas akhir
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada :

Hari :

Tanggal :

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

Dra. Sri Handayani, MPd
NIP. 19671108 199103 2 0001

Sekretaris

Dr. Rini Kusumawardani S.T., M.T. M.Sc.
NIP. 197809212005012001

Dewan Penguji

Penguji I

Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP. 19691130 199403 1 001

Dosen Pembimbing I

Dr. Eng. Yeri Sutopo, M.Pd., M.T.
NIP. 196307301987021001

Dosen Pembimbing II

Karuniadi Satrijo Utomo, S.T., M.T.
NIP. 197103141999031001

Ditetapkan di Semarang

Tanggal :



Mengesahkan,
Dean Fakultas Teknik

Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP. 19691130 199403 1 001

LEMBAR KEASLIAN KARYA ILMIAH

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam tugas akhir ini benar-benar hasil karyasendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, November 2016



Fajar Priyo Hutomo



Rheza Firmansyah

Analisis Hidrologi Dan Kapasitas Sistem Drainase Kota Surakarta

Fajar Priyo Hutomo, Rezha Firmansyah

^{1,2)} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)
Kampus Unnes Gd E4, Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229, email: fajarpriyo22@yahoo.com

³⁾ Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Terkenal
Kampus Terkenal, Semarang 50000, email: masrheza94@gmail.com

Dr. Eng. Yeri Sutopo, M.Pd., M.T.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)
Kampus Unnes Gd E4, Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

Karuniadi Satrijo Utomo, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)
Kampus Unnes Gd E4, Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

Abstrak: Banjir adalah aliran air sungai yang tingginya melebihi muka air normal, sehingga melimpas dari palung sungai menyebabkan adanya genangan pada lahan rendah di sisi sungai. Faktor alamiah terjadinya banjir kota adalah curah hujan yang sangat banyak dan tidak diimbangi dengan daerah resapan air yang baik. Tergenangnya daerah Kota Surakarta disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah air banjir lokal dan banjir kiriman. Banjir lokal diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi, terutama saat musim hujan dan banjir kiriman yang disebabkan oleh aliran di daerah hulu DAS Solo yaitu Waduk Gajah Mungkur Wonogiri dan Sub DAS – Sub DAS yang bermuara di Bengawan Solo. Kali Pepe Hilir terletak di tengah kota Surakarta merupakan salah satu sungai yang sering terjadi banjir kota.

Studi kasus ini dilakukan di Kota Surakarta. Luas wilayah Kota Surakarta mencapai 44,04 km² yang terbagi dalam 5 kecamatan, yaitu: Kecamatan Laweyan, Kecamatan Serengan, Kecamatan Banjarsari, Kecamatan Pasar Kliwon, dan Kecamatan Jebres. Berdasarkan metode penelitian, penulis membutuhkan alat dan bahan untuk membantu dalam proses pengumpulan data dan pengambilan sampel di lokasi. Alat yang dipergunakan dalam penelitian ini berupa peralatan pribadi dan laboratorium. Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data-data yang mengenai informasi seputar kondisi Kota Surakarta berupa peta topografi, data hidrologi dan data analisis hidrologi. Pada studi ini metode yang dipakai adalah Deskriptif Evaluatif, yaitu metode studi yang mengevaluasi kondisi obyektif / apa adanya pada suatu keadaan yang sedang menjadi obyek studi (Supriharyono, 2002). Obyek studi yang dimaksud adalah, sistem jaringan drainase di Kota Surakarta. Analisis data yang dipakai adalah (1) analisis hidrologi; (2) analisis hidrolika; dan (3) analisis sumur resapan menurut Sunjoto.

Kapasitas drainase eksisting masing-masing Sub DAS sekunder 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 di lokasi studi berdasarkan data curah hujan Q_{25} adalah 15,4 m³/s, 25,84 m³/s, 18,8 m³/s, 24,48 m³/s, 8,06 m³/s dan 53,88 m³/s, sehingga pada sub DAS 1, 3 dan 5 tidak mampu menampung debit banjir Q_{25} tahun; Debit kapasitas saluran primer Kali Pepe Hilir sebesar 189,60. Sehingga kapasitas saluran mampu untuk menampung debit banjir Kali Pepe Hilir; Kebutuhan sumur resapan yaitu pada sub DAS 1, Sub DAS 3 dan Sub DAS 5, desain sumur resapan dengan diameter 0,75 m, kedalaman 3,0 m dan debit banjir yang mampu ditampung oleh sumur resapan (Q_0) = 0,0137 m³/s, 0,0094 m³/s, 0,00089 m³/s. Sehingga jumlah sumur resapan masing-masing Sub DAS sebanyak 1193, 1493, dan 1513 sumur resapan.

Kata Kunci: Analisis Hidrologi, Kapasitas Drainase, Sumur Resapan

Analisis Hidrologi Dan Kapasitas Sistem Drainase Kota Surakarta

Fajar Priyo Hutomo, Rezha Firmansyah

^{1,2)} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)
Kampus Unnes Gd E4, Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229, email: fajarpriyo22@yahoo.com

³⁾ Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Terkenal
Kampus Terkenal, Semarang 50000, email: masrheza94@gmail.com

Dr. Eng. Yeri Sutopo, M.Pd., M.T.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)
Kampus Unnes Gd E4, Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

Karuniadi Satrijo Utomo, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang (UNNES)
Kampus Unnes Gd E4, Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229

Abstract: Flooding is the flow of river water much higher than the normal water level, so overflow of the riverbed caused inundation in low land on the river side. Natural factors of flooding rainfall the city is very much and not balanced with good water catchment areas. Surakarta City Flooded caused by several factors, one of which is the local flood water and flood. Local flooding caused by heavy rainfall, especially during the rainy season and the flood caused by the flow in the upstream DAS Solo is the Gajah Mungkur Wonogiri and sub DAS – sub DAS which empties into the Bengawan Solo. Kali Pepe Hilir located in the center of the city of Surakarta is one of the frequent flooding of the river city.

This case study was conducted in Surakarta. Surakarta City area reached 44.04 km² and is divided into five districts, namely: District Laweyan, District Serengan, District Banjarsari, Pasar Kliwon, and District Jebres. Based on research methods, the authors need tools and materials to assist in the process of data collection and sampling locations. The tools used in this study are personal and laboratory equipment. The materials needed in this research is data concerning information about the condition of Surakarta in the form of topographic maps, hydrology and hydrological documents. This study method used is Descriptive Evaluative, the method of studies that evaluated the objective condition / what a situation that has become an object of study (Supriharyono, 2002). Object of study in question is, drainage network system in Surakarta. Analysis of the data used is (1) an analysis of hydrology; (2) analysis of hydraulics; and (3) analysis according Sunjoto recharge wells.

Existing drainage capacity of each subzone Secondary 1, 2, 3, 4, 5 and 6 in the study area based on the rainfall Q25 is 15.4 m³ / s, 25.84 m³ / s, 18.8 m³ / s, 24.48 m³ / s, 8.06 m³ / s and 53.88 m³ / s, so that the sub-basins 1, 3 and 5 are not able to accommodate the flood discharge Q25 year; discharge Kali Pepe primary channel capacity downstream of 189.60. Keywords: Analysis of Hydrology, drainage capacity, Infiltration Wells. So that the channel capacity is able to accommodate the flood discharge Kali Pepe Downstream; Needs recharge wells are in sub DAS 1, subzone subzone 3 and 5, Design absorption wells in diameter 0.75 m, a depth of 3.0 m and the flood discharge that can be accommodated by infiltration wells (Q₀) = 0.0137 m³ / s, 0.0094 m³ / s, 0.00089 m³ / s. So the number of recharge wells each subzone as much as in 1193, 1493 and 1513 infiltration wells.

Keywords: Analysis of Hydrology, drainage capacity, Infiltration Wells

KATA PENGANTAR

Puji Tuhan penulis ucapkan kepada Tuhan atas segala nikmat dan kasih karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Hidrologi Dan Kapasitas Sistem Drainase Kota Surakarta” merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi jenjang strata satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Negeri Semarang.

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada bergagai pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan do’a, baik secara langsung maupun tidak langsung atas terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini, kepada yang terhormat:

1. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang;
2. Dra. Sri Handayani, M.Pd., Kajar Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang;
3. Dr. Eng. Yeri Sutopo, M.Pd., M.T. dan Karuniadi Satrijo Utomo, S.T., M.T., dosen pembimbing. Terimakasih berlimpah penulis aturkan atas semua waktu, bimbingan, saran serta nasihat yang diberikan selama penyusunan Tugas Akhir ini;
4. Semua dosen dan karyawan di jurusan Teknik Sipil, terimakasih atas ilmu yang diajarkan kepada penulis serta bantuannya;

5. Kedua orang tua, seandainya ada kata yang lebih tinggi dari terimakasih di dalam KBBI, kata itu yang akan penulis gunakan untuk semua yang telah penulis terima selama hidup;
6. Ety Sundari, terimakasih atas motivasi yang tiada henti dalam penyelesaian tugas akhir ini;
7. Sahabat seperjuangan di Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang, terimakasih atas kasih sayang pertemanan yang kalian berikan. Terimakasih, terimakasih.

Di dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis telah berusaha maksimal, walaupun demikian, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis akan selalu menerima segala bentuk hal baik untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.

KATA PENGANTAR

Puji Tuhan penulis ucapkan kepada Tuhan atas segala nikmat dan kasih karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Hidrologi Dan Kapasitas Sistem Drainase Kota Surakarta” merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi jenjang strata satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Negeri Semarang.

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada bergagai pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan do’a, baik secara langsung maupun tidak langsung atas terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini, kepada yang terhormat:

1. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang;
2. Dra. Sri Handayani, M.Pd., Kajar Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang;
3. Dr. Eng. Yeri Sutopo, M.Pd., M.T. dan Karuniadi Satrijo Utomo, S.T., M.T., dosen pembimbing. Terimakasih berlimpah penulis aturkan atas semua waktu, bimbingan, saran serta nasihat yang diberikan selama penyusunan Tugas Akhir ini;
4. Semua dosen dan karyawan di jurusan Teknik Sipil, terimakasih atas ilmu yang diajarkan kepada penulis serta bantuannya;

5. Kedua orang tua, seandainya ada kata yang lebih tinggi dari terimakasih di dalam KBBI, kata itu yang akan penulis gunakan untuk semua yang telah penulis terima selama hidup;
6. Sahabat seperjuangan di Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang, terimakasih atas kasih sayang pertemanan yang kalian berikan. Terimakasih, terimakasih.

Di dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis telah berusaha maksimal, walaupun demikian, penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis akan selalu menerima segala bentuk hal baik untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini.

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Persetujuan Pembimbing	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Keaslian Karya Ilmiah	iv
Abstrak	v
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel.....	xiv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	8
1.3 Pembatasan Masalah	10
1.4 Rumusan Masalah	10
1.5 Tujuan Penelitian	11
1.6 Manfaat Penelitian	11
1.6.1 Manfaat Teoritik	11
1.6.2 Manfaat Praktik.....	12
1.7 Lokasi Studi	12
1.8 Sistematika Penyusunan Laporan	13

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	16
2.1 TINJAUAN PUSTAKA.....	16
2.1.1 Sistem Drainase	16
2.1.2 Macam-macam Drainase	17
2.1.3 Permasalahan Drainase Perkotaan	19
2.2 ANALISIS HIDROLOGI	21
2.2.1 Pengertian Daur Hidrologi	21
2.2.2 Presipitasi	23
2.2.3 Infiltrasi / Perkolasi	24
2.3 LANDASAN TEORI	25
2.3.1 Curah Hujan	25
2.3.2 Perhitungan Distribusi Curah Hujan Rata-rata	27
2.3.3 Analisis Frekuensi.....	30
2.3.4 Air Limbah Rumah Tangga	31
2.3.5 Debit Air Kotor	32
2.3.6 Debit Banjir	33
2.3.7 Evaluasi Saluran Drainase Terhadap Debit Rencana	35
2.3.8 Debit Banjir Rencana (Rencana Sistem).....	36
2.4 Analisis Sumur Resapan	37
2.5 Kapasitas Saluran Terbuka	39
2.6 Hipotesis	43
BAB III METODE PENELITIAN	44
3.1 Lokasi dan Waktu	44

3.1.1	Lokasi	44
3.1.1.1	Wilayah Administrasi	44
3.1.1.2	Kondisi Topografi	46
3.1.1.3	Klimatologi	47
3.1.1.4	Fisiografi	47
3.1.2	Waktu.....	48
3.2	Metode Penelitian	48
3.3	Alat dan Bahan	49
3.3.1	Alat.....	49
3.3.2	Bahan	49
3.4	Langkah-Langkah Penelitian	50
3.5	Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data	52
3.5.1	Pengumpulan Data Primer	52
3.5.2	Pengumpulan Data Sekunder	52
3.6	Analisa Data	53
3.6.1	Analisa Hidrologi	53
3.6.2	Analisa Kapasitas Saluran	55
3.6.3	Analisa Sumur Resapan	57
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		59
4.1	Gambaran Umum Daerah Penelitian	59
4.1.1	Kondisi dan Letak Geografis	59
4.1.2	Wilayah Administrasi	60
4.1.3	Kondisi Topografi	62

4.1.4	Klimatologi	63
4.1.5	Fisiografi	64
4.1.6	Aspek Kependudukan	64
4.2	Kondisi Eksisting Jaringan Drainase	65
4.3	Pengolahan Data Curah Hujan.....	67
4.3.1	Uji Konsistensi Data Hujan	69
4.3.2	Uji Abnormal Data (<i>Uji Inlier-Outlier</i>)	71
4.4	Analisis Frekuensi	73
4.5	Metode <i>Uji Chi-Kuadrat</i>	76
4.6	Hujan Rancangan	79
4.7	Debit Banjir Rancangan Saluran Sekunder Kali Pepe Hilir	82
4.8	Dimensi Saluran Sekunder Kali Pepe Hilir	93
4.9	Debit Air Kotor	106
4.9.1	Debit Air Kotor Masing-masing SUB DAS Sekunder	107
4.10	Sumur Resapan	108
4.10.1	Perhitungan Sumur Resapan SUB DAS 1	110
4.10.2	Perhitungan Sumur Resapan SUB DAS 3	111
4.10.3	Perhitungan Sumur Resapan SUB DAS 5	111
4.11	Analisis Debit Banjir Kali Pepe Hilir	112
4.11.1	Analisis Debit Banjir Kali Pepe Hilir I	114
4.11.2	Analisis Debit Banjir Kali Pepe Hilir II.....	116
4.11.3	Analisis Debit Banjir Kali Pepe Hilir III	117
4.11.4	Analisis Debit Banjir Kali Pepe Hilir IV	118

4.11.5	Analisis Debit Banjir Kali Pepe Hilir V	120
4.11.6	Analisis Debit Banjir Kali Pepe Hilir VI	121
4.12	Analisis Dimensi Saluran Kali Pepe Hilir	122
BAB V SIMPULAN DAN SARAN		124
5.1	Simpulan	124
5.2	Saran	125
Daftar Pustaka		126

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta agihan banjir tahun 2001	5
Gambar 1.2	Peta administrasi Kota Surakarta	13
Gambar 2.1	Daur Hidrologi	21
Gambar 2.2	Konstruksi sumur resapan	39
Gambar 2.3	Penampang saluran terbuka bentuk persegi	39
Gambar 2.4	Penampang saluran terbuka bentuk trapesium	40
Gambar 3.1	Peta studi jaringan drainase Kali Pepe Hilir Kota Surakarta	45
Gambar 3.2	Peta lokasi Kali Pepe Hilir	46
Gambar 3.3	Peta Fisiografi Jawa Tengah dan Jawa Timur.....	48
Gambar 3.4	Penampang saluran terbuka bentuk persegi	55
Gambar 3.5	Penampang saluran terbuka bentuk trapesium	56
Gambar 3.6	Konstruksi sumur resapan.....	58
Gambar 4.1	Peta administrasi Kota Surakarta	60
Gambar 4.2	Peta sistem Kali Pepe Hilir.....	61
Gambar 4.3	Peta studi jaringan drainase Kali Pepe Hilir Kota Surakarta.	62
Gambar 4.4	Peta lokasi Kali Pepe Hilir	63
Gambar 4.5	Peta Fisiografi Jawa Tengah dan Jawa Timur	64
Gambar 4.6	Peta Sistem Kali Pepe Hilir	66
Gambar 4.7	Peta studi jaringan drainase Kali Pepe Hilir Kota Surakarta.	67
Gambar 4.8	Saluran drainase Sub DAS 1	95
Gambar 4.9	Saluran drainase Sub DAS 2	97
Gambar 4.10	Saluran drainase Sub DAS 3	99

Gambar 4.11 Saluran drainase Sub DAS 4	101
Gambar 4.12 Saluran drainase Sub DAS 5	103
Gambar 4.13 Saluran drainase Sub DAS 6	105
Gambar 4.14 Penampang melintang saluran kali pepe hilir PP 44+72.....	114
Gambar 4.15 Peta saluran keluar sub DAS 1	115
Gambar 4.16 Dimensi saluran keluar sub DAS 2	116
Gambar 4.17 Penampang melintang saluran kali pepe hilir PP 29	116
Gambar 4.18 Dimensi saluran keluar sub DAS 3	117
Gambar 4.19 Penampang melintang saluran kali pepe hilir PP 25	117
Gambar 4.20 Penampang melintang saluran kali pepe hilir PP 14+13.....	118
Gambar 4.21 Dimensi saluran keluar sub DAS 4	119
Gambar 4.22 Dimensi saluran keluar sub DAS 5	120
Gambar 4.23 Penampang melintang saluran kali pepe hilir PP 6+50.....	120
Gambar 4.24 Penampang melintang saluran kali pepe hilir PP 6	121
Gambar 4.25 Dimensi saluran keluar sub DAS 6	121

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kejadian banjir di Kota Surakarta.....	2
Tabel 2.1 Nama sungai dan posisi letaknya di Kota Surakarta.....	22
Tabel 2.2 Keadaan curah hujan dan intensitas curah hujan	26
Tabel 2.3 Derajat curah hujan dan intensitas curah hujan	26
Tabel 2.4 Ukuran, massa dan kecepatan jatuh butir hujan.....	27
Tabel 2.5 Penggunaan air di kota dan jumlah yang dipakai di USA	32
Tabel 2.6 <i>Coefisient Run Off</i>	33
Tabel 2.7 <i>Harga Koefisien Manning</i>	41
Tabel 2.8 <i>Harga Kekasaran Bazin</i>	41
Tabel 3.1 Rincian Kecamatan & Kelurahan yang Terkait	45
Tabel 3.2 Data Klimatologi Bulanan di Stasiun Pabelan	47
Tabel 3.3 Alat dan Bahan.....	50
Tabel 3.4 Pengumpulan Data	53
Tabel 4.1 Rincian Kecamatan & Kelurahan yang Terkait	61
Tabel 4.2 Data Klimatologi Bulanan di Stasiun Pabelan	63
Tabel 4.3 Jumlah Penduduk Kota Surakarata	65
Tabel 4.4 Wilayah dan Jaringan Drainase Sub Sistem	66
Tabel 4.5 Hujan Harian Maksimum Stasiun Pabelan	68
Tabel 4.6 Uji Kepanggahan Metode RAPS Stasiun Hujan Pabelan	70
Tabel 4.7 <i>Nilai $Q/(n^{0,5})$ dan $R/(n^{0,5})$</i>	71
Tabel 4.8 Nilai K_n untuk <i>Uji Inlier - Outlier</i>	71
Tabel 4.9 <i>Uji Inlier-Outlier</i>	72

Tabel 4.10 Parameter Statistik Curah Hujan.....	74
Tabel 4.11 Macam metode distribusi frekuensi	75
Tabel 4.12 Nilai kritis <i>Uji Chi Kuadrat</i>	78
Tabel 4.13 Uji keselarasan sebaran <i>Uji Chi Kuadrat</i>	78
Tabel 4.14 Perhitungan <i>standar deviasi</i> curah hujan	79
Tabel 4.15 Faktor frekuensi periode ulang 25 tahun.....	81
Tabel 4.16 Perhitungan curah hujan rencana periode ulang T tahun.....	82
Tabel 4.17 Curah hujan rancangan periode ulang T tahun	82
Tabel 4.18 Debit banjir Q_{25} masing-masing sub DAS	93
Tabel 4.19 Perhitungan debit kapasitas masing-masing sub DAS	105
Tabel 4.20 Perbandingan Q debit banjir dan Q kapasitas	106
Tabel 4.21 Debit air buangan penduduk kawasan masing-masing DAS	108
Tabel 4.22 Debit rancangan	108
Tabel 4.23 Kebutuhan sumur resapan.....	109
Tabel 4.24 Uji permeabilitas tanah (<i>Falling Head Permeameter</i>)	110
Tabel 4.25 Perhitungan jumlah sumur resapan	112
Tabel 4.26 Debit banjir rencana kali pepe	114

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar denah situasi Kali Pepe Hilir	129
Lampiran 2 Gambar penampang melintang Kali Pepe Hilir.....	139
Lampiran 3 Tabel nilai K_n untuk uji <i>Inlier – Outlier</i>	142
Lampiran 4 Tabel luas daerah dibawah kurva normal	143
Lampiran 5 Tabel <i>Recuded Mean (Yn)</i>	147
Lampiran 6 Tabel <i>Recuded Standar (Sn)</i>	148
Lampiran 7 Tabel Koefisien limpasan untuk metode rasional.....	149
Lampiran 8 Tabel tipikal harga koefisien kekasaran <i>Manning</i>	150
Lampiran 9 Permohonan data kepada KESBANGPOL Kota Surakarta.....	151
Lampiran 10 Permohonan data kepada BAPPEDA Kota Surakarta.....	152
Lampiran 11 Permohonan data kepada DPU Kota Surakarta Sub Drainase	153
Lampiran 12 Permohonan data kepada BPBD Kota Surakarta	154
Lampiran 13 Permohonan data kepada Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo Kota Surakarta	155

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir adalah aliran air sungai yang tingginya melebihi muka air normal, sehingga melimpas dari palung sungai menyebabkan adanya genangan pada lahan rendah di sisi sungai. Aliran air limpasan tersebut yang semakin meninggi, mengalir dan melimpasi muka tanah yang biasanya tidak dilewati aliran air (Bakornas PB 2007). Ada dua peristiwa banjir, pertama peristiwa banjir/genangan yang terjadi pada daerah yang biasanya tidak terjadi banjir dan kedua peristiwa banjir terjadi karena limpasan air banjir dari sungai karena debit banjir tidak mampu dialirkan oleh alur sungai atau debit banjir lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada. Peristiwa banjir sendiri tidak menjadi permasalahan, apabila tidak mengganggu terhadap aktivitas atau kepentingan manusia dan permasalahan ini timbul setelah manusia melakukan kegiatan pada daerah dataran banjir.

Faktor alamiah terjadinya banjir kota adalah curah hujan yang sangat banyak dan tidak diimbangi dengan daerah resapan air yang baik. Hujan akan menyerap ke dalam tanah dan kemudian diikat oleh akar pepohonan dan dialirkan lagi melalui aliran air semacam sungai yang pada akhirnya bermuara lagi di lautan, Secara umum sarana drainase di perkotaan sudah baik hanya saja banyak di antaranya yang mengalami alih fungsi sehingga tidak lagi bisa menahan laju banjir. Misalnya saja sungai di perkotaan, banyak masyarakat yang membuang sampah di sungai sehingga berpotensi menyumbat aliran air.

Tergenangnya daerah Kota Surakarta disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah air banjir lokal dan banjir kiriman. Banjir lokal diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi, terutama saat musim hujan dan banjir kiriman yang disebabkan oleh aliran di daerah hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Solo yaitu Waduk Gajah Mungkur Wonogiri dan Sub DAS – Sub DAS yang bermuara di Bengawan Solo.

Kota Surakarta pernah mengalami kejadian banjir. Berdasarkan hasil observasi, Public Participation Geographic Information System (PPGIS), dan dokumentasi dari berbagai instansi pemerintah, diperoleh data kejadian banjir. Uraian mengenai keterjadian bencana banjir masa lalu adalah sebagai berikut:

Kota Surakarta pernah mengalami banjir yang diakibatkan oleh meluapnya Bengawan Solo adalah sebagai berikut :

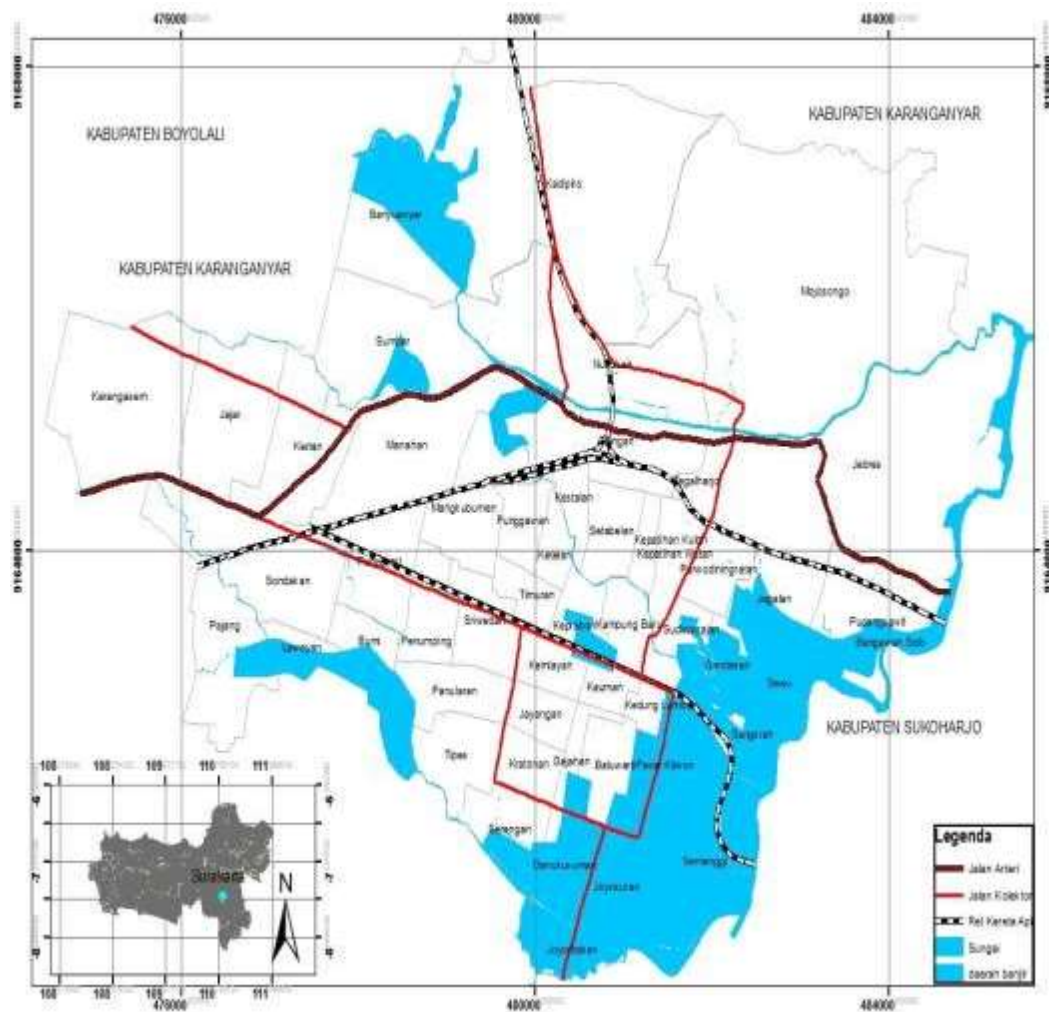
Tabel 1.1 Kejadian Banjir di Kota Surakarta

No	Kejadian Banjir	Debit Banjir	Keterangan
1	Banjir Bulan Maret 1966	4000 m ³ /s di Jurang gempal dan 2000 m ³ /s di Jurug.	Tanggul penahan banjir di bagian tenggara kota jebol, banjir mengakibatkan hamper sepertiga luas Kota Surakarta terendam.
2	Banjir Bulan Maret 1968, Maret 1973, Februari 1974	-	Diakibatkan oleh distribusi hujan yang seragam di Bengawan Solo

No	Kejadian Banjir	Debit Banjir	Keterangan
3	Banjir Bulan Maret 1975	-	Merupakan banjir terbesar yang tercatat pada stasiun pengamat Dengkeng, banjir juga melanda daerah-daerah DAS Dengkeng yaitu Klaten, Sukoharjo, dan Boyolali.
4	Banjir Bulan Januari 1982	1100 m ³ /s di Jurug dan 1974 m ³ /s di Karangnongko.	Debit banjir di Jurug setara dengan periode ulang 30 tahun.
5	Banjir Bulan Februari 1993	-	Daerah genangan sepanjang Kali Pelemwulung, daerah di sekitar tanggul luar, Kali Jenes dan Kali Pepe Hilir.
6	Banjir Bulan Desember 2007	1986 m ³ /s di Jurug.	Banjir ini disebabkan back water dari aliran tengah kota (Kali Pepe, Kali Tanggul dan Kali Wingko). Dampaknya terjadi genangan hamper 100 % di Kelurahan Sewu dan Joyotakan. Daerah yang sering mengalami banjir adalah daerah rendah dengan ketinggian kurang dari 86 meter dpal.

7	Banjir Tahun 2009	-	yaitu Kelurahan Pasar Kliwon, Kelurahan Joyosuran, Kelurahan Bumi, Kelurahan Kadapiro dan Kelurahan Nusukan.
8	Banjir Tahun 2010	-	Banjir terjadi karena hujan derang yang berlangsung di kawasan hulu Bengawan Solo yang menyebabkan Bengawan Solo meluap.
9	Banjir Tahun 2013	-	Terjadi akibat luapan Kali Pepe dan Bengawan Solo. Kelurahan yang terendam Kelurahan Serengan, Kelurahan Pucangsawit, Kelurahan Sewu dan Kelurahan Mojongsongo.

Sumber : BAPPEDA Kota Surakarta



Gambar 1.1 Peta Agihan Banjir Tahun 2007

Menurut BAKORNAS PB (2007: 4), mitigasi adalah upaya untuk mengurangi resiko bencana, baik melalui pembangunan fisik, maupun penyegaran dan peningkatan kemampuan menghadapi bencana. Mitigasi adalah tahapan atau langkah memperingan resiko yang ditimbulkan oleh bencana. Dalam hal ini mitigasi terdapat dua bagian penting yaitu pengurangan dan pencegahan bencana (Priambodo, 2009: 17)

Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana no 1 Tahun 2012. Desa/Kelurahan Tangguh Bencana adalah desa/kelurahan yang memiliki kemampuan mandiri untuk beradaptasi dan menghadapi potensi ancaman bencana, serta memulihkan diri dengan segera dari dampak-dampak bencana yang merugikan. Pemerintah Daerah (BPBD) tingkat kabupaten/kota perlu berperan aktif dalam mendorong dan memfasilitasi desa-desa/kelurahan agar tangguh bencana “Sigap dan tanggap bencana”. Peran pemerintah desa/kelurahan akan diatur dengan lebih terinci dalam pedoman yang akan diterbitkan.

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota. Drainase juga dapat diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas, dimana drainase merupakan salah satu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Sistem drainase di wilayah Kota Surakarta pada mulanya dibangun untuk kepentingan Kraton dan selanjutnya dikembangkan sebagai sistem drainase kota. Jaringan drainase di Surakarta dibedakan menjadi dua bagian yaitu drainase alam dan drainase kota. Drainase alam pada umumnya merupakan sungai-sungai yang melintas di tengah kota seperti Kali Sumber, Kali Pepe, dan Kali Anyar, yang berfungsi sebagai penampung pengaliran drainase kota dan air hujan yang diteruskan ke laut melalui Sungai Bengawan Solo. Drainase kota mengalirkan air permukaan baik berupa genangan akibat air hujan maupun air buangan dari rumah tangga.

Panjang drainase adalah sebagai berikut : drainase primer 35,7 km ; drainase sekunder 67,5 km ; drainase tersier 455,3 km. Drainase kota dilengkapi dengan pintu air di 30 lokasi dan pompa-pompa air pengendali banjir. Selain itu, prasarana lainnya yaitu bangunan utama yang meliputi stasiun pompa di 6 lokasi, pintu air di 30 lokasi, tanggul sebanyak 5 unit, dan dam 2 unit.

Banjir di kota Surakarta sebagian besar terjadi karena luapan sungai yang mengalir di wilayah Surakarta. Banjir akibat luapan Bengawan Solo terjadi di Kota Surakarta dikarenakan letak Kota Surakarta yang merupakan bagian wilayah hulu Bengawan Solo dan memiliki elevasi muka tanah yang relatif rendah (Kepmen PU No 266 Tahun 2010 tentang Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Bengawan Solo). Pada saat debit Bengawan Solo naik maka wilayah Surakarta akan terjadi genangan bahkan banjir. Pada kasus banjir yang terjadi pada anak sungai Bengawan Solo, pada umumnya karena penurunan fungsi sungai sebagai saluran drainase primer kota yang dilihat dari buruknya kondisi badan sungai sehingga meningkatkan potensi terjadi banjir akibat luapan sungai tersebut.

Gambaran permasalahan di atas dapat dikatakan Kota Surakarta merupakan daerah yang selalu memiliki permasalahan sanitasi utamanya dalam pembuangan air, baik dari air hujan maupun dari limbah domestik. Permasalahan ini menjadi rumit dengan adanya pengaruh aliran saluran drainase dan bangunan drainase. Kerugian banjir atau genangan yang dialami oleh sektor pemerintah, sektor swasta, maupun masyarakat yang secara rutin setiap tahun mengarah pada kerugian permanen yang sangat merugikan dan menyulitkan semua pihak.

Oleh sebab itu, dalam upaya mengoptimalkan fungsi saluran drainase Kota Surakarta terdapat masalah pokok yaitu terjadinya genangan di daerah Kota Surakarta serta permasalahan konsep perencanaan operasional drainase. Berdasar latar belakang di atas, maka untuk mengadakan studi tugas akhir dengan judul “Analisis Hidrologi Dan Kapasitas Sistem Drainase Kota Surakarta“ yang merupakan penelitian judul ini sangat penting untuk mengoptimalkan fungsi saluran drainase di kawasan Kota Surakarta dengan harapan akan memberikan pengaruh positif dalam mengendalikan banjir yang mengakibatkan terganggunya baik alur transportasi darat maupun kawasan pemukiman dan kawasan industri di Kota Surakarta dan sekitarnya.

1.2 Identifikasi Masalah

Permasalahan drainase perkotaan cukup banyak, beberapa hal yang dapat diidentifikasi adalah :

a. Letak geografis

Secara umum kota Surakarta ditinjau dari letak geografis kota surakarta merupakan dataran rendah dan berada antara pertemuan kali/sungai-sungai Pepe, Jenes dengan Bengawan Solo, yang mempunyai ketinggian kurang lebih 92 dari permukaan air laut, sehingga terjadi banjir dalam kota, yang mengidentifikasi bahwa kapasitas drainase di seberapa wilayah terjadi masalah.

b. Iklim

Menurut klasifikasi iklim Koppen, Surakarta memiliki iklim muson tropis dengan suhu udara relatif konsisten 30 derajat celcius.

c. Topografi dan geologi

Kota Surakarta sebagian besar berupa tanah kering dengan penggunaan sebagian besar adalah lahan pemukiman seluas 2.715,61 Ha (61,66%), lahan untuk usaha lain sebesar 399,44 Ha (9,07%) dan untuk lahan industri sebesar 101,42 Ha (2,3%).

d. Pengambilan air tanah

Berdasarkan perkiraan dari SSUDP Surakarta Water Supply (1993), bahwa penggunaan air tanah di Kotamadya Surakarta adalah pengambilan airtanah oleh PDAM dengan debit sebesar 118 liter/detik atau 10.195,2 m³/hari (6 sumur bor artesis). Sedangkan pengambilan air tanah oleh perusahaan atau pengambilan airtanah oleh perusahaan atau perorangan melalui sumur bor diperkirakan debitnya sebesar 683liter/detik atau 59.001,2 m³/hari.

e. Sumur resapan

Penduduk Kota Surakarta masih sedikit menggunakan Sumur Resapan Air Hujan (SRAH), ini merupakan salah satu langkah struktural dalam konsep sistem drainase yang berkelanjutan. Banyak keuntungan pembuatan sumur resapan air hujan yaitu: meningkatnya limpasan permukaan, disamping akan menambah beban sistem drainase di bagian hilir, juga menurunkan pengisian air tanah, sehingga memberi kontribusi terhadap keseimbangan siklus hidrologi. Oleh karena itu, salah satu solusi adalah mengembalikan fungsi resapan secara artifisial.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan uraian identifikasi masalah di atas, nampak bahan permasalahan yang berhubungan dengan drainase cukup banyak, oleh karena itu agar penelitian ini menjadi lebih fokus, maka perlu dibatasi, yaitu:

- a. Permasalahan yang diuraikan di atas, di fokuskan pada analisis hidrologi Kota Surakarta;
- b. Wilayah penelitian hanya meliputi DAS Kali Pepe hilir, yang terdiri dari Sub DAS 1, 2, 3, 4, 5 dan 6;
- c. Drainase yang dianalisis meliputi saluran primer dan sekunder. Drainase primer yaitu Kali Pepe hilir;
- d. Struktur bangunan drainase tidak di bahas;
- e. Rencana anggaran biaya tidak dibahas dalam penelitian;
- f. Analisis mengenai dampak lingkungan tidak dibahas.

1.4 Rumusan Masalah

Melihat pentingnya pengurangan risiko bencana banjir di Kota Surakarta, dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut :

- a. Bagaimanakah curah hujan rencana (Q_{25}) tahunan untuk drainase Kota Surakarta?
- b. Bagaimanakah debit banjir rencana (Q_{25}) tahunan untuk drainase Kota Surakarta?
- c. Bagaimanakah kapasitas drainase eksisting saluran sekunder di Sub DAS 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 dalam mengelola (Q_{25}) tahunan?

- d. Bagaimanakah kapasitas drainase eksisting saluran primer Kali Pepe Hilir dalam mengelola (Q_{25}) tahunan?
- e. Bagaimanakah kebutuhan sumur resapan dalam membantu mengendalikan saluran drainase pada (Q_{25}) tahunan?

1.5 Tujuan Penelitian

- a. Mengidentifikasi curah hujan rencana (Q_{25}) tahunan untuk Kota Surakarta;
- b. Mengidentifikasi debit banjir rencana (Q_{25}) tahunan untuk drainase Kota Surakarta;
- c. Mengevaluasi kapasitas drainase eksisting saluran sekunder di Sub DAS 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 dalam mengelola (Q_{25}) tahunan;
- d. kapasitas drainase eksisting saluran primer Kali Pepe dalam mengelola (Q_{25}) tahunan;
- e. Menentukan kebutuhan sumur resapan dalam membantu mengendalikan saluran drainase pada (Q_{25}) tahunan

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dibagi 2, meliputi (1) Manfaat teoritik dan (2) Manfaat Praktik.

1.6.1. Manfaat Teoritik

- a. Mendukung konsep sistem drainase berkelanjutan seperti yang dikemukakan oleh Suripin (2004);
- b. Mendukung konsep perhitungan sumur resapan yang di kemukakan oleh Sunjoto (2011).

1.6.2. Manfaat Praktik

- a. Mencegah dan mengurangi dampak negatif akibat terjadinya banjir di Kali Pepe;
- b. Mengembangkan desain drainase sebagai pengendali banjir di Kali Pepe Surakarta;
- c. Hasil penelitian ini dapat memberikan tambahan informasi kepada masyarakat dan Dinas Pekerjaan Umum wilayah Kota Surakarta dalam hal perencanaan sistem drainase, khususnya Kali Pepe hilir.

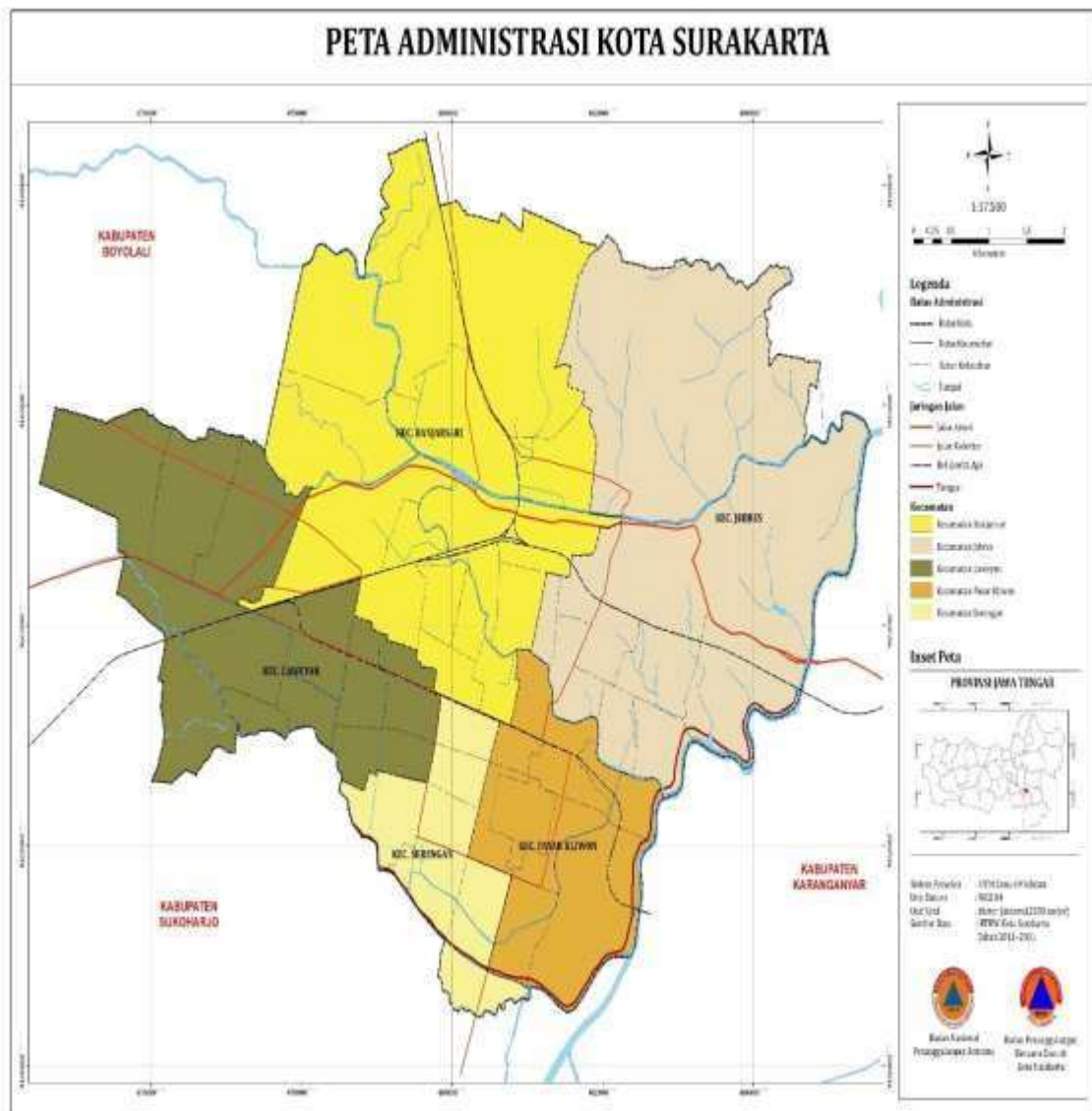
1.7 Lokasi Studi

Lokasi dan studi “Analisis Hidrologi Dan Kapasitas Sistem Drainase Kota Surakarta “ dibatasi oleh:

Wilayah Kota Surakarta atau lebih dikenal Kota Solo merupakan dataran rendah dengan ketinggian ± 92 m dari permukaan laut dengan batas-batas sebagai berikut:

- a. Batas Utara = Kabupaten Boyolali
- b. Batas Timur = Kabupaten Karanganyar
- c. Batas Selatan = Kabupaten Sukoharjo
- d. Batas Barat = Kabupaten Sukoharjo

Luas wilayah Kota Surakarta mencapai $44,04 \text{ km}^2$ yang terbagi dalam 5 kecamatan yaitu: Kecamatan Laweyan, Kecamatan Serengan, Kecamatan Banjarsari, Kecamatan Pasar Kliwon, dan Kecamatan Jebres. Sebagian besar lahan dipakai sebagai tempat pemukiman sebesar 65%. Sedangkan untuk kegiatan ekonomi juga memakan tempat yang cukup besar juga yaitu berkisar antar 16% dari luas lahan yang ada.



Gambar 1.2 Peta Administrasi Kota Surakarta

1.8 Sistematika Penyusunan Laporan

Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari tiga bagian yang berhubungan dengan masalah drainase. Secara garis besar sistematika penyusunan laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagian Awal terdiri dari :

- Halaman judul
- Halaman Pengesahan

- Moto dan Persembahan
- Abstrak
- Kata Pengantar
- Daftar Isi
- Daftar Tabel
- Daftar Gambar

2. Bagian isi terdiri dari :

BAB I. PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penyusunan laporan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang tinjauan pustaka dan dasar teori yang memberikan uraian secara teoritis tentang drainase perkotaan, analisis data hidrologi dan pengertian serta tahapan perencanaan kapasitas saluran drainase.

BAB III. METODE PENELITIAN

Berisi tentang sistematika penelitian dan penulisan, langkah langkah atau prosedur pengambilan, dan metode pengolahan data dari hasil penelitian.

BAB IV. PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang pengumpulan data, pengolahan data dan pembahasan. dipaparkan hasil dari pengolahan data hidrologi berupa debit banjir dan curah hujan yang terjadi di Kota Surakarta, dan desain kapasitas saluran drainase.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang penutup dari keseluruhan penulisan yang berisi kesimpulan yang didapatkan dari studi yang dilakukan dan saran saran untuk bahan referensi pelaksanaan studi selanjutnya atau yang serupa.

3. Bagian Akhir terdiri dari :

Daftar Pustaka

Daftar pustaka berisi sumber dan referensi yang dijadikan sebagai pendukung dalam penulisan tugas akhir.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 TINJAUAN PUSTAKA

2.1.1 Sistem Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu (Suripin, 2004).

Sesuai dengan prinsip sebagai jalur pembuangan maka pada waktu hujan, air yang mengalir di permukaan diusahakan secepatnya dibuang agar tidak menimbulkan genangan yang dapat mengganggu aktivitas dan bahkan dapat menimbulkan kerugian.

Adapun fungsi drainase menurut R. J. Kodoatie adalah: 1) Membebaskan suatu wilayah (terutama yang padat dari permukiman) dari genangan air, erosi dan banjir. 2) Karena aliran lancar maka drainase juga berfungsi memperkecil resiko kesehatan lingkungan, bebas dari malaria (nyamuk) dan penyakit lainnya. 3) Kegunaan tanah permukiman padat akan menjadi lebih baik karena terhindar dari kelembaban. 4) Dengan sistem yang baik tata guna lahan dapat dioptimalkan dan

juga memperkecil kerusakan-kerusakan struktur tanah untuk jalan dan bangunan lainnya. Sistem drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004).

Bangunan dari sistem drainase pada umumnya terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*), dan badan air penerima (*receivingwaters*).

2.1.2 Macam – Macam Drainase

Drainase dibagi menjadi tiga yaitu; (1) Drainase jalan raya dibedakan untuk perkotaan dan luar kota. Umumnya di perkotaan dan luar perkotaan, drainase jalan raya selalu mempergunakan drainase muka tanah (*Surface drainage*). Di perkotaan saluran muka tanah selalu ditutup sebagai bahu jalan atau trotoar. Walaupun juga sebagaimana diluar perkotaan, ada juga saluran drainase muka tanah tidak tertutup (terbuka lebar), dengan sisi atas saluran rata dengan muka jalan sehingga air dapat masuk dengan bebas. Drainase jalan raya perkotaan elevasi sisi atas selalu lebih tinggi dari sisi atas muka jalan. Air masuk ke saluran melalui inflet. Inlet yang ada dapat berupa inlet tegak ataupun inlet horizontal. Untuk jalan raya yang lurus, kemungkinan letak saluran pada sisi kiri dan sisi kanan jalan. Jika jalan ke arah lebar miring ke arah tepi, maka saluran akan terdapat pada sisi tepi jalan atau pada bahu jalan, sedangkan jika kemiringan arah lebar jalan ke arah median jalan maka saluran akan terdapat pada median jalan

tersebut. Jika jalan tidak lurus, menikung, maka kemiringan jalan satu arah, tidak dua arah seperti jalan yang lurus. Kemiringan satu arah pada jalan menikung ini menyebabkan saluran hanya pada satu sisi jalan yaitu sisi yang rendah. Untuk menyalurkan air pada saluran ini pada jarak tertentu, direncanakan adanya pipa nol yang diposisikan dibawah badan jalan untuk mengalirkan air dari saluran; (2) Drainase lapangan terbang pembahasannya difokuskan pada draibase area runway dan shoulder karena runway dan shoulder merupakan area yang sulit diresapi, maka analisis kapasitas/debit hujan memepergunakan formola drainase muka tanah atau *surface drainage*.

Kemiringan keadaan melintang untuk runway umumnya lebih kecil atau samadengan 1,50 % , kemiringan shoulder ditentukan antara 2,50 % sampai 5 %.Kemiringan kea rah memanjang ditentukan sebesar lebih kecil atau sama dengan 0,10 % ,ketentuan dari FAA. Amerika Serikat , genangan air di permukaan runway maksimum 14 cm, dan harus segera dialirkan.

Di sekeliling pelabuhan udara terutama di sekeliling *runway* dan *shoulder* , harus ada saluran terbuka untuk drainase mengalirkan air (*Interception ditch*) dari sisi luar lapangan terbang; (3) Drainase lapangan olahraga direncanakan berdasarkan infiltrasi atau resapan air hujan pada lapisan tanah, tidak run of pada muka tanah (*sub surface drainage*) tidak boleh terjadi genangan dan tidak boleh tererosi. Kemiringan lapangan harus lebih kecil atau sama dengan 0,007. Rumput di lapangan sepak bola harus tumbuh dan terpelihara dengan baik. Batas antara keliling lapangan sepakbola dengan lapangan jalur atletik harus ada *collector drain*.

Menurut *R. J. Kodoatie* sistem jaringan drainase di dalam wilayah kota dibagi atas 2 (dua) bagian yaitu: 1) Sistem Drainase Mayor, Sistem drainase mayor yaitu sistem saluran/badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan. Pada umumnya sistem drainase mayor ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (*major system*) atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer, kanal-kanal atau sungai-sungai. Perencanaan drainase makro ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail mutlak diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini. 2) Sistem Drainase Mikro, Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar. Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2, 5 atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. Sistem drainase untuk lingkungan permukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro.

2.1.3 Permasalahan Drainase Perkotaan

Permasalahan drainase perkotaan bukanlah hal yang sederhana. Banyak faktor yang mempengaruhi dan pertimbangan yang matang dalam perencanaan, antara lain:

a. Peningkatan Debit

Manajemen sampah yang kurang baik memberi kontribusi percepatan pendangkalan/penyempitan saluran dan sungai. Kapasitas sungai dan saluran

drainase menjadi berkurang, sehingga tidak mampu menampung debit yang terjadi, air meluap dan terjadilah genangan atau bahkan bisa terjadi banjir.

b. Penataan Lingkungan

Perkembangan perumahan-perumahan baru terutama oleh *developer*/pengembang tidak diikuti dengan penataan drainase yang memadai, Bangunan-bangunan penduduk yang mempersempit dimensi saluran serta perubahan bentuk kontur untuk pengembangan pemukiman sebagian telah merubah arah aliran yang berdampak kesenjangan antara rencana penataan drainase dengan kenyataan.

c. Perubahan Tata Guna Lahan

Pada daerah-daerah bekas persawahan, pada awalnya saluran drainase yang ada merupakan saluran irigasi. Perubahan fungsi ini tidak diikuti dengan perubahan desain saluran, Perubahan tata guna lahan yang tidak sesuai dengan perencanaan, terutama pada daerah bantaran sungai dan badan-badan saluran untuk pemukiman. Hampir semua kawasan merupakan lahan bangunan dan kawasan resapan yang ada sangat kecil. Sebagian saluran yang ada masih saluran alam padahal lahan yang semula kosong telah menjadi pemukiman padat.

d. Kapasitas Saluran

Saluran yang sudah ada kurang mampu menampung kapasitas debit air hujan padahal lahan untuk pengembangan saluran sudah tidak ada (normalisasi) non teknis.

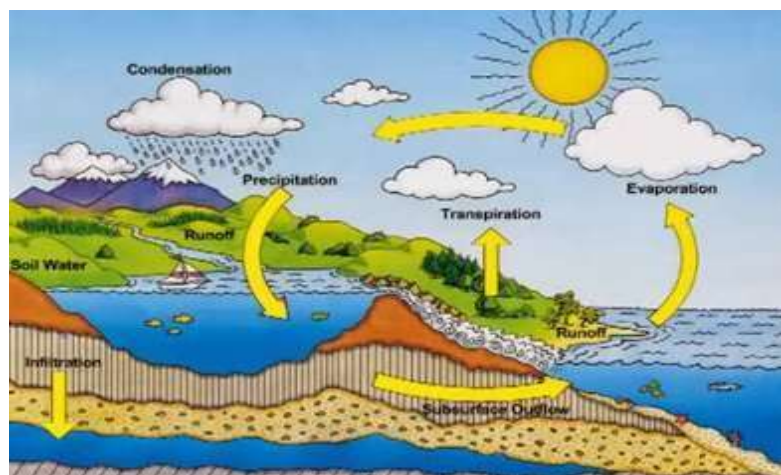
e. Fungsi

Penyalahgunaan fungsi saluran itu sendiri yang sebagian saluran masih berfungsi campuran (*mixed used*) untuk drainase dan saluran limbah.

2.2 ANALISIS HIDROLOGI

2.2.1 Pengertian Daur Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang air yang berada di bumi, baik itu di dalam tanah, permukaan tanah, lautan dan yang terdapat di atmosfer.



Gambar 2.1 Daur Hidrologi

Secara garis besar daur hidrologi dibedakan menjadi tiga macam, yaitu daur hidrologi pendek, daur hidrologi sedang, dan daur hidrologi panjang. Adapun penjelasannya sebagai berikut; (1) Daur hidrologi pendek adalah air laut menguap, uap air naik ke udara lalu bersatu menjadi awan. Pada ketinggian tertentu awan mengalami kondensasi dan presipitasi menjadi titik-titik air, kemudian turun sebagai hujan. Pada daur hidrologi pendek ini terbentuknya awan dan hujan terjadi di atas laut, jadi hujan tidak mencapai daratan; (2) Daur hidrologi sedang adalah air laut menguap, uap air naik ke udara dan terbawa angin sampai di atas daratan membentuk awan. Pada ketinggian tertentu awan mengalami kondensasi dan presipitasi membentuk titik-titik air, lalu turun sebagai hujan di daratan. Sebagian air meresap ke dalam tanah, sebagian lain kembali ke laut melalui sungai; (3) Daur hidrologi panjang adalah uap air yang berasal dari

penguapan air laut, kolam, danau, sungai maupun hasil transpirasi tumbuhan naik ke udara, lalu bersatu menjadi awan. Awan terbawa oleh angin ke arah daratan dan pada jarak tertentu terhalang oleh pegunungan. Akhirnya awan mengalami kondensasi dan presipitasi menjadi titik-titik air dan turun sebagai hujan di atas pegunungan. Air hujan meresap ke tanah di pegunungan, lalu diserap oleh tumbuhan di pegunungan, sebagian muncul sebagai mata air. Melalui sungai air mengalir kembali lagi ke laut.

Selain air tanah, di Kota Surakarta terdapat air permukaan yaitu sungai.

Sungai yang mengalir di Kota Surakarta adalah :

Tabel 2.1 Nama Sungai dan Posisi Letaknya di Kota Surakarta

No	SUNGAI	KETERANGAN
1	Bengawan Solo	Membelah wilayah Surakarta dengan Kabupaten Karanganyar, sungai ini sering meluap ke daerah sekitarnya
2	Kali Anyar	Terletak di utara Kota Surakarta mengalir ke Sungai Bengawan Solo
3	Kali Pepe	Terletak di tengah Kota Surakarta mengalir ke Sungai Bengawan Solo, terdiri dari Kali Pepe Hilir dan Kali Pepe Hulu
4	Kali Jenes	Terletak di selatan Kota Surakarta yang merupakan perbatasan dengan Kabupaten Sukoharjo
5	Kali Wingko	Terletak di bagian paling selatan Kota Surakarta dan menjadi batas wilayah antara Kota Surakarta dan Kabupaten Sukoharjo
6	Kali Brojo	Terletak di Kelurahan Pajang mengalir ke Kali Tanggul
7	Kali Tanggul	Terletak di barat daya Kota Surakarta mengalir menuju Bengawan Solo
8	Kali Pelem Wungul	Terletak di Kelurahan Pajang dan mengalir menuju Kali Tanggul
9	Kali Gajah Putih	Terletak di bagian barat laut kota mengalir ke timur menuju Kali Anyar

Sumber : BAPPEDA Kota Surakarta

2.2.2 Presipitasi

Presipitasi adalah peristiwa jatuhnya air baik dalam berbentuk cair atau beku dari atmosfer ke permukaan bumi. Dalam ilmu meteorologi, Presipitasi dapat diartikan sebagai segala bentuk produk dari kondensasi uap air di atmosfer yang kemudian akan jatuh sebagai curahan air atau hujan. Sebagian besar presipitasi terjadi sebagai hujan air, namun ada juga presipitasi yang berupa hujan salju, hujan es *hail*, kabut menetes *fog drip*, *graupel*, dan hujan es *sleet*.

Presipitasi merupakan faktor utama dalam mengendalikan proses daur hidrologi pada salah satu daerah aliran sungai. Terbentuknya ekologi dan hak guna lahan pada suatu daerah sebagian besar ditentukan atau tergantung pada terjadinya hujan.

Presipitasi terjadi apabila berlangsung tiga kejadian sebagai berikut :

- a. Kenaikan masa uap ketempat yang lebih atas sampai saat atmosfer menjadi jenuh
- b. Terjadi kondensasi atas partikel-partikel uap air kecil di atmosfer
- c. Partikel-partikel uap air tersebut bertambah besar sejalan dengan waktu untuk kemudian jatuh ke bumi dan permukaan laut (sebagai hujan) karena gaya gravitasi.

2.2.3 Infiltrasi / Perkolasi

Infiltrasi adalah aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Di dalam tanah air mengalir dalam arah lateral, sebagai aliran antara (*interflow*) menuju mata air, danau, dan sungai; atau secara vertikal, yang dikenal dengan perkolasi (*percolation*) menuju air tanah.

Gerak air di dalam tanah melalui pori-pori tanah dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya kapiler. Gaya gravitasi menyebabkan aliran selalu menuju ke tempat yang lebih rendah, sementara gaya kapiler menyebabkan air bergerak ke segala arah. Air kapiler selalu bergerak dari daerah basah menuju ke daerah yang lebih kering.

Tanah kering mempunyai gaya kapiler lebih besar daripada tanah basah. Gaya tersebut berkurang dengan bertambahnya kelembaban tanah. Selain itu, gaya kapiler bekerja lebih kuat pada tanah dengan butiran halus seperti lempung daripada tanah berbutir kasar pasir. Apabila tanah kering, air terinfiltrasi melalui permukaan tanah karena pengaruh gaya gravitasi dan gaya kapiler pada seluruh permukaan. Setelah tanah menjadi basah, gerak kapiler berkurang karena berkurangnya gaya kapiler.

Hal ini menyebabkan penurunan laju infiltrasi. Sementara aliran kapiler pada lapis permukaan berkurang, aliran karena pengaruh gravitasi berlanjut mengisi pori-pori tanah. Dengan terisinya pori-pori tanah, laju infiltrasi berkurang secara berangsur-angsur sampai dicapai kondisi konstan; di mana laju infiltrasi sama dengan laju perkolasi melalui tanah.

Dalam infiltrasi dikenal dua istilah yaitu kapasitas infiltrasi dan laju infiltrasi, yang dinyatakan dalam mm/jam. Kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum untuk suatu jenis tanah tertentu; sedang laju infiltrasi adalah kecepatan infiltrasi yang nilainya tergantung pada kondisi tanah dan intensitas hujan. Pada grafik dibawah ini menunjukkan kurva kapasitas infiltrasi (f_p), yang merupakan fungsi waktu.

Apabila tanah dalam kondisi kering ketika infiltrasi terjadi, kapasitas infiltrasi tinggi karena kedua gaya kapiler dan gravitasi bekerja bersama-sama menarik air ke dalam tanah. Ketika tanah menjadi basah, gaya kapiler berkurang yang menyebabkan laju infiltrasi menurun. Akhirnya kapasitas infiltrasi mencapai suatu nilai konstan, yang dipengaruhi terutama oleh gravitasi dan laju perkolasi.

2.3 LANDASAN TEORI

2.3.1 Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi evaporasi, runoff dan infiltrasi. Jadi, jumlah curah hujan yang diukur, sebenarnya adalah tebalnya atau tingginya permukaan air hujan yang menutupi suatu daerah luasan di permukaan bumi/tanah. Satuan curah hujan yang umumnya dipakai oleh BMKG adalah milimeter (mm). Curah hujan 1 (satu) milimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi 1 (satu) milimeter atau tertampung air sebanyak 1 (satu) liter atau 1000 ml.

Intensitas curah hujan adalah tinggian curah hujan yang terjadi pada satu kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi. Curah hujan jarak pendek biasanya dinyatakan dalam intensitas perjam dengan satuan yang digunakan adalah mm/ jam, hujan adalah intensitas besar umumnya terjadi dalam jangka waktu pendek. Hubungan antara intensitas curah hujan dengan waktu hujan tergantung pada parameter setempat.

Tabel 2.2 Keadaan curah hujan dan intensitas curah hujan

Keadaan curah hujan	Intensitas curah hujan	
	1 jam	24 jam
Hujan sangat ringan	<1	<5
Hujan ringan	1-20	5-20
Hujan norma	5-20	20-50
Hujan lebat	10-20	50-100
Hujan sangat lebat	>20	>100

Sumber : Sosrodarsono, (1976)

Tabel. 2.3 Derajat curah hujan dan intensitas curah hujan

Derajat Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/min)	Kondisi
Hujan sangat lemah	< 0,02	Tanah agak basah / dibasahi sedikit
Hujan lemah	0,02-0,05	Tanah menjadi basah semua, sulit membuat peddel.
Hujan normal	0,05-0,25	Dapat dibuat puddle dan bunyi curah hujan kedengaran.
Hujan deras	0,25-1	Air tergenang di seluruh permukaan tanah dan bunyi hujan kedengaran dari genangan
Hujan sangat deras	>1	Hujan seperti ditumpahkan, saluran dan drainase meluap

Sumber : Sosrodarsono, (1976)

Ukuran butir hujan adalah berjenis-jenis nama butir hujan tergantung dari ukurannya. Dalam meteorologi, butir hujan dengan diameter > 0,5 mm disebut hujan dan diameter 0.50 – 0,1 disebut gerimis, makin besar ukuran butir hujan itu, makin besar kecepatan jatuhnya. Kecepatan yang maksimal kira-kira 9,2 m/s.

Tabel 2.4 Ukuran, massa dan kecepatan jatuh butir hujan

Jenis	Ø bola (mm)	Massa (mg)	Kecepatan jatuh (m/s)
Hujan gerimis	0,15	0,0024	0,5
Hujan halus	0,15	0,065	2,1
Hujan normal			
Lemah	1	0,52	4,0
Deras	2	4,2	6,5
Hujan sangat deras	3	14	8,1

Sumber : Sosrodarsono, (2003)

2.3.2 Perhitungan Distribusi Curah Hujan Rata-rata

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/ daerah dan dinyatakan dalam mm. Cara perhitungan curah hujan daerah dari pengamatan curah hujan di beberapa titik adalah sebagai berikut :

a. Metode Rata-rata Aljabar (*Metode Arithmatik Mean*)

Metode perhitungan rata-rata aljabar (*arithmetic mean*) biasanya digunakan untuk daerah yang datar, dengan jumlah pos curah hujan yang cukup banyak dan dengan anggapan bahwa curah hujan di daerah tersebut cenderung bersifat seragam (*uniform distribution*). Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada didalam DAS, tetapi stasiun diluar DAS yang masih berdekatan juga bias diperhitungkan.

$$\bar{X} = \left(\frac{\sum X_i}{n} \right) \quad (2.1)$$

Keterangan

- : curah hujan rata-rata (mm)

N	:	jumlah stasiun hujan
R_1, R_2, \dots, R_n	:	besarnya curah hujan pada masing-masing stasiun hujan (mm)

b. Metode Poligon Thiessen

Metode ini dilakukan dengan menganggap bahwa setiap stasiun hujan dalam suatu daerah mempunyai luas pengaruh tertentu dan luas tersebut merupakan faktor koreksi bagi hujan stasiun menjadi hujan daerah yang bersangkutan. Caranya adalah dengan memplot letak stasiun-stasiun curah hujan ke dalam gambar DAS yang bersangkutan. Kemudian dibuat garis penghubung di antara masing-masing stasiun dan ditarik garis sumbu tegak lurus. Cara ini merupakan cara terbaik dan paling banyak digunakan walau masih memiliki kekurangan karena tidak memasukkan pengaruh topografi. Metode ini dapat digunakan apabila pos hujan tidak banyak. Curah hujan daerah metode poligon Thiessen dihitung dengan persamaan berikut :

$$\bar{R} = \frac{R_1 A_1 + R_2 A_2 + \dots + R_n A_n}{A} \quad (2.2)$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 A_1 + R_2 A_2 + \dots + R_n A_n}{A} \quad (2.3)$$

Keterangan

\bar{R}	:	Rata-rata curah hujan (mm).
R_1, R_2, \dots, R_n	:	curah hujan dimasing-masing stasiun dan n adalah jumlah stasiun hujan
A	:	(km^2).
A_1, A_2, \dots, A_n	:	luas sub area yang mewakili masing-masing stasiun hujan (km^2).

c. Metode Isohyet

Isohyet adalah garis lengkung yang menghubungkan tempat-tempat kedudukan yang mempunyai curah hujan yang sama. Isohyet diperoleh dengan cara menggambar kontur tinggi hujan yang sama, lalu luas area antara garis isohyet yang berdekatan diukur dan dihitung nilai rata-ratanya. Curah hujan daerah metode Isohyet dihitung dengan persamaan berikut :

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (2.4)$$

Keterangan :

- \bar{P} : curah hujan rata-rata (mm),
- P_i : garis isohiet ke 1,2,3,...,n+1
- A_i : luas daerah yang dibatasi oleh garis isohiet ke 1 dan 2, 2 dan 3,...,n dan n+1.

2.3.3 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi dapat diartikan sebagai suatu cara untuk memprediksi suatu besaran curah hujan di masa yang akan datang dengan menggunakan data curah hujan di masa yang lalu berdasarkan suatu pemakaian distribusi frekuensi. Dalam melakukan sebuah analisis frekuensi diperlukan data curah hujan, yaitu curah hujan maksimum. Teori distribusi dapat digunakan untuk menyelesaikan persamaan umum tinggi hujan untuk analisis frekuensi, seperti:

a. Distribusi Normal

$$X = \mu + \sigma Z \quad (2.5)$$

Keterangan :

X : Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T

T

\bar{x} : Nilai rata-rata hitung variat

S : Standar deviasi nilai variat

k : faktor frekuensi/ nilai variabel reduksi Gauss

b. Distribusi Log Normal

$$\frac{1}{k} \left(\frac{x - \bar{x}}{S} \right)^2 \quad (2.6)$$

$$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}} \quad (2.7)$$

Keterangan :

x : Nilai variant X yang diharapkan terjadi pada peluang atau periode ulang t tahun

$\log \bar{x}$: Logaritma rata-rata

S : Standart deviasi dari logaritma

k : Faktor frekuensi

n : Jumlah data

c. Distribusi Log Pearson Type III

Metode yang dianjurkan dalam pemakaian distribusi *Log Pearson Type*

III adalah dengan mengkorvesikan rangkaian datanya menjadi bentuk logaritmis.

Hujan harian maksimum diubah dalam bentuk logaritma.

$$\frac{x - \bar{x}}{S} \quad (2.8)$$

$$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}} \quad (2.9)$$

$$\frac{\sum (x - \bar{x})^3}{(n-1)S^3} \quad (2.10)$$

$$\frac{\sum (x - \bar{x})^4}{(n-1)S^4} \quad (2.11)$$

Keterangan :

Cs : koefisien kemencengan

$\log \bar{x}$: logaritma rata-rata

X_t : tinggi hujan dengan kala ulang t tahun
 : Faktor frekuensi
 : Standart deviasi
 n : jumlah data

d. Distribusi Gumbel

$$- \quad - \quad (\quad) \quad (2.12)$$

Keterangan:

X_t : curah hujan rencana dengan periode ulang t tahun (mm)
 S : standar deviasi
 S_n : standar deviasi dari reduksi variat, nilainya tergantung dari jumlah data (n)
 Y : Nilai reduksi variat dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu
 Y_n : Nilai rata-rata dari reduksi variat, nilainya tergantung dari jumlah data

2.3.4 Air Limbah Rumah Tangga

Perkiraan jumlah air limbah rumah tangga suatu daerah biasanya sekitar 60-75% dari air yang disalurkan ke daerah itu. Jadi, bila air yang dipergunakan untuk suatu daerah pemukiman diketahui jumlahnya, maka kemungkinan *output* air limbah rumah tangga dari daerah itu dapat diperkirakan. Pada tabel yang disajikan penggunaan air kota dan jumlah yang dipakai di Amerika Serikat. Aliran air limbah rumah tangga bervariasi sepanjang hari maupun sepanjang tahun. Puncak harian dari suatu daerah perumahan yang kecil biasanya terjadi di pertengahan pagi hari, variasi antara 200 hingga lebih dari 500 persen dari laju aliran rata-rata, tergantung yang turut memakai. Karena variasi aliran air limbah

akan berubah sesuai dengan ukuran kota dan kondisi-kondisi lokal yang lain, maka harga-harga umum yang dikutip di atas hanyalah patokan saja.

Tabel 2.5 Penggunaan air di kota dan jumlah yang dipakai di USA

Penggunaan	Jumlah kisaran		Jumlah kisaran	
	Galon/kapita/ Hari	Liter/kapita/ Hari	Galon/kapita/ Hari	Liter/kapita/ Hari
Rumah Tangga	40-80	150-300	65	250
Komersil	10-75	40-300	40	150
Public use	15-25	60-100	20	75
Kehilangan dan pemborosan	15-25	60-100	20	75
Jumlah	80-205	310-800	145	550

Sumber : *Proceedings* dan Pameran Nasional Tahun 2005

2.3.5 Debit Air Kotor

Debit air kotor adalah air hasil aktifitas manusia berupa air buangan rumah tangga, dalam perhitungan air kotor diprediksi berdasarkan kebutuhan air bersih di daerah studi dan perkiraan besarnya air buangan sebesar 85% dari kebutuhan air minum (Suhardjono, 1984). Kebutuhan air bersih secara umum diperkirakan sebesar 90 lt/hr/orang untuk kategori kota semi urban (Dirjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, 2006). Untuk jumlah penduduk sebesar (P_n), maka air kotor yang dibuang setiap km² dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_k = (P_n \cdot q) / A \quad (2.13)$$

Maka debit air kotor untuk masing-masing saluran drainase dihitung sebagai berikut :

$$Q_{ki} = Q_k \times A_i \quad (2.14)$$

Keterangan :

Q_k : debit air kotor rata-rata (lt/s/km²)

P_n : jumlah penduduk

q : debit air buangan (lt/s/orang)

- A : luas total wilayah (km²)
 Q_{ki} : debit air kotor per saluran (lt/s)
 A_i : luas tiap daerah pengaliran (km²)

2.3.6 Debit Banjir

a. Debit banjir maksimum menggunakan *Metode Rasional*

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (2.15)$$

Keterangan :

- Q : debit puncak limpasan permukaan (m³/s).
 C : angka pengaliran (tanpa dimensi)
 A : luas daerah pengaliran (Km²)
 I : intensitas curah hujan (mm/jam).

Persamaan diatas digunakan untuk menghitung debit rencana dengan periode ulang tertentu.

Tabel 2.6 *Koefisien Run Off Coefisient*

Kondisi Daerah Tangkapan	Run Off Coef
Pegunungan yang curam	0,75-0,90
Pegunungan tersier	0,70-0,80
Tanah yang bergelombang dan hutan	0,50-0,75
Tanah yang datarannya ditanami	0,45-0,60
Persawahan yang dialiri	0,70-0,80
Sungai daerah pegunungan	0,75-0,85
Sungai kecil di daratan	0,45-0,75
Sungai besar yang lebih dari setengah daerah tangkapannya	0,50-0,75

Sumber : Suyono Sosrodarsono, 1997

b. Debit banjir maksimum menggunakan *Metode Weduwen*

Rumus yang digunakan pada metode ini :

$$Q_n = q' \cdot F \cdot m_p \cdot (R_{70}/240) \quad (2.16)$$

$$R_{70} = ((5/6) \cdot R) / m_p \quad (2.17)$$

Keterangan:

- Q_n) : Debit banjir puncak pada periode ulang n tahun dengan kemungkinan tidak terpenuhi n % (m^3/s)
 q' : α, β, q' debit setiap km^2 pada curah hujan harian 240 mm ($m^3/s/km^2$)
 m_p : Koefisien untuk suatu periode tertentu
 F : Luas daerah pengaliran km^2
 L : Panjang sungai (km)
 I : Kemiringan sungai atau median
 R_{70} : Curah hujan pada periode ulang 70 tahun

Proses perhitungan dengan metode *weduwen* dapat dilakukan dengan cara coba-coba (*trial and error*), dengan langkah sebagai berikut : Menghitung A , L dan I dari peta topografi daerah tangkapan air, seterusnya pilih harga perkiraan t_0 dan hitung Q dengan rumus umum, ulangi lagi perhitungan untuk harga baru $t_0 = t$ diatas, dan besar debit puncak diperoleh jika harga t_0 yang diambil sama dengan harga t .

c. Debit banjir maksimum menggunakan *Metode Haspers*

Rumus yang digunakan :

$$Q_n = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot F \quad (2.18)$$

$$\alpha = (1 + (0.012 \cdot F^{0.70})) / (1 + (0.075 \cdot F^{0.70})) \quad (2.19)$$

$$t = 0,1 \cdot L^{0,8} \cdot I^{0,3} \quad (2.20)$$

$$1/\beta = 1 + ((t + 3.7 \cdot (10^{-0.4}))) / (t^2 + 15) \times ((F^{0.75}) / 12) \quad (2.21)$$

$$r_t = t \cdot R_{th} / t + 1 - 0.0008(260 - R_{th})(2 - t), \text{ untuk } t < 2 \text{ jam} \quad (2.22)$$

$$r = t \cdot R_{th} / t + 1, \text{ untuk } 2 < t < 19 \text{ jam} \quad (2.23)$$

$$r = 0,707 \cdot R_t \cdot (t + 1), \text{ untuk } 19 < t < 30 \text{ jam} \quad (2.24)$$

$$q = r / 3,6t, \text{ untuk } t \text{ dalam jam} \quad (2.25)$$

$$q = r / 86,4t, \text{ untuk } t \text{ dalam hari} \quad (2.26)$$

Keterangan :

Q_n	: Debit banjir puncak yang akan terjadi pada periode ulang t tahun (m^3/s)
α	: Koefisien limpasan (<i>run off</i>) air hujan
β	: Koefisien pengurangan luas daerah hujan
Q	: Curah hujan ($m^3/s/km^2$)
F	: Luas daerah tangkapan air (km^2)
t	: Lama waktu konsentrasi (jam)
L	: Panjang sungai (km)
I	: Kemiringan sungai atau medan
R_t	: Curah hujan maksimum pada periode ulang t tahun (mm)

2.3.7 Evaluasi Saluran Drainase Terhadap Debit Rencana

Evaluasi saluran adalah untuk mengetahui seberapa besar debit yang dapat ditampung saluran dengan kondisi yang ada saat ini. Besarnya dimensi saluran dipengaruhi banyaknya air yang akan dibuang, kekasaran bahan konstruksinya, kecepatan aliran serta kemiringannya. Bila tidak memenuhi kriteria yang dimaksud maka dimensi saluran direncanakan kembali, agar mampu melewati debit rencana. Analisa kapasitas saluran drainase dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase yang ada terhadap debit rencana hasil perhitungan. Apabila kapasitas saluran drainase lebih besar dari debit rencana maka saluran tersebut masih layak dan tidak terjadi luapan air. Hal-hal yang dapat dilakukan untuk penanganan saluran yang kapasitasnya tidak mencukupi antara lain normalisasi atau pengerukan sedimen, penambahan tinggi saluran dan pembuatan saluran baru. Dalam rencana perbaikan drainase prinsip dasar yang dipakai adalah sedapat mungkin mempertahankan saluran yang sudah ada, jika

tidak memungkinkan maka dilakukan perubahan pada dimensi saluran sesuai dengan debit rencana. Debit rencana adalah penjumlahan dari debit rancangan air kotor dan air hujan. Berdasarkan data-data dan proses perhitungan maka diketahui debit air hujan (Q_h) dan debit air kotor (Q_k) sehingga debit rencana :

$$Q_r = Q_h + Q_k \quad (2.27)$$

Untuk mengetahui kemampuan kapasitas saluran drainase terhadap debit rencana maka digunakan rumus :

$$Q = Q_s - Q_r \quad (2.28)$$

Keterangan :

Q_s : debit saluran (m^3/s)

Q_r : debit rencana /debit air hujan dan debit air kotor (m^3/s)

2.3.8 Debit Banjir Rencana (Rencana Sistem)

Besarnya nilai debit banjir rancangan ditentukan dengan menjumlahkan besarnya debit limpasan permukaan dengan debit air kotor. Untuk menghitung kapasitas debit yang harus dibuang pada tiap saluran, maka perhitungan yang digunakan adalah debit rencana sistem. Debit rencana sistem merupakan akumulasi debit banjir rancangan yang berada di hulu saluran ditambah dengan debit pada saluran drainase tersebut. Wilayah drainase Kota Surakarta menggunakan periode ulang 25 tahun berdasarkan kategori kota.

2.4 Analisis Sumur Resapan

Sumur Resapan Air Hujan Salah satu langkah struktural dalam konsep sistem drainase yang berkelanjutan adalah pembuatan Sumur Resapan Air Hujan (RSAH). Meningkatnya limpasan permukaan, disamping akan menambah beban sistem drainase di bagian hilir, juga menurunkan pengisian air tanah, sehingga

memberi kontribusi terhadap keseimbangan siklus hidrologi. Oleh karena itu, salah satu solusi adalah mengembalikan fungsi resapan secara artifisial. Hal ini akan memberi manfaat ganda, yaitu menurunkan 31 limpasan permukaan sekaligus meningkatkan mengisi air tanah. Perhitungan SRAH menurut Sunjoto dalam Suripin (2004), dengan persamaan sebagai berikut :

Kedalaman sumur, H :

$$H = Q / FK (1 - e^{-FKT / \pi R^2}) \quad (2.29)$$

Keterangan :

- H : tinggi muka air dalam sumur (m)
 F : faktor geometrik (m)
 Q : debit air masuk (m³/s)
 T : waktu pengaliran (s)
 K : koefisien permeabilitas tanah (m/s)
 R : jari-jari sumur (m)

Sedangkan berdasarkan Metode PU (1990), perhitungan SRAH tertuang dalam SK SNI T-06-1990-F, tentang standar tata cara perencanaan teknis sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan, dengan persamaan :

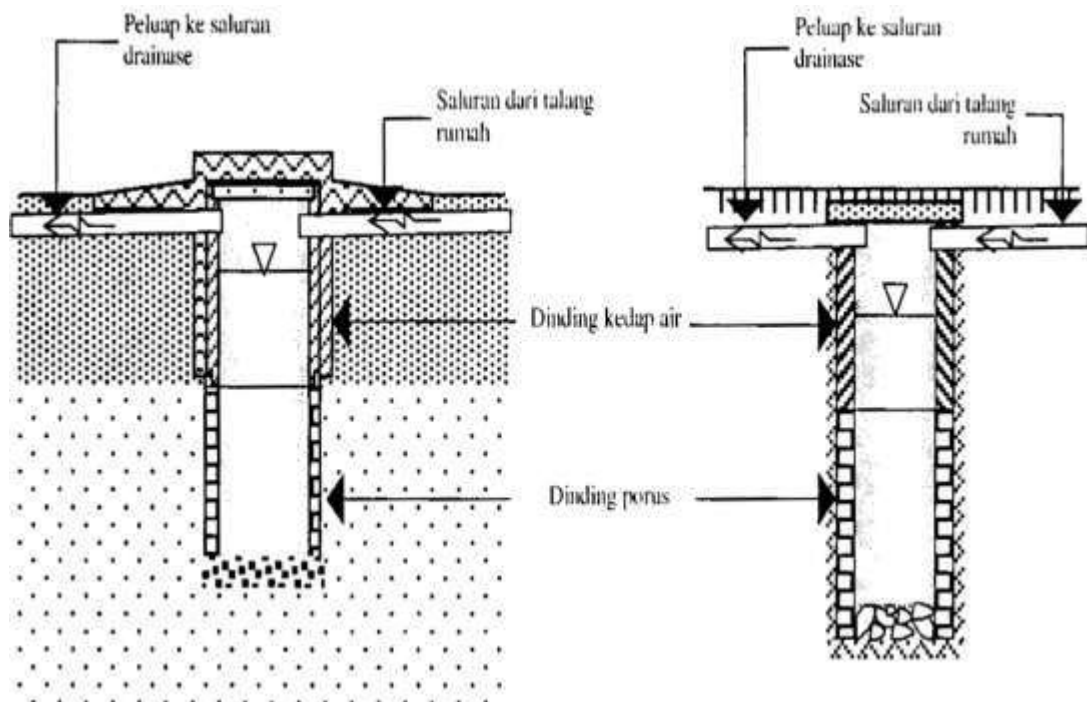
$$H = D.I.A_t - D.k.A_s : A_s + D.K.P \quad (2.30)$$

keterangan :

- D : durasi hujan (jam)
 I : Intensitas hujan (m/jam) A_t = luas tadah hujan (m²)
 K : permeabilitas tanah (m/jam)
 P : keliling penampang sumur (m²) A_s = luas penampang sumur (m²)
 H : kedalaman sumur (m)

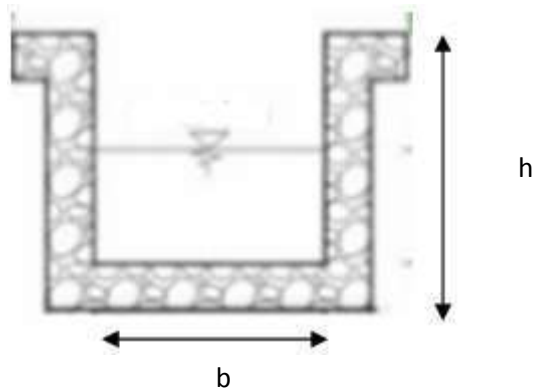
Selain persamaan diatas Metode PU dalam perencanaan SRAH memberikan persyaratan sebagai berikut:

- a. Persyaratan Umum, Sumur Resapan Air Hujan dibuat pada lahan yang lolos air dan tahan longsor; Sumur Resapan Air Hujan harus bebas kontaminasi / pencemaran limbah; Air yang masuk sumur resapan adalah air hujan; Untuk daerah sanitasi lingkungan yang buruk, SRAH hanya menampung air hujan dari atap melalui talang. Mempertimbangkan aspek hidrogeologi, geologi dan hidrologi.
- b. Keadaan muka air tanah Sumur resapan dibuat pada awal daerah aliran yang dapat ditentukan dengan mengukur kedalaman dari permukaan air tanah ke permukaan tanah di sumur penduduk sekitarnya pada musim hujan.
- c. Permeabilitas tanah Permeabilitas tanah yang dapat dipergunakan untuk SRAH dibagi menjadi 3 kelas, yaitu : Permeabilitas tanah sedang (geluh/lanau, $k = 2,0 - 6,5 \text{ cm/jam}$); Permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus, $k = 6,5 - 12,5 \text{ cm/jam}$); Permeabilitas tanah cepat (pasir kasar, $k = 12,5 \text{ cm/jam}$).



Gambar 2.2 Kontruksi Sumur Resapan

2.5 Kapasitas Saluran Terbuka



Gambar 2.3 Penampang Saluran Terbuka

Analisis kapasitas saluran dimaksudkan adalah untuk mendapatkan deskripsi saluran, baik terbuka maupun tertutup, sesuai dengan kapasitas debit yang mengalir. Kriteria perencanaan debit saluran yang biasa digunakan adalah persamaan umum.

Kapasitas Debit Saluran

$$Q : AV \quad (2.31)$$

Luas Penampang

$$A : b \times h \quad (2.32)$$

Keliling Penampang Basah

$$P : b + 2h \quad (2.33)$$

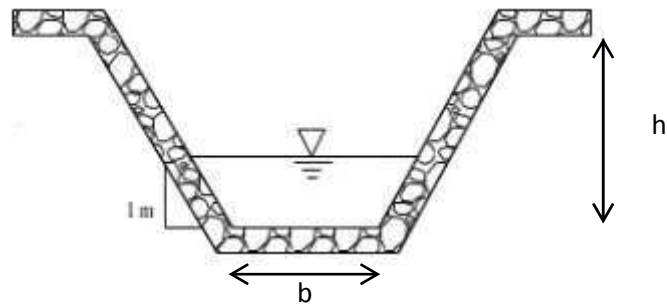
Jari-jari Penampang Basah

$$R : A/P \quad (2.34)$$

Keterangan :

b : Lebar Dasar Saluran

h : Ketinggian Saluran



Gambar 2.4 Penampang Saluran Terbuka

Kapasitas Debit Saluran :

$$Q : A.V \quad (2.30)$$

Luas Penampang :

$$A : (b + m.h). h \quad (2.35)$$

Keliling Penampang Basah :

$$P : b + (2.h(1 + m^2)^{1/2}) \quad (2.36)$$

Jari-jari Penampang Basah :

$$R : A/P \quad (2.37)$$

Keterangan :

b : Lebar Dasar Saluran

h : Ketinggian Saluran

m : Kemiringan Samping Saluran

Kecepatan aliran ini dapat didekati dengan persamaan dari *Manning* yang digunakan untuk aliran tak teratur, yaitu :

$$V : 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2.38)$$

Keterangan :

n : koefisien kekasaran manning

K : koefisien kekasaran stickler

R : radius keliling basah (m)
 I : Kemiringan Sungai

Tabel 2.7 Harga *Koefisien Manning*

Bahan	Koefisien Manning
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran Beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu sedimen	0,050
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galiar batu padas	0,040

Sumber : Hidraulika II , Triatmodjo (1993)

Tabel 2.8 Koefisien *Kekasaran Bazin*

Jenis Dinding	TB
Dinding sangat halus	0,06
Dinding halus (papan,batu,bata)	0,16
Dinding batu pecah	0,46
Dinding tanah sangat teratur	0,85
Saluran tanah dengan kondisi biasa	1,30
Saluran tanah dengan dasar batu pecah dan tebing rumput	1,75

Sumber : Hidraulika II , Triatmodjo (1993)

Kecepatan aliran rencana disesuaikan dengan jenis tanah dimana saluran dibangun. Kecepatan rencana sangat erat hubungannya dengan kemiringan, dengan kemiringan yang makin besar kecepatannya juga makin besar. Perencana cenderung membuat kecepatan rencana yang lebih kecil, tetapi kita harus melihat apakah dengan kecepatan yang makin besar tuntutan elevasi air rencana masih dapat dipenuhi, jika masih harus dilihat apakah tidak terjadi gerusan dan apabila terjadi gerusan apakah kita perlu membuat saluran dengan perkuatan. Demikian juga apabila elevasi air rencana tidak terpenuhi apakah dengan memperkecil kecepatan rencana tidak mengakibatkan sedimentasi di saluran.

Kemiringan memanjang ditentukan terutama oleh keadaan topografi, kemiringan saluran akan sebanyak mungkin mengikuti garis muka tanah pada trase yang dipilih. Agar diperhatikan dalam menentukan kemiringan, tidak mengakibatkan erosi maupun sedimentasi. Kemiringan memanjang saluran cenderung diambil yang lebih besar sehingga diperoleh dimensi saluran sekecil mungkin.

Upaya menekan biaya pembebasan tanah dan penggalian atau penimbunan, talud saluran direncanakan sealam mungkin. Bahan tanah, kedalaman saluran dan terjadinya rembesan akan menentukan kemiringan maksimum untuk talud yang stabil.

Khusus saluran-saluran yang lebih besar, stabilitas talud yang diberi pasangan harus diperiksa agar tidak terjadi gelincir dan sebagainya. Tekanan air dari belakang pasangan merupakan factor penting keseimbangan ini.

Tinggi jagaan berguna untuk :

- a. Menaikkan muka air di atas tinggi muka air maksimum
- b. Mencegah kerusakan tanggul saluran

Meningginya muka air sampai di atas tinggi yang telah direncanakan bisa disebabkan oleh penutupan pintu secara tiba-tiba di sebelah hilir, variasi ini akan bertambah dengan membesarkan debit. Meningginya muka air dapat pula diakibatkan pengaliran air buangan ke dalam saluran.

2.6 Hipotesis

- a. Dimensi saluran drainase sekunder di Sub DAS Kali Pepe hilir tidak mampu mengendalikan Q_{25} tahunan;

- b. Dimensi saluran primer Kali Pepe hilir masih mampu mengendalikan Q_{25} tahunan;
- c. Pada Sub DAS Kali Pepe hilir saluran sekunder tidak mampu mengendalikan Q_{25} tahunan, maka ditambah sumur resapan.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode adalah suatu cara yang dilakukan dalam suatu studi (penelitian), menurut Supriharyono (2002), bahwa : “Metode adalah suatu cara bagaimana melakukan penelitian yang baik dan benar untuk mencapai tujuan”. Pada bab ini akan diuraikan tentang beberapa aspek yang terkait dengan metode penelitian yang akan digunakan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini. Beberapa aspek tersebut meliputi : lokasi dan waktu penelitian, metode penelitian, alat dan bahan, langka penelitian, teknik pengolahan data dan teknik analisis data.

3.1. Lokasi dan waktu

3.1.1. Lokasi

Studi kasus ini dilakukan di Kota Surakarta. Luas wilayah Kota Surakarta mencapai 44,04 km² yang terbagi dalam 5 kecamatan, yaitu: Kecamatan Laweyan, Kecamatan Serengan, Kecamatan Banjarsari, Kecamatan Pasar Kliwon, dan Kecamatan Jebres. Di sebelah timur berbatasan dengan kabupaten Sukoharjo dan Karanganyar, sebelah selatan berbatasan dengan kabupaten Sukoharjo, sebelah barat berbatasan dengan kabupaten Sukoharjo dan Boyolali, dan di sebelah utara berbatasan dengan kabupaten Karanganyar.

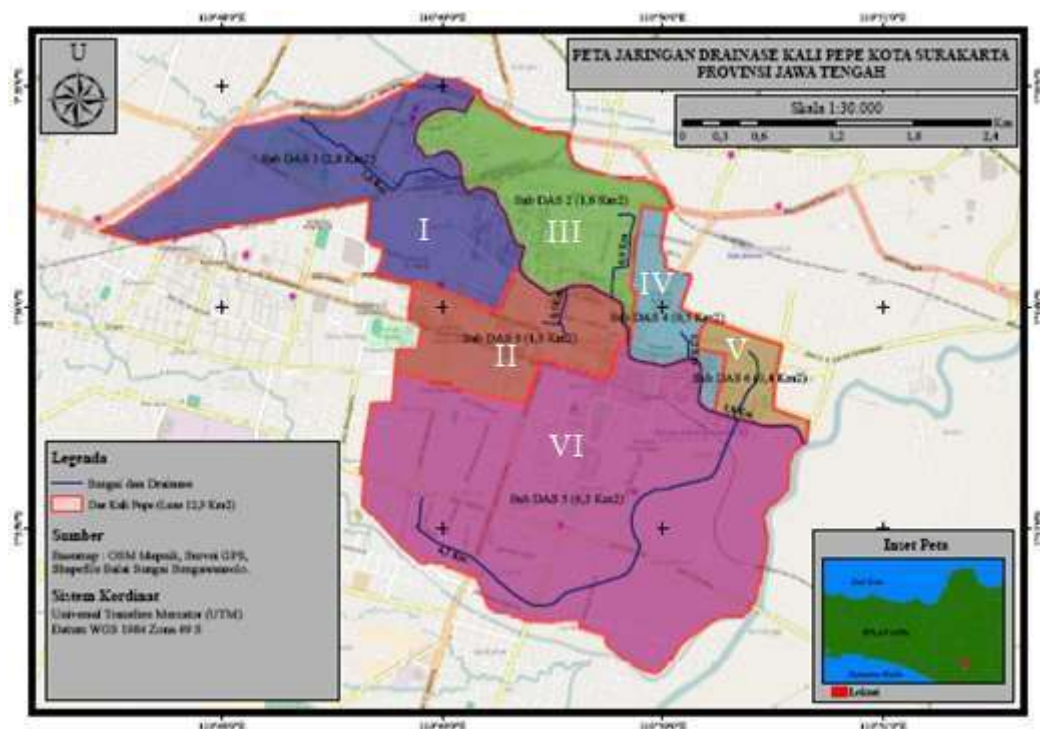
3.1.1.1 Wilayah Administrasi

Wilayah administrasi daerah-daerah yang dilalui Kali Pepe diwilayah studi sampai dengan pintu air Demangan seperti pada Tabel : Rincian Kecamatan dan Kelurahan.

Tabel 3.1 Rincian Kecamatan & Kelurahan yang Terkait

No	Kecamatan	Kelurahan/Desa	Letak Terhadap kali Pepe
1.	Kec. Banjarsari	1. Kel. Manahan	Kanan sungai
		2. Kel. Gilingan	Kanan sungai
		3. Kel. Kestalan	Kanan sungai
		4. Kel. Mangkubumen	Kanan sungai
		5. Kel. Punggawan	Kanan sungai
		6. Kel. Ketelan	Kanan sungai
		7. Kel. Keprabon	Kanan sungai
2.	Kec. Pasar Kliwon	1. Kel. Kampungbaru	Kanan sungai
		2. Kel. Kedunglumbu	Kanan sungai
		3. Kel. Sangkrah	Kanan sungai
3.	Kec. Jebres	1. Kel. Kepatihan Kulon	Kiri sungai
		2. Kel. Kepatihan Wetan	Kiri sungai
		3. Kel. Sudiroprajan	Kiri sungai
		4. Kel. Gandegan	Kiri sungai

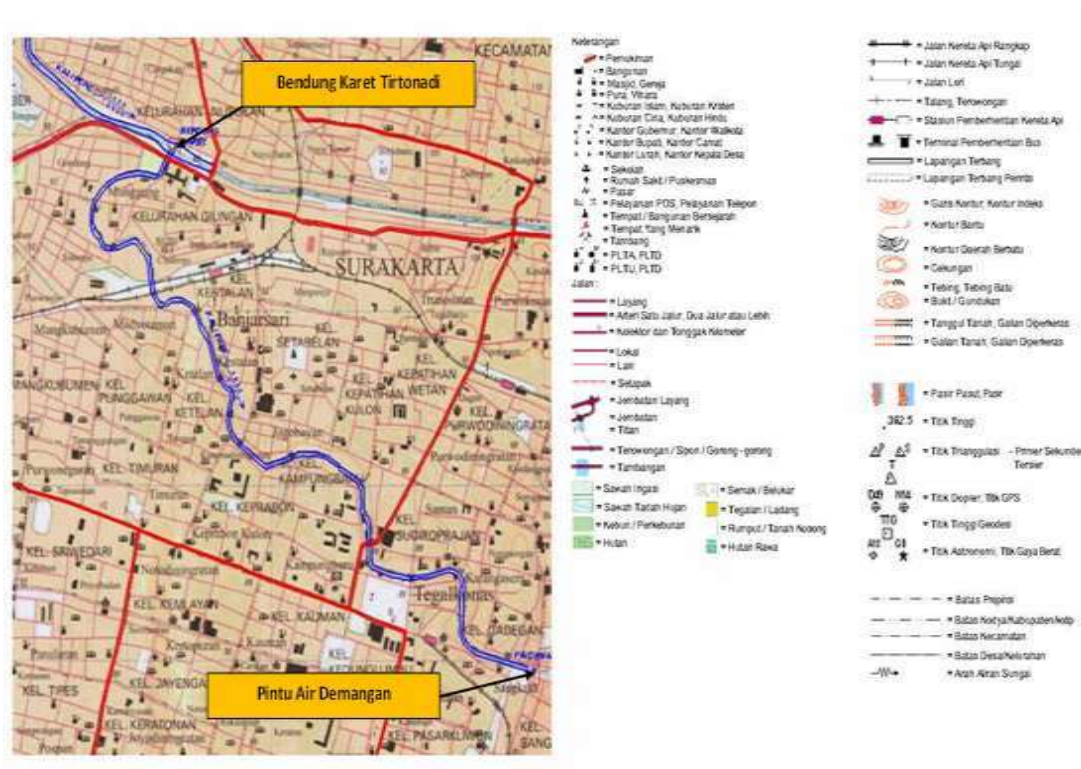
Sumber : Surakarta Dalam Angka 2013



Gambar 3.1 Peta Studi Jaringan Drainase Kali Pepe Hilir Kota Surakarta

3.1.1.2. Kondisi Topografi

Daerah studi di Kali Pepe, Kelurahan Gilingan, Kecamatan Banjarsari dan Pintu Air Demangan Kelurahan Sangkrah, Kecamatan Pasar Kliwon, Kota Surakarta. Adapun Kota Surakarta terletak diantara gunung Merapi dan pegunungan Seribu dengan ketinggian antara 75-160 m diatas permukaan laut (dpl) yang terbagi menjadi wilayah lereng Gunung Merapi di bagian utara areal miring, wilayah datar dan wilayah berbukit di bagian selatan. Ditinjau dari ketinggiannya, wilayah kota Surakarta terdiri dari dataran dengan ketinggian rata-rata 92 m dari permukaan air laut (dpl), adapun wilayah terendah berada di Kecamatan Pasar Kliwon yang hanya 80 m diatas permukaan laut (dpl) dan wilayah tertinggi berada di Kecamatan Jebres yang mencapai 130 m diatas permukaan laut (dpl).



Gambar 3.2 Peta Lokasi Sungai Pepe Hilir

3.1.1.3. Klimatologi

Dengan pertimbangan ketersediaan data dan keberadaan Pos dekat DAS Pepe, maka data klimatologi dari stasiun Pabelan (106 m, 110°45” BT, 7°34” LS) akan dipakai untuk memberikan informasi mengenai unsur-unsur klimatologi DAS tersebut. Data klimatologi di DAS tersebut menunjukkan bahwa temperatur bulanan berkisar antara 25°C– 27,4°C, sedangkan penguapan bulanan antara 2,6 mm/hr – 6,4 mm/hr. Kelembaban antara 74,6 % - 83,8 %, seperti pada Tabel

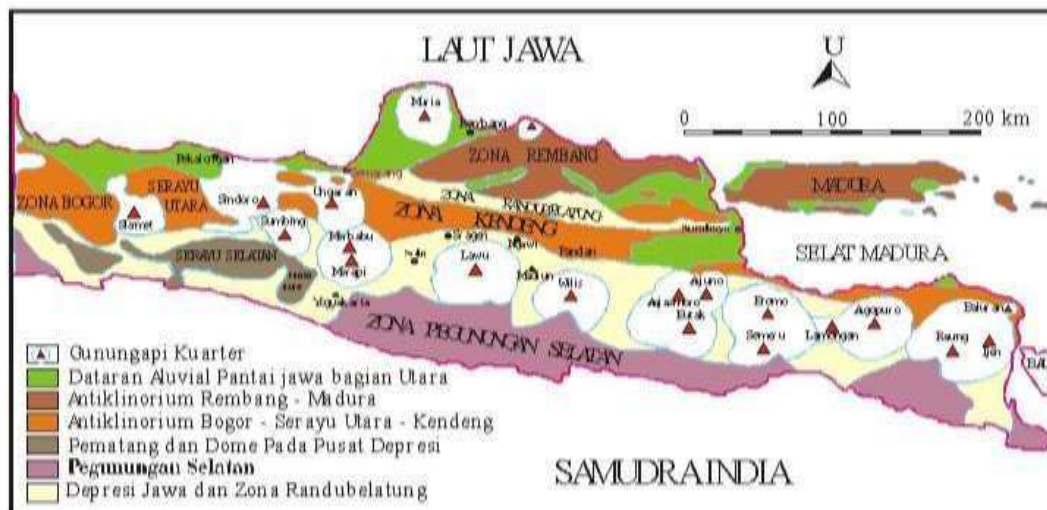
Tabel 3.2 Data Klimatologi Bulanan di Stasiun Pabelan

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Tahunan
Temp. (°C)	25,3	25,6	26,1	26,5	25,8	25,6	25,5	25	26,6	27,4	25,8	26,5	26
Hujan (mm)	272	305	240	166	84	51	30	18	21	67	160	224	1.638
Penguapan (mm/hr)	2,7	2,6	3,4	3,6	3,5	4,8	5,0	5,5	6,4	6,3	4,1	3,7	4,3
Kelembaban (%)	84	83,8	83,5	83,3	82	78,9	79,8	78,1	74,6	77,6	82,7	82,2	83

Sumber : BBWS Bengawan Solo, 2012.

3.1.1.4. Fisiografi

Daerah studi berdasarkan pembagian fisiografi Jawa Tengah dan Jawa Timur menurut Van Bemmelen, 1949 daerah penelitian termasuk dalam Depresi Jawa dan Zona Randublatung (Gambar). Di Jawa Tengah vulkan-vulkannya posisi yang lurus mengarah Barat Timur. Kalau dilihat secara keseluruhan maka deretan vulkan ini mengarah Barat-Timur dengan posisi agak ke Selatan apabila dibandingkan dengan deretan di bagian Baratnya (Jawa Tengah). Pada batas Jawa Tengah dan Jawa Timur terdapat vulkan yang mengarah Utara – Selatan yaitu vulkan Merapi dan Merbabu. Vulkan-vulkan ini tumbuh pada pertemuan sesaran antar Zone Ngawi-Kendeng Rodge dengan sesaran perbatasan Jawa Tengah dan Jawa Timur.



Gambar 3.3 Peta Fisiografi Jawa Tengah dan Jawa Timur (Van Bemmelen, 1949)

3.1.2 Waktu

Waktu studi dilaksanakan selama kurang lebih 6 (enam) bulan, yaitu mulai bulan Maret sampai dengan bulan Agustus 2016, yang meliputi pengumpulan data primer dan sekunder, pengolahan dan analisis data serta penulisan tugas akhir.

3.2. Metode Penelitian

Pada studi ini metode yang dipakai adalah *Deskriptif Evaluatif*, yaitu metode studi yang mengevaluasi kondisi obyektif / apa adanya pada suatu keadaan yang sedang menjadi obyek studi (Supriharyono, 2002). Obyek studi yang dimaksud adalah, sistem jaringan drainase di Kota Surakarta. Kapasitas dan atau peningkatan debit, kondisi ini mengakibatkan terjadi genangan pada waktu hujan yang mengganggu aktifitas masyarakat. Sehingga diperlukan adanya solusi dan kebijakan yang mengutamakan partisipasi masyarakat dalam mengatasi permasalahan (kasus) tersebut. Analisis yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah analisis hidrologi dan kapasitas sistem drainase yaitu penelitian yang

bertujuan untuk mengendalikan atau mengurangi potensi terjadi banjir akibat luapan sungai dan curah hujan yang terjadi.

Untuk menanggulangi terjadinya hal tersebut direncanakan suatu sistem drainase dan analisis perhitungan yang dimana dapat memperbaiki suatu saluran drainase untuk mengendalikan aliran air yang terjadi, Perencanaan sistem drainase ini berkaitan erat dengan keadaan daerah aliran sungai di perkotaan serta saluran-saluran drainase yang ada. Disamping itu, daerah perkotaan yang luas membutuhkan saluran drainase yang memadai untuk menanggulangi terjadinya banjir.

3.3. Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Berdasarkan metode penelitian, penulis membutuhkan alat dan bahan untuk membantu dalam proses pengumpulan data dan pengambilan sampel di lokasi. Alat yang dipergunakan dalam penelitian ini berupa peralatan pribadi dan laboratorium.

3.3.2 Bahan

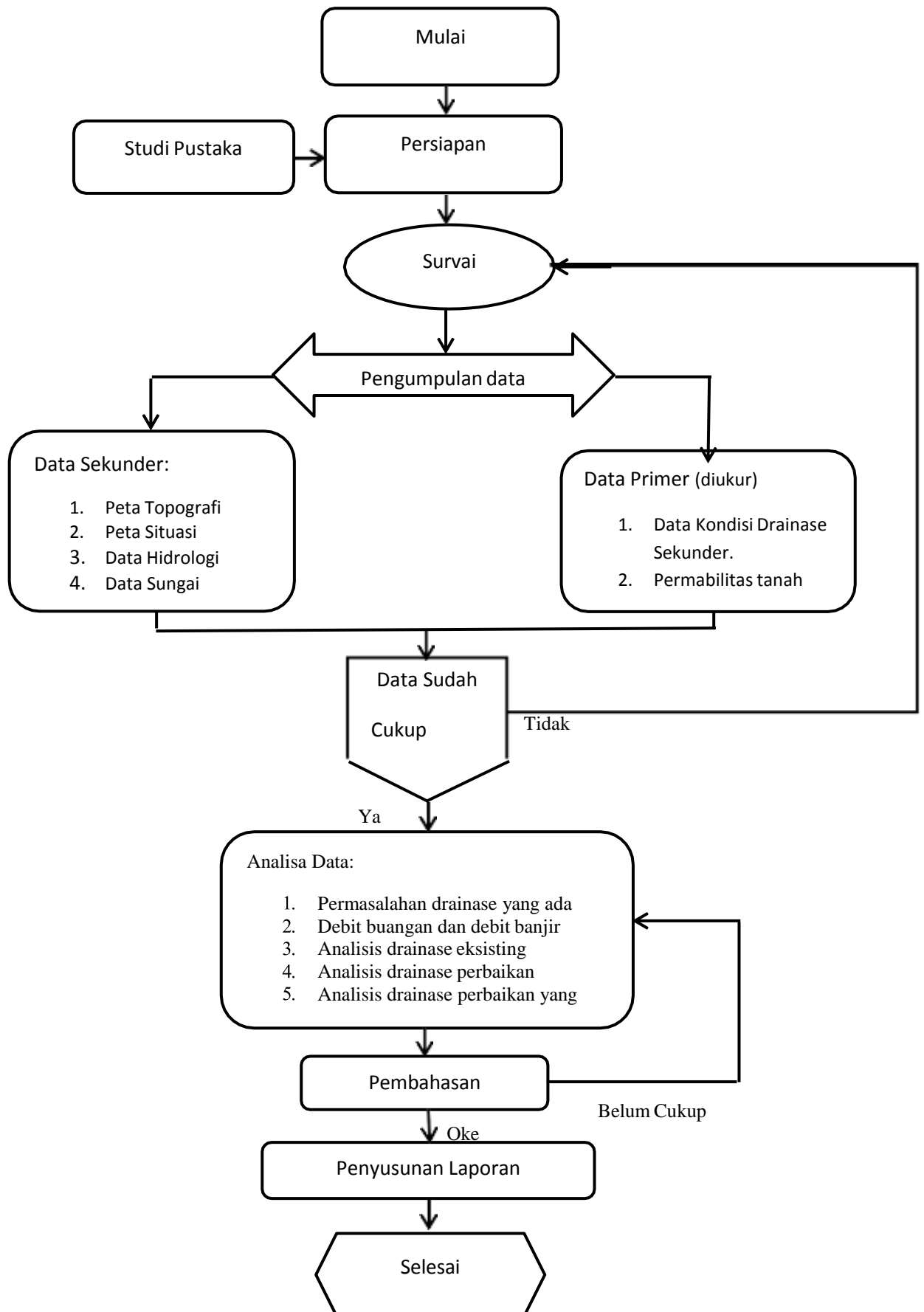
Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data-data yang mengenai informasi seputar kondisi Kota Surakarta. Bahan-bahan penelitian yang lainnya didapatkan oleh penulis berdasarkan sumber-sumber yang terkait yaitu dari observasi dan studi pustaka dari internet maupun buku.

Tabel 3.3 Alat dan Bahan

No	Nama	Sumber
1	Peta Topografi wilayah - Kedalaman saluran yang dianalisis - Luasan daerah DAS	BAPEDA/BPBD Kota Surakarta
2	Data Hidrologi, meliputi: - Data hujan DAS - Peta lokasi stasiun penakar hujan - Data curah hujan rata-rata - Data debit banjir	Balai Besar sungai Bengawan Solo Kota Surakarta
3	Data analisis hidrolika - Perencanaan dimensi saluran drainase - Mengetahui titik banjir dari masing-masing saluran	Balai Besar sungai Bengawan Solo Kota Surakarta
4	Komputer	Pribadi
5	Kamera Digital	Pribadi
6	Alat tulis kantor	Pribadi
7	Kalkulator	Pribadi
8.	Permeabilitas	Laboratorium

3.4. Langkah – Langkah Penelitian

Sistematis pendekatan masalah penelitian mengikuti alur kerangka pikir penelitian, sebagai langkah awal penelitian diperlukan langkah – langkah yang sistematis dan secara garis besar digambarkan menggunakan diagram alir perencanaan sistem drainase.



3.5. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah prosedur yang sistematis dan standar untuk memperoleh data yang diperlukan, data yang di ukur sendiri disebut sebagai data primer, sedangkan data yang diperoleh dari suatu lembaga atau institusi dalam bentuk sudah jadi disebut data sekunder. Data yang dipakai sebagai bahan analisis dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

3.5.1. Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer yang dilakukan pada penelitian ini dengan cara survey langsung di lapangan, wawancara dengan pihak-pihak terkait mengenai masalah yang ditinjau. Data primer yang diperlukan meliputi Kondisi existing jaringan drainase dan permabilitas tanah. Data kondisi existing jaringan drainase, didapat dari pengamatan dan pengukuran di lokasi. Data-data hidrologi, Data-data sungai dan data yang terkait untuk penelitian. Data permabilitas tanah menggunakan metode *insitu*.

3.5.2 Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder adalah pengumpulan data yang dilakukan dengan mengumpulkan data yang ada pada instansi terkait, studi pustaka dan data-data hasil penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini. Data sekunder dari instansi seperti Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo Kota Surakarta. Adapun data sekunder yang diperlukan terkait dengan wilayah studi adalah : (1) Kondisi Umum wilayah Studi; (2) Jumlah penduduk; (3) Curah hujan jangka panjang atau curah hujan harian; (4) Luas lahan dan tata guna lahan.

Tabel 3.4. Pengumpulan Data

No	Data	Sumber Data
1	Peta Topografi	Kantor BAPEDA Kota Surakarta
2	Peta Situasi	Kantor BBWS Bengawan Solo
3	Data Hidrologi	Kantor BBWS Bengawan Solo
4	Data Sungai Saluran Sekunder	Kantor BBWS Bengawan Solo
5	Data Sungai Saluran Primer	Kantor BBWS Bengawan Solo
6	Data Curah Hujan	Kantor BBWS Bengawan Solo
7	Data Geologi dan Mekanika Tanah	Uji Laboratorium

3.6. Analisis Data

Analisis data dimaksudkan untuk menyederhanakannya dalam bentuk yang mudah dimengerti dan dipahami orang banyak. Dari data yang diperoleh baik data primer maupun data sekunder selanjutnya dianalisis dengan menggunakan metode perhitungan yang ada, yang selanjutnya menghasilkan data tentang terjadinya proses terjadinya banjir dan upaya pengendaliannya.

3.6.1 Analisis Hidrologi

Data hujan diperoleh dari BMKG Surakarta dimana data yang diperlukan merupakan data curah hujan harian rata – rata dalam DAS terkait dengan rentang waktu 25 tahun dimana terdapat tahun 1991 keatas sebagai acuannya. Data hujan digunakan untuk menghitung curah hujan wilayah dengan rumus:

a. Metode Perhitungan Curah Hujan Wilayah

Rumusnya adalah :

$$R_{ave} = \frac{\sum R_i}{n}$$

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 1983)

Metode Perhitungan Curah Hujan Rata-rata

Menggunakan metode *Poligon Thiessen*

Rumusnya adalah :

— — — — —

— — — — —

b. Analisis Frekuensi Hujan Rancangan

Harga rata – rata (\bar{X})

Rumusnya adalah :

$$\bar{X} = \frac{\sum}{n}$$

Standar Deviasi (Sx)

Rumusnya adalah :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}}$$

Koefisien Skewness (Cs)

Rumusnya adalah :

$$C_s = \frac{\sum (x - \bar{x})^3}{n(\sigma)^3}$$

Koefisien Curtosis (Ck)

Rumusnya adalah :

$$C_k = \frac{\sum (x - \bar{x})^4}{n(\sigma)^4}$$

Koefisien Variasi

Rumusnya adalah :

$$C_v = \frac{S_x}{\bar{X}}$$

c. Analisis Frekuensi

Distribusi *Gumbel*

Rumusnya adalah :

- - ()

d. Debit Air Kotor

Air kotor dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_k = (P_n \cdot q) / A$$

Maka debit air kotor untuk masing masing saluran drainase dihitung sebagai berikut:

$$Q_{ki} = Q_k \times A_i$$

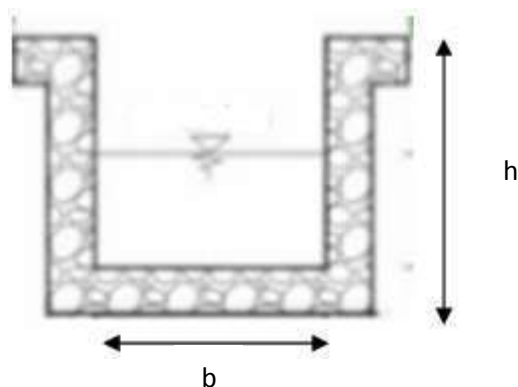
e. Debit Banjir

Debit banjir maksimum menggunakan *Metode Rasional*

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

3.6.2 Analisis kapasitas saluran

Setelah melakukan pengolahan data curah hujan, maka selanjutnya kita akan mulai masuk ke dalam proses perencanaan kapasitas saluran. Beberapa tahapan yang harus kita lakukan antara lain :



Gambar 3.4 Penampang Saluran Terbuka

Luas Penampang

$$A = b \times h$$

Keliling Penampang Basah

$$P : b + 2h$$

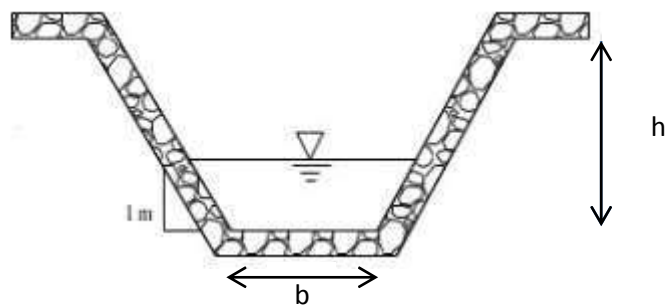
Jari-jari Penampang Basah

$$R : A/P$$

Keterangan :

b : Lebar Dasar Saluran

h : Ketinggian Saluran



Gambar 3.5 Penampang Saluran Terbuka

Luas Penampang

$$A : (b + m.h) \cdot h$$

Keliling Penampang Basah

$$P : b + (2.h(1 + m^2))^{1/2}$$

Jari-jari Penampang Basah

$$R : A/P$$

Keterangan :

b : Lebar Dasar Saluran

h : Ketinggian Saluran

m : Kemiringan Samping Saluran

(a) Perencanaan debit aliran

$$Q = AV$$

- (b) Kecepatan aliran ini dapat didekati dengan persamaan dari *Manning* yang digunakan untuk aliran tak teratur, yaitu :

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

3.6.3 Analisis Sumur Resapan

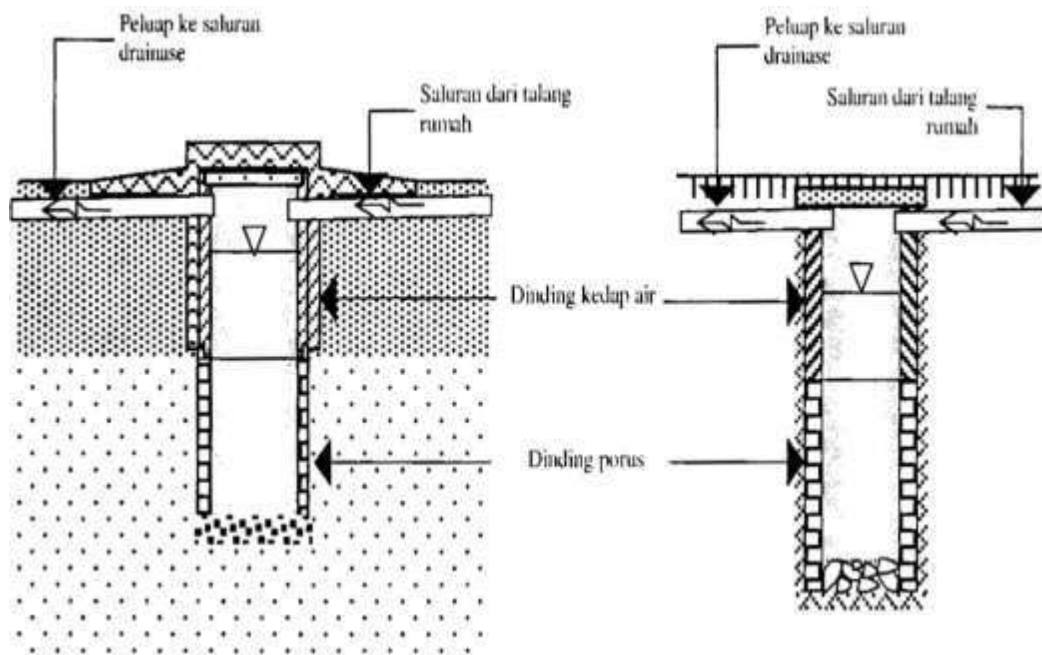
Sumur Resapan Air Hujan Salah satu langkah struktural dalam konsep sistem drainase yang berkelanjutan adalah pembuatan Sumur Resapan Air Hujan (RSAH). Meningkatnya limpasan permukaan, disamping akan menambah beban sistem drainase di bagian hilir, juga menurunkan pengisian air tanah, sehingga memberi kontribusi terhadap keseimbangan siklus hidrologi. Oleh karena itu, salah satu solusi adalah mengembalikan fungsi resapan secara artifisial. Hal ini akan memberi manfaat ganda, yaitu menurunkan 31 limpasan permukaan sekaligus meningkatkan mengisi air tanah. Perhitungan SRAH menurut Sunjoto dalam Suripin (2004), dengan persamaan sebagai berikut :

Kedalaman sumur, H :

$$H = \left(\frac{Q}{K \cdot A_s} \right)^{1/2}$$

Berdasarkan Metode PU (1990), perhitungan SRAH tertuang dalam SK SNI T-06-1990-F, tentang standar tata cara perencanaan teknis sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan, dengan persamaan :

$$H = \frac{D \cdot I \cdot A_t - D \cdot k \cdot A_s}{A_s + D \cdot K \cdot P}$$



Gambar 3.6 Kontruksi Sumur Resapan

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan tentang hasil penelitian yang didapat guna menjawab tujuan dari penelitian yang telah disebutkan dalam Bab I. Selanjutnya aspek yang dibahas dalam bab ini meliputi : gambaran umum daerah penelitian, kinerja sistem jaringan drainase yang terakait dengan kondisi *existing*, pembebanan dan kapasitas saluran serta rumusan sistem pendukung kebijakan prioritas rehabilitasi.

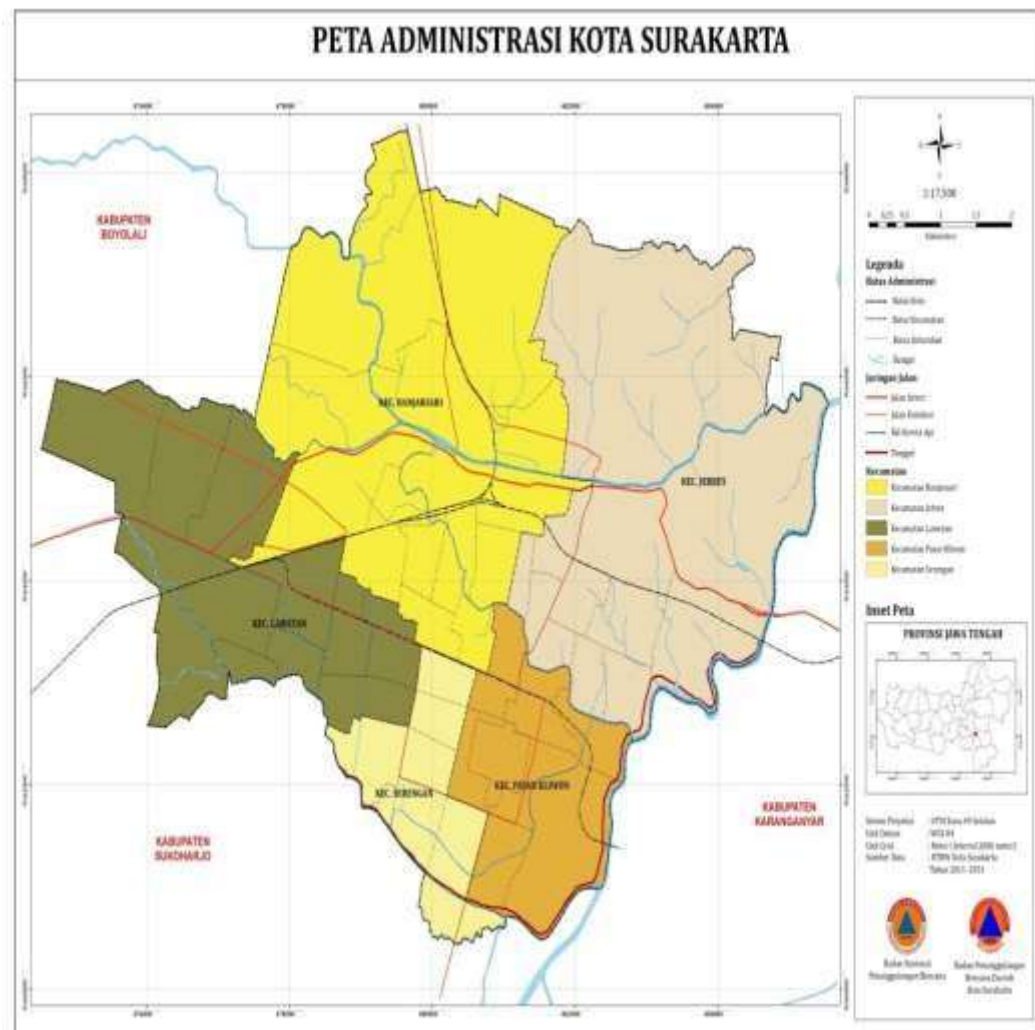
4.1. Gambaran Umum Daerah Penelitian

4.1.1 Kondisi dan Letak Geografis

Kota Surakarta terletak diantara $110^{\circ} 45' 15''$ - $110^{\circ} 45' 35''$ Bujur Timur dan antara $7^{\circ} 36'$ - $7^{\circ} 56'$ Lintang Selatan. Berdasarkan posisi geografis tersebut, Kota Surakarta berada pada wilayah iklim tropis yang memiliki ciri-ciri mempunyai dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau dengan intensitas curah hujan tinggi. Secara ekonomi letaknya strategis karena Kota Surakarta berdekatan dengan Kota Yogyakarta, Kota Semarang dan Kota Surabaya.

Kota Surakarta atau lebih dikenal Kota Solo merupakan dataran rendah dengan ketinggian ± 92 m dari permukaan laut dengan batas utara dibatasi oleh Kabupaten Boyolali, batas timur dibatasi oleh Kabupaten Karanganyar, batas selatan di batasi oleh Kabupaten Sukoharjo dan batas barat di batasi oleh Kabupaten Sukoharjo. Luas wilayah Kota Surakarta mencapai $44,04 \text{ km}^2$ yang terbagi dalam 5 kecamatan yaitu: Kecamatan Laweyan, Kecamatan Serengan,

Kecamatan Banjarsari, Kecamatan Pasar Kliwon, dan Kecamatan Jebres. Sebagian besar lahan dipakai sebagai tempat pemukiman sebesar 65%. Sedangkan untuk kegiatan ekonomi juga memakan tempat yang cukup besar juga yaitu berkisar antar 16% dari luas lahan yang ada.



Gambar 4.1 Peta Administrasi Kota Surakarta

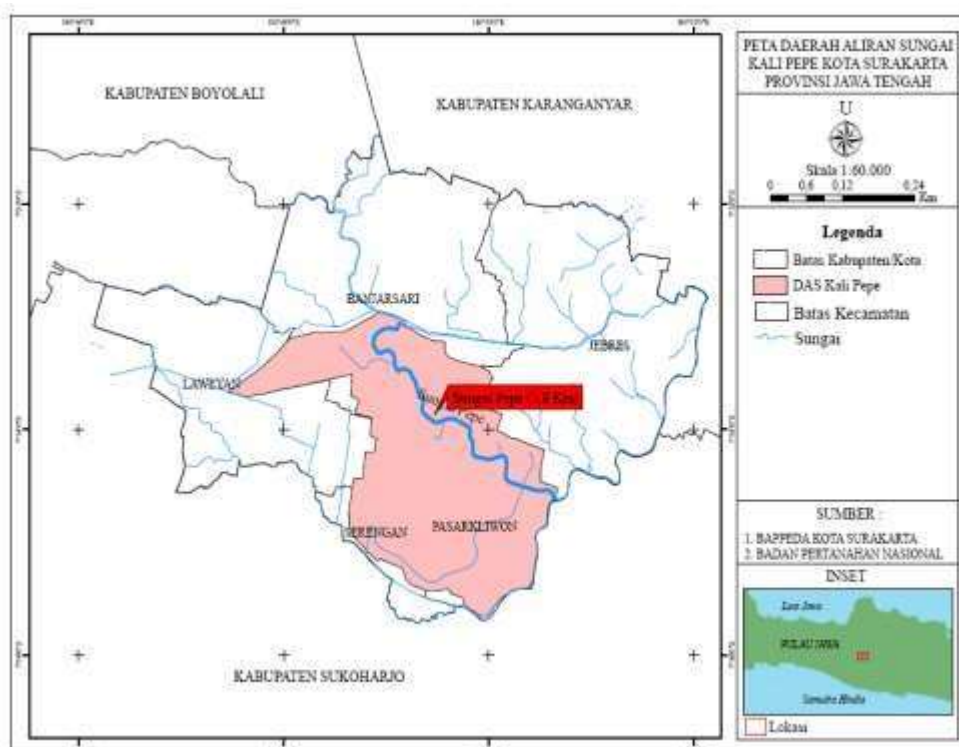
4.1.2 Wilayah Administrasi

Wilayah administrasi daerah-daerah yang dilalui Kali Pepe diwilayah studi sampai dengan pintu air Demangan seperti pada Tabel : Rincian Kecamatan dan Kelurahan.

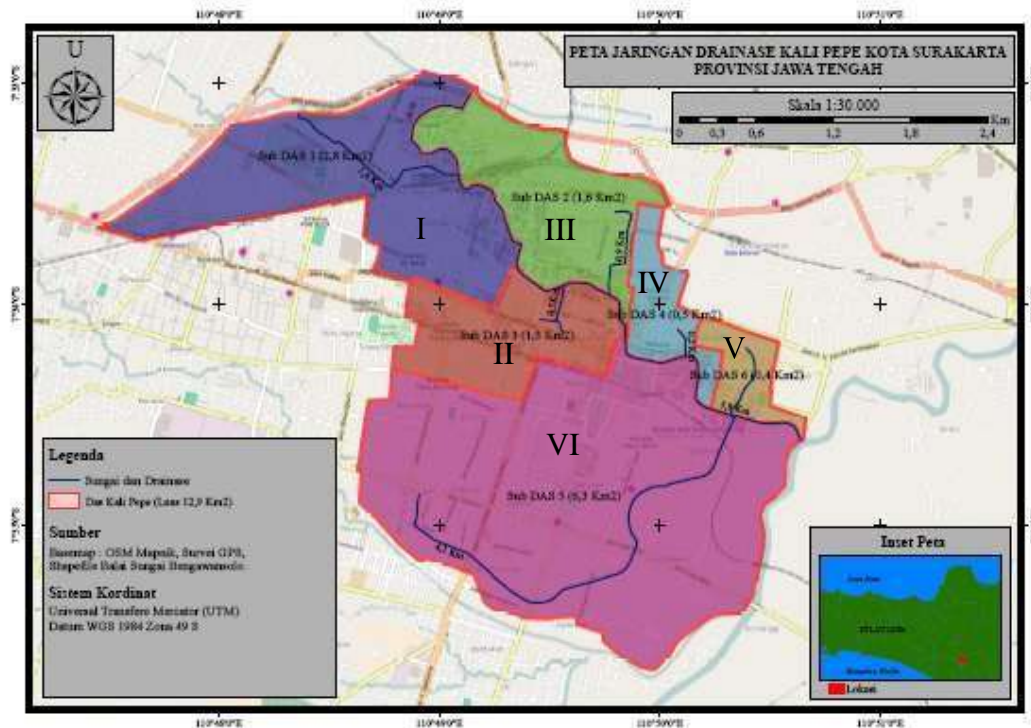
Tabel 4.1 Rincian Kecamatan & Kelurahan yang Terkait

No	Kecamatan	Kelurahan/Desa	Letak Terhadap kali Pepe
1.	Kec. Banjarsari	8. Kel. Manahan	Kanan sungai
		9. Kel. Gilingan	Kanan sungai
		10. Kel. Kestalan	Kanan sungai
		11. Kel. Mangkubumen	Kanan sungai
		12. Kel. Punggawan	Kanan sungai
		13. Kel. Ketelan	Kanan sungai
		14. Kel. Keprabon	Kanan sungai
2.	Kec. Pasar Kliwon	4. Kel. Kampungbaru	Kanan sungai
		5. Kel. Kedunglumbu	Kanan sungai
		6. Kel. Sangkrah	Kanan sungai
3.	Kec. Jebres	5. Kel. Kepatihan Kulon	Kiri sungai
		6. Kel. Kepatihan Wetan	Kiri sungai
		7. Kel. Sudiroprajan	Kiri sungai
		8. Kel. Gandegan	Kiri sungai

Sumber : Surakarta Dalam Angka 2013



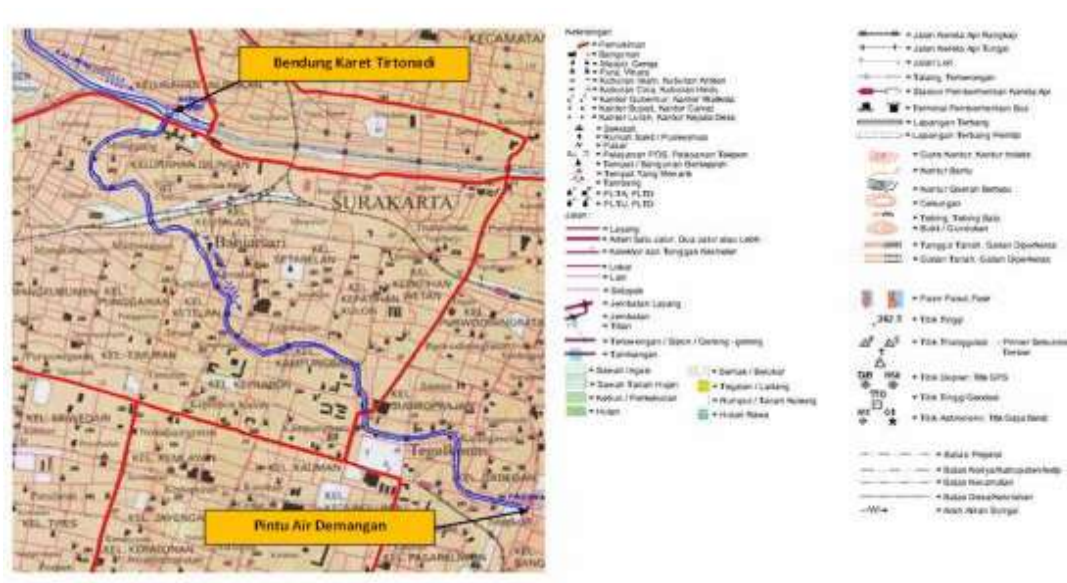
Gambar 4.2 Peta Sistem Kali Pepe Hilir



Gambar 4.3 Peta Studi Jaringan Drainase Kali Pepe Hilir Kota Surakarta

4.1.3. Kondisi Topografi

Daerah studi di Kali Pepe, Kelurahan Gilingan, Kecamatan Banjarsari dan Pintu Air Demangan Kelurahan Sangkrah, Kecamatan Pasar Kliwon, Kota Surakarta. Adapun Kota Surakarta terletak diantara gunung Merapi dan pegunungan Seribu dengan ketinggian antara 75-160 m diatas permukaan laut (dpl) yang terbagi menjadi wilayah lereng Gunung Merapi di bagian utara areal miring, wilayah datar dan wilayah berbukit di bagian selatan. Ditinjau dari ketinggiannya, wilayah kota Surakarta terdiri dari dataran dengan ketinggian rata-rata 92 m dari permukaan air laut (dpl), adapun wilayah terendah berada di Kecamatan Pasar Kliwon yang hanya 80 m diatas permukaan laut (dpl) dan wilayah tertinggi berada di Kecamatan Jebres yang mencapai 130 m diatas permukaan laut (dpl).



Gambar 4.4 Peta Lokasi Sungai Pepe Hilir

4.1.4. Klimatologi

Dengan pertimbangan ketersediaan data dan keberadaan Pos dekat DAS Pepe, maka data klimatologi dari stasiun Pabelan (106 m, 110°45" BT, 7°34" LS) akan dipakai untuk memberikan informasi mengenai unsur-unsur klimatologi DAS tersebut. Data klimatologi di DAS tersebut menunjukkan bahwa temperatur bulanan berkisar antara 25°C– 27,4°C, sedangkan penguapan bulanan antara 2,6 mm/hr – 6,4 mm/hr. Kelembaban antara 74,6 % - 83,8 %, seperti pada Tabel

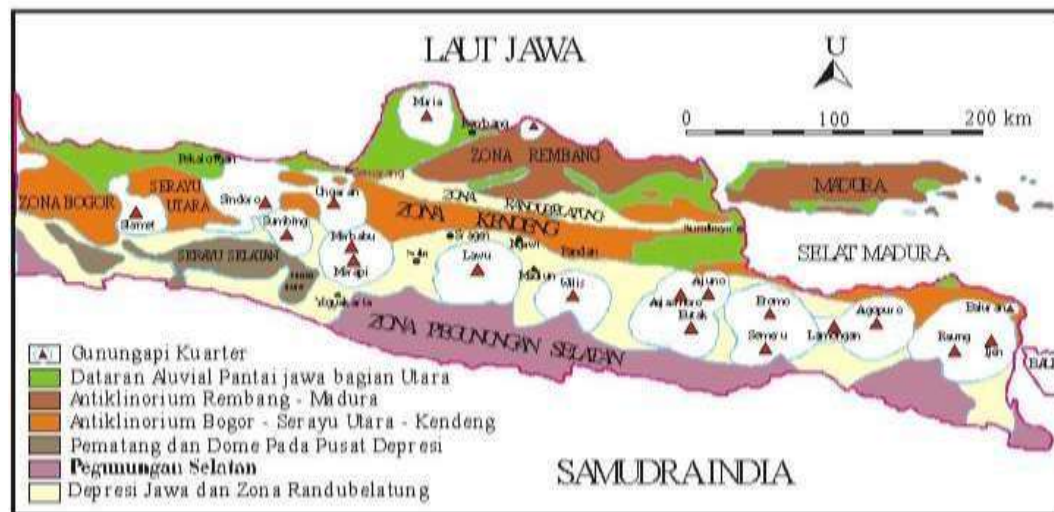
Tabel 4.2 Data Klimatologi Bulanan di Stasiun Pabelan

Item	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	Tahunan
Temp. (°C)	25,3	25,6	26,1	26,5	25,8	25,6	25,5	25	26,6	27,4	25,8	26,5	26
Hujan (mm)	272	305	240	166	84	51	30	18	21	67	160	224	1.638
Penguapan (mm/hr)	2,7	2,6	3,4	3,6	3,5	4,8	5,0	5,5	6,4	6,3	4,1	3,7	4,3
Kelembaban (%)	84	83,8	83,5	83,3	82	78,9	79,8	78,1	74,6	77,6	82,7	82,2	83

Sumber : BBWS Bengawan Solo, 2012.

4.1.5 Fisiografi

Daerah studi berdasarkan pembagian fisiografi Jawa Tengah dan Jawa Timur menurut Van Bemmelen, 1949 daerah penelitian termasuk dalam Depresi Jawa dan Zona Randublatung (Gambar). Di Jawa Tengah vulkan-vulkannya posisi yang lurus mengarah Barat Timur. Kalau dilihat secara keseluruhan maka deretan vulkan ini mengarah Barat-Timur dengan posisi agak ke Selatan apabila dibandingkan dengan deretan di bagian Baratnya (Jawa Tengah). Pada batas Jawa Tengah dan Jawa Timur terdapat vulkan yang mengarah Utara – Selatan yaitu vulkan Merapi dan Merbabu. Vulkan-vulkan ini tumbuh pada pertemuan sesaran antar Zone Ngawi-Kendeng Rodge dengan sesaran perbatasan Jawa Tengah dan Jawa Timur.



Gambar 4.5 Peta Fisiografi Jawa Tengah dan Jawa Timur (Van Bemmelen, 1949)

4.1.6 Aspek Kependudukan

Berdasarkan hasil Buku Surakarta Dalam Angka Tahun 2014, penduduk Kota Surakarta mencapai 585.486 jiwa dengan rasio jenis kelamin sebesar 97,00 yang artinya bahwa pada setiap 100 penduduk perempuan terdapat 97 penduduk

laki-kali. Tingkat kepadatan penduduk Kota Surakarta pada tahun 2014 mencapai 13.294 jiwa/km². Tahun 2014 tingkat kepadatan penduduk tertinggi terdapat di Kecamatan Serengan dengan tingkat kepadatan 19.178 jiwa/km² dan yang terendah terdapat di Kecamatan Jebres dengan tingkat kepadatan 11.800 jiwa/km². Tingkat kepadatan rata-rata Kota Surakarta adalah 13.294 jiwa/km². Untuk lebih jelasnya jumlah penduduk, rasio jenis kelamin dan tingkat kepadatan penduduk di Kota Surakarta dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Jumlah Penduduk Kota Surakarta

Kecamatan	Luas Wilayah Km ²	Jumlah Penduduk			Rasio Jenis Kelamin/ Sex Ratio (%)	Tingkat Kepadatan Penduduk Population Density (Jiwa/Km ²)
		Number of Population				
District	Area Km ²	Laki-laki	Perempuan	Jumlah	Sex Ratio (%)	Population Density (Jiwa/Km ²)
		Male	Female	Total		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Laweyan	8,64	53 457	55 807	109 264	95,79	12 646
Serengan	3,19	29 981	31 198	61 179	96,13	19 178
Pasar Kliwon	4,82	44 646	46 576	91 222	95,86	18 926
Jebres	12,58	73 799	74 643	148 442	98,86	11 800
Banjarsari	14,81	86 395	88 984	175 379	97,09	11 842
Kota	44,04	288 278	297 208	585 486	97,00	13 294

Sumber: BPS Kota Surakarta

4.2 Kondisi Eksisting Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase di Kali Pepe merupakan satu kesatuan sistem yang saling berhubungan, namun untuk mempermudah pengelolaan terkait dengan sumber daya manusia. Maka pada penelitian ini sistem jaringan drainase di Kali Pepe dibagi menjadi 6 (enam) sub sistem.

Dasar pertimbangan dari pembagian sub sistem ini adalah :

- a. Arah aliran air pada saluran drainase.
- b. *Koneksitas* antara saluran penerima dengan saluran pengumpul.

c. Pembagian wilayah dan luas daerah layanan pengaliran yang proporsional.

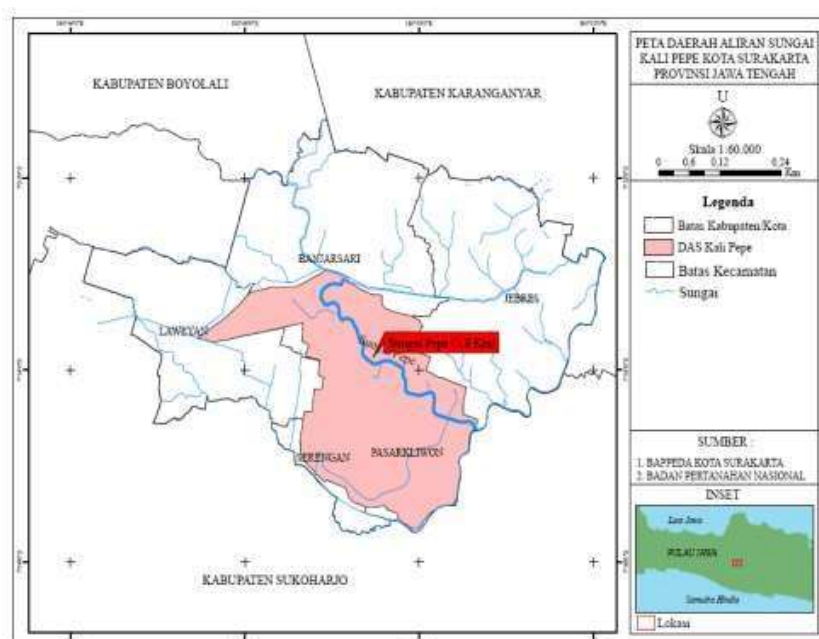
Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.4. dibawah ini:

Tabel 4.4 Wilayah dan Jaringan Drainase Sub Sistem

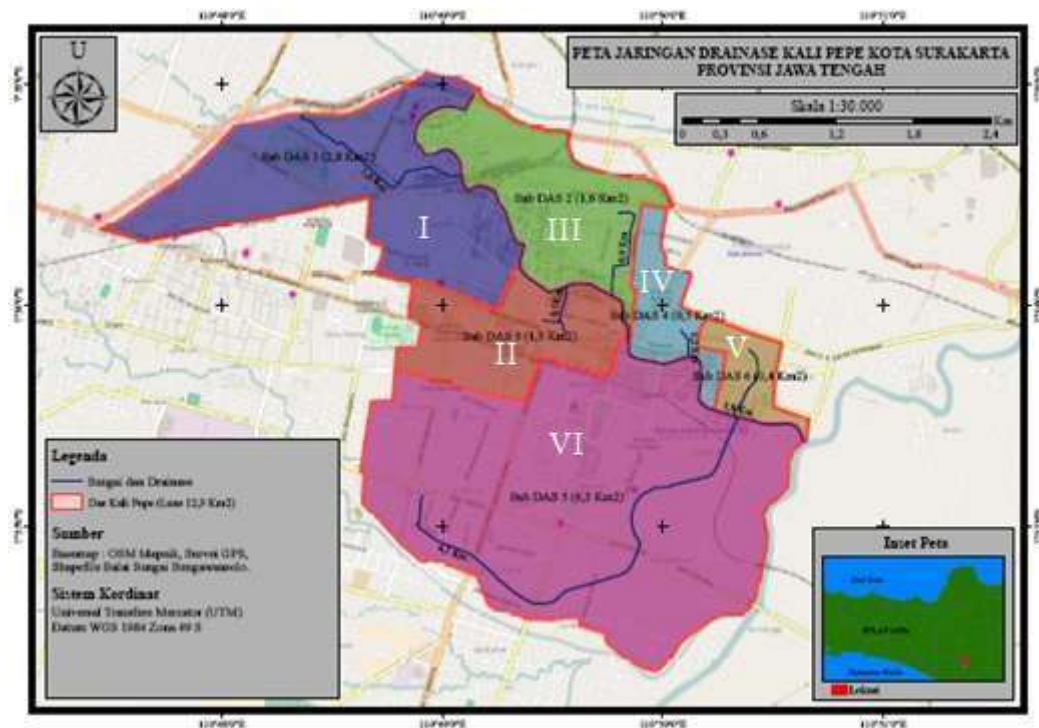
No	Drainase	Wilayah	Kategori	Panjang (km)
1	Sub Das I	Banjarsari	Saluran Sekunder	1,60
2	Sub Das II	Banjarsari	Saluran Sekunder	0,50
3	Sub Das III	Banjarsari	Saluran Sekunder	0,90
4	Sub Das IV	Jebres	Saluran Sekunder	0,20
5	Sub Das V	Jebres	Saluran Sekunder	0,60
6	Sub Das VI	Pasar Kliwon	Saluran Sekunder	4,10

Sumber : Hasil Analisis

Sistem Jaringan Drainase kali Pepe ini dirancang dan dibangun sesuai dengan pentahapan pembangunan drainase sungai oleh pengembang, kondisi existing Kali Pepe sendiri didapat dari Balai Besar Sungai Bengawan Solo yang dimana pada tahun 2014 telah di rehabilitas saluran dengan pelebaran dan pengerukan Kali Pepe. Selengkapnya kondisi *existing* sistem jaringan drainase dapat diperiksa pada lampiran 1.



Gambar 4.6. Peta Sistem Kali Pepe Hilir



Gambar 4.7. Peta Studi Jaringan Drainase Kali Pepe Hilir Kota Surakarta

4.3. Pengolahan Data Curah Hujan

Data curah hujan dari Stasiun Hujan Pabelan yang terletak dan dekat dari lokasi studi. Data yang digunakan adalah selama 25 tahun dari tahun 1991 hingga tahun 2015, data didapat dari Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo. Data hujan yang diambil adalah hujan terbesar pada setiap tahun pengamatan di bawah ini disajikan tabel 4.5 mengenai data curah hujan tahunan.

Tabel 4.5 Hujan Harian Maksimum Stasiun Pabelan

No	Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	Nopember	Desember	MAX
1	1991	98,00	85,00	53,50	115,00	37,00	0,00	14,50	0,00	0,00	19,00	106,00	46,00	115,00
2	1992	66,00	54,00	53,00	41,00	72,00	75,50	24,00	44,00	27,00	36,00	44,90	31,50	75,50
3	1993	62,50	131,00	72,50	38,00	68,00	40,50	0,00	1,00	10,00	15,00	44,00	65,00	131,00
4	1994	70,00	90,00	111,00	60,00	55,50	1,31	0,00	0,00	0,00	33,00	66,00	88,00	111,00
5	1995	66,00	84,00	80,00	46,50	149,00	60,00	18,50	11,00	15,50	40,00	58,00	25,00	149,00
6	1996	69,00	68,00	112,00	30,00	62,50	34,00	0,00	56,50	22,50	51,50	53,00	62,00	112,00
7	1997	80,00	112,00	76,00	6,00	30,00	17,00	11,50	5,50	0,00	2,00	85,00	136,00	136,00
8	1998	95,00	69,00	48,00	85,00	46,00	54,00	50,00	16,00	36,00	55,00	85,00	68,00	95,00
9	1999	52,00	70,00	82,00	51,00	58,00	25,50	25,00	17,00	21,00	51,00	23,00	90,00	90,00
10	2000	50,00	50,00	80,00	29,00	30,00	15,00	7,00	0,00	12,00	43,00	50,00	92,00	92,00
11	2001	80,00	75,00	35,00	45,00	56,00	8,00	4,00	0,00	30,00	78,00	30,00	0,00	80,00
12	2002	70,00	35,00	25,00	22,00	30,00	0,00	0,00	2,00	0,00	0,00	80,00	40,00	80,00
13	2003	60,00	46,00	38,00	10,00	10,00	0,00	0,00	0,00	7,50	17,50	85,00	70,00	85,00
14	2004	71,00	59,00	104,00	56,00	78,00	16,00	47,00	0,00	1,50	23,00	81,00	95,00	104,00
15	2005	59,00	49,50	79,00	51,00	48,00	89,00	33,00	4,00	15,50	33,00	49,00	62,00	89,00
16	2006	91,00	92,00	70,00	78,50	47,00	34,00	2,00	0,00	0,00	0,00	69,00	85,00	92,00
17	2007	40,00	109,50	69,00	78,50	20,00	8,00	8,00	0,00	0,00	21,00	46,00	133,00	133,00
18	2008	47,00	77,00	119,00	53,00	24,00	23,00	0,00	0,00	3,00	109,00	63,00	126,00	126,00
19	2009	142,00	68,00	48,50	47,00	61,00	84,00	0,00	0,00	3,00	51,00	43,00	50,00	142,00
20	2010	64,00	86,00	91,00	103,00	45,00	48,00	25,00	21,00	58,00	65,00	68,00	58,00	103,00
21	2011	108,00	65,00	83,00	46,00	29,00	6,00	53,00	0,00	5,00	84,00	37,00	114,00	114,00
22	2012	99,00	77,00	53,00	95,00	65,00	26,00	0,00	0,00	0,00	36,00	38,00	70,00	99,00
23	2013	73,00	65,00	69,00	76,00	61,00	0,00	21,00	1,00	0,00	69,00	27,00	49,00	76,00
24	2014	41,00	26,00	0,00	0,00	64,00	123,00	26,70	13,00	0,00	47,50	61,00	107,50	123,00
25	2015	87,00	77,00	166,00	112,00	61,00	25,00	0,00	0,00	0,00	4,00	36,00	123,00	166,00

(sumber: Hasil Analisis)

Analisa hidrologi dilakukan untuk mendapatkan besarnya curah hujan rancangan dari data hujan harian yang diolah menjadi data curah hujan dan dengan kala ulang yang telah ditentukan yaitu 25 tahun. Sebelum melakukan perhitungan debit, perlu adanya pengecekan kualitas data dengan menggunakan uji konsistensi data yang kemudian dilanjutkan dengan pengecekan homogenitas data dengan menggunakan *uji inlier-outlier*

4.3.1. Uji Konsistensi Data Hujan

Data hujan yang diperoleh dari instansi pengelolanya, perlu diuji tingkat kekonsistensiannya. Hal ini dikarenakan informasi yang diperoleh tentang masing-masing unsur tersebut mengandung ketidak telitian (*inaccuracy*) dan ketidak pastian (*uncertainty*) (Harto,263). Dengan alasan tersebut di atas maka perlu dilakukan uji konsistensi data dengan menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) (Buishand,1982). Metode ini digunakan untuk menguji ketidak konsistensinya (*inconsistency*) data suatu stasiun dengan data dari stasiun itu sendiri dengan mendeteksi nilai rata-rata (*mean*). Berikut merupakan hasil perhitungannya :

Uji Kepangghahan dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut:

$$\sum (\quad)$$

$$\sum \frac{ (\quad) }{ \quad }$$

Dengan :

Data hujan ke-i

Deviasi standar

Tabel 4.6 Perhitungan Uji Kepanggaan Metode RAPS Stasiun Hujan Pabelan

No.	Thn	i	i-Rerata	Sk*	Sk**	Absolut	Q_{Abs}	Q/\sqrt{n}	Nilai Kritik
1	1991	115,00	6,26	6,26	0,26	0,26	4,21	5,00	1,11
2	1992	75,50	-33,24	-26,98	-1,10	1,10			
3	1993	131,00	22,26	-4,72	-0,19	0,19			
4	1994	111,00	2,26	-2,46	-0,10	0,10			
5	1995	149,00	40,26	37,80	1,54	1,54			
6	1996	112,00	3,26	41,06	1,67	1,67			
7	1997	136,00	27,26	68,32	2,78	2,78			
8	1998	95,00	-13,74	54,58	2,22	2,22			
9	1999	90,00	-18,74	35,84	1,46	1,46			
10	2000	92,00	-16,74	19,10	0,78	0,78			
11	2001	80,00	-28,74	-9,64	-0,39	0,39			
12	2002	80,00	-28,74	-38,38	-1,56	1,56			
13	2003	85,00	-23,74	-62,12	-2,53	2,53			
14	2004	104,00	-4,74	-66,86	-2,72	2,72			
15	2005	89,00	-19,74	-86,60	-3,53	3,53			
16	2006	92,00	-16,74	-103,34	-4,21	4,21			
17	2007	133,00	24,26	-79,08	-3,22	3,22			
18	2008	126,00	17,26	-61,82	-2,52	2,52			
19	2009	142,00	33,26	-28,56	-1,16	1,16			
20	2010	103,00	-5,74	-34,30	-1,40	1,40			
21	2011	114,00	5,26	-29,04	-1,18	1,18			
22	2012	99,00	-9,74	-38,78	-1,58	1,58			
23	2013	76,00	-32,74	-71,52	-2,91	2,91			
24	2014	123,00	14,26	-57,26	-2,33	2,33			
25	2015	166,00	57,26	0,00	0,00	0,00			

Jumlah 2718,50

Rata-rata 108,74

Dy 24,54

(sumber: Hasil Analisis)

$$\begin{aligned}
 i\text{-Rerata} &= i - Y_{\text{rerata}} \\
 &= 115 - 108,74 \\
 &= 6,26
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Sk^* &= 0 = 6,26 \\
 Sk^{**} &= Sk^* / D_y \\
 &= 6,26 / 24,54 = 0,26
 \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Nilai $Q/(n^{0,5})$ dan $R/(n^{0,5})$

N	Q/n ^{0,5}			R/n ^{0,5}		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.10	1.22	1.42	1.34	1.43	1.60
30	1.12	1.24	1.48	1.40	1.50	1.70
40	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.50	1.62	1.85
	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2.00

(Sumber: Harto, 1993: 168)

Berdasarkan hasil perhitungan, jika nilai $Q/(n^{0,5})$ dan $R/(n^{0,5})$ hitung lebih kecil dari nilai $Q/(n^{0,5})$ dan $R/(n^{0,5})$ tabel yaitu $0,84 < 1,11$ maka cukup konsisten pada probabilitas 90%.

4.3.2. Uji Abnormalitas Data (Uji Inlier-Outlier)

Data yang telah konsisten kemudian perlu diuji lagi dengan uji abnormalitas. Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah data maksimum dan minimum dari rangkaian data yang ada layak digunakan atau tidak. Uji yang digunakan adalah uji *Outlier*, dimana data yang menyimpang dari dua batas ambang, yaitu ambang bawah (X_L) dan ambang atas (X_H) akan dihilangkan. Berikut merupakan hasil perhitungannya :

Tabel 4.8 Nilai K_n untuk Uji Inlier - Outlier

Jumlah Data	K_n	Jumlah Data	K_n	Jumlah Data	K_n	Jumlah Data	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.880	25	2.468	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

(Sumber: Dep. PU, *Panduan Perencanaan Bendungan Urugan Volume II*, 1999)

Tabel 4.9 Uji Inlier-Outlier

No.	Thn	X	Y=Log X		
1	1991	115,00	2,06		
2	1992	75,50	1,88		
3	1993	131,00	2,12		
4	1994	111,00	2,05		
5	1995	149,00	2,17		
6	1996	112,00	2,05		
7	1997	136,00	2,13		
8	1998	95,00	1,98		
9	1999	90,00	1,95		
10	2000	92,00	1,96		
11	2001	80,00	1,90		
12	2002	80,00	1,90		
13	2003	85,00	1,93		
14	2004	104,00	2,02		
15	2005	89,00	1,95		
16	2006	92,00	1,96		
17	2007	133,00	2,12		
18	2008	126,00	2,10		
19	2009	142,00	2,15		
20	2010	103,00	2,01		
21	2011	114,00	2,06		
22	2012	99,00	2,00		
23	2013	76,00	1,88		
24	2014	123,00	2,09		
25	2015	166,00	2,22		
		S_y	0,10		
		Y_{rerata}	2,03		
		K_n	2,47		
		Y_h	2,26	X_h	183,47
		Y_l	1,79	X_l	61,46
Keterangan					
Nilai Ambang Atas	X_H		183,467		
Nilai Ambang Bawah	X_L		61,4552		

Karena $X_L \leq 61,46 \leq X_H$

Maka: Tidak ada data yang perlu di keluarkan dari proses analisis data (semua data bisa dipakai)

(sumber: Hasil Analisis)

Perhitungan :

$$\begin{aligned} Y_h &= Y_{\text{rerata}} + K_n \cdot S_y & X_H &= \text{Exp.} (Y_{\text{rerata}} + K_n \cdot S_y) \\ &= 2,30 + 2,47 \cdot 0,10 & &= 183,47 \\ &= 2,26 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_l &= Y_{\text{rerata}} - K_n \cdot S_y & X_L &= \text{Exp.} (Y_{\text{rerata}} - K_n \cdot S_y) \\ &= 2,30 - 2,47 \cdot 0,10 & &= 61,46 \\ &= 1,79 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh $X_L = 61,46$ dan $X_H = 183,47$.

Karena $X_L \leq X \leq X_H$, sehingga tidak ada data yang perlu dikeluarkan dari proses analisis data (**semua data dapat dipakai**).

4.4 Analisis Frekuensi

Berdasarkan curah hujan tahunan, perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan harian maksimum tersebut untuk menentukan debit banjir rencana. Suatu kenyataan bahwa tidak semua variat dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, akan tetapi kemungkinan ada nilai variat yang lebih besar atau lebih kecil dari nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran variat di sekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi atau dispersi. Cara mengukur besarnya dispersi adalah dengan pengukuran dispersi.

Ada beberapa jenis distribusi statistik yang dapat dipakai untuk menentukan besarnya curah hujan rencana, seperti distribusi *Gumbel*, *Log Pearson III*, *Log Normal*, dan beberapa cara lain. Metode–metode ini harus diuji mana yang bisa dipakai dalam perhitungan. Pengujian tersebut melalui pengukuran dispersi. Untuk melakukan pengukuran dispersi, terlebih dahulu harus

diketahui faktor – faktor beriku : Parameter nilai rata-rata (\bar{X}), simpangan baku (Sd), koefisien variasi (Cv), koefisien kemiringan (Cs), dan koefisien kurtosis (Ck).

Tabel 4.10 Parameter Statistik Curah Hujan

No	Tahun	Hujan Daerah (mm)	X_i	$X_i - \text{rata}^2$	$(X_i - \text{rata2})^2$	$(X_i - \text{rata2})^3$	$(X_i - \text{rata2})^4$
1	1991	115,00	166,00	57,26	3278,71	187738,80	10749923,53
2	1992	75,50	149,00	40,26	1620,87	65256,13	2627211,78
3	1993	131,00	142,00	33,26	1106,23	36793,13	1223739,50
4	1994	111,00	136,00	27,26	743,11	20257,11	552208,91
5	1995	149,00	133,00	24,26	588,55	14278,16	346388,28
6	1996	112,00	131,00	22,26	495,51	11030,00	245527,78
7	1997	136,00	126,00	17,26	297,91	5141,89	88748,94
8	1998	95,00	123,00	14,26	203,35	2899,74	41350,25
9	1999	90,00	115,00	6,26	39,19	245,31	1535,67
10	2000	92,00	114,00	5,26	27,67	145,53	765,50
11	2001	80,00	112,00	3,26	10,63	34,65	112,95
12	2002	80,00	111,00	2,26	5,11	11,54	26,09
13	2003	85,00	104,00	-4,74	22,47	-106,50	504,79
14	2004	104,00	103,00	-5,74	32,95	-189,12	1085,54
15	2005	89,00	99,00	-9,74	94,87	-924,01	8999,86
16	2006	92,00	95,00	-13,74	188,79	-2593,94	35640,76
17	2007	133,00	92,00	-16,74	280,23	-4691,01	78527,51
18	2008	126,00	92,00	-16,74	280,23	-4691,01	78527,51
19	2009	142,00	90,00	-18,74	351,19	-6581,26	123332,73
20	2010	103,00	89,00	-19,74	389,67	-7692,04	151840,84
21	2011	114,00	85,00	-23,74	563,59	-13379,57	317630,98
22	2012	99,00	80,00	-28,74	825,99	-23738,88	682255,52
23	2013	76,00	80,00	-28,74	825,99	-23738,88	682255,52
24	2014	123,00	76,00	-32,74	1071,91	-35094,25	1148985,90
25	2015	166,00	75,50	-33,24	1104,90	-36726,80	1220798,71
Jumlah		2718,50	2718,50	0,00	14449,56	183684,72	20407925,32
Rata-rata		108,74					
S		24,54					
Cs		0,56					
Ck		2,90					
Cv		0,23					

(sumber: Hasil Analisis)

Dari tabel di atas dapat dihitung faktor – faktor uji distribusi sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata / mean } (X_{rt}) &= \frac{\Sigma}{n} & \text{Standart Deviasi } (S) &= \sqrt{\frac{\Sigma(\dots)}{n}} \\ &= \frac{\dots}{\dots} & &= \sqrt{\frac{\Sigma(\dots)}{\dots}} \\ &= 108,74 & &= 24,54 \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien Variasi } (Cv) = \frac{S}{X_{rt}} = \frac{24,54}{108,74} = 0,23$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Skweness } (Cs) &= \frac{\Sigma(\dots)}{(n)(\dots)} = \frac{\dots}{(\dots)(\dots)} = 0,56 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan parameter statistik tersebut kemudian dilakukan pemilihan jenis sebaran (distribusi) yang akan digunakan, sebagai berikut :

Tabel 4.11 Macam Metode Distribusi Frekuensi

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Keterangan
<i>Normal</i>		0,56	-
<i>Log Normal</i>		0,68	-
<i>Gumbel</i>	5,4002	0,56 2,90	Dipilih
<i>Log Pearson III</i>		Cs = 0,56 < 0	-

Sumber: Kamiana 2010 dalam Nur Effendi 2014

Berdasarkan tabel 4.11 diatas terlihat bahwa jenis distribusi yang paling mendekati adalah jenis Distribusi *Gumbel*.

4.5 Uji Sebaran Dengan *Chi Kuadrat*

Uji chi kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan peluang (metode yang digunakan untuk mencari hujan rencana) dapat mewakili dari distribusi *sample* data yang dianalisis. Parameter χ^2 dapat dihitung dengan rumus

$$\chi^2 h = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Sumber : Harto BR (1998)

Dimana :

$\chi^2 h$ = parameter Chi Kuadrat terhitung

G = jumlah sub kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada subkelompok ke-i

E_i = jumlah nilai teoritis pada subkelompok ke-i

Parameter $\chi^2 h$ merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai $\chi^2 h$ sama atau lebih besar daripada nilai Chi Kuadrat yang sebenarnya (χ^2) dapat dilihat pada tabel.

Prosedur *uji Chi Kuadrat* :

1. Urutkan data pengamatan (dari yang besar ke kecil atau sebaliknya).
2. Kelompokkan data menjadi G subgrup, tiap-tiap subgrup minimal 4 data pengamatan.
3. Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap subgrup.
4. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i .

5. Jumlah seluruh G subgrup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chi kuadrat hitung.
6. Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai $R = 2$, untuk distribusi normal dan binomial, dan nilai $R = 1$, untuk distribusi *poison* dan *Gumbel*).
7. hitung nilai X^2 kritik untuk setiap kelas kemudian hitung nilai total X^2 kritik dari tabel untuk derajat nyata tertentu yang sering diambil sebesar 5% dengan parameter derajat kebebasan.

Menguji keselarasan sebaran Metode Gumbel Tipe I, digunakan Uji Sebaran Chi Kuadrat (*Chi Square Test*) (Soewarno, 1995).

Rumus derajat kebebasan adalah:

$$D_K = K - (R-1)$$

$$\begin{aligned} K &= 1 + 3,22 \log n \\ &= 1 + 3,22 \log 25 \\ &= 5,64 = 6 \end{aligned}$$

K : Jumlah Kelas

n : Jumlah Data

$$D_K = K - (1 + 1)$$

$$\begin{aligned} D_K &= 6 - (1 + 1) \\ &= 4 \end{aligned}$$

$$X_i = \frac{n}{k} = \frac{25}{6} = 4,17$$

$$\begin{aligned} \Delta X &= (X_{maks} - X_{min}) / (K - 1) \\ &= (166 - 75,5) / (6-1) \end{aligned}$$

$$= 18,1 = 18$$

$$X_{\text{awal}} = X_{\text{min}} - 0,5 \Delta X$$

$$= 75,5 - 0,5 \times 18 = 66,5$$

Nilai X^2 kritik dicari pada Tabel 4.12 dengan menggunakan nilai $D_K = 4$ dan Derajat Kepercayaan 5%, lalu dibandingkan dengan nilai X^2 hasil perhitungan yang dapat dilihat pada Tabel 4.13. Syarat yang harus dipenuhi yaitu X^2 hitungan $< X^2$ kritik (Soewarno, 1995).

Tabel 4.12 Nilai Kritis untuk *Uji Chi Kuadrat*

DK	α							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000928	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,1000	0,021	0,05806	0,103	5,991	7,378	9,210	10,579
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,4848	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	0,1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	0,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188

Sumber: Soewarno, 1995

Tabel 4.13 Uji keselarasan sebaran dengan *Uji Chi Kuadrat*

No	Probabilitas (%)	Jumlah Data		$O_i - E_i$	$X^2 = (O_i - E_i)^2 / E_i$
		O_i	E_i		
1	$66,5 < x < 84,5$	4	4,17	-0,17	0,01
2	$84,5 < x < 102,5$	7	4,17	2,83	1,93
3	$102,5 < x < 120,5$	6	4,17	1,83	0,81
4	$120,5 < x < 138,5$	5	4,17	0,83	0,17
5	$138,5 < x < 156,5$	2	4,17	-2,17	1,13
6	$x > 156,5$	1	4,17	-3,17	2,41
	Jumlah	25	25		6,44

Sumber: Hasil analisis

Derajat Signifikan (α) = 5%

X^2 hitungan = 6,44

X^2 kritik = 9,488

Dilihat hasil perbandingan di atas bahwa X^2 hitungan $< X^2$ kritik, maka hipotesis yang diuji dapat diterima, yaitu bahwa data menyebar secara normal.

4.6 Hujan Rancangan

Dalam melakukan analisis hujan rancangan dengan metode *Gumbel*, untuk masa ulang T berdasarkan atas karakteristik dari penyebaran (distribusi).

Tabel 4.14 Perhitungan Standar Deviasi Curah Hujan

No	Tahun	X_i	$X_i - X_r$	$(X_i - X_r)^2$
1	1991	115,00	6,26	39,19
2	1992	75,50	-33,24	1104,90
3	1993	131,00	22,26	495,51
4	1994	111,00	2,26	5,11
5	1995	149,00	40,26	1620,87
6	1996	112,00	3,26	10,63
7	1997	136,00	27,26	743,11
8	1998	95,00	-13,74	188,79
9	1999	90,00	-18,74	351,19
10	2000	92,00	-16,74	280,23
11	2001	80,00	-28,74	825,99
12	2002	80,00	-28,74	825,99
13	2003	85,00	-23,74	563,59
14	2004	104,00	-4,74	22,47
15	2005	89,00	-19,74	389,67
16	2006	92,00	-16,74	280,23
17	2007	133,00	24,26	588,55
18	2008	126,00	17,26	297,91
19	2009	142,00	33,26	1106,23
20	2010	103,00	-5,74	32,95
21	2011	114,00	5,26	27,67
22	2012	99,00	-9,74	94,87
23	2013	76,00	-32,74	1071,91
24	2014	123,00	14,26	203,35
25	2015	166,00	57,26	3278,71
	JUMLAH	2718,50		14449,56
	RATA-RATA	108,74		
	SX	24,54		

(sumber: Hasil Analisis)

$$1. \text{ Standart Deviasi (S}_x) = \sqrt{\frac{\sum(\text{---})}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum(\text{---})}{n}} = 24,54$$

(Loebis, 1984)

Dimana :

S_x = Standar deviasi

X_i = Curah hujan rata-rata

X_r = Harga rata – rata

n = Jumlah data

2. Hitung nilai faktor frekuensi (K)

$$K = \frac{\sum(Y_n - S_n)^2}{n}$$

$$K = \frac{\sum(Y_n - S_n)^2}{n} = 2,44$$

(Loebis, 1984)

Dimana :

K = Faktor frekuensi

Y_n = Harga rata – rata reduce variate

S_n = Reduced standard deviation

Y_t = Reduced variated

Berdasarkan tabel 4.13 Jumlah data dalam perhitungan curah hujan rencana periode ulang T tahun adalah 25 tahun, sehingga nilai Y_n dan S_n adalah sebagai berikut:

Tabel 4.15 Faktor Frekuensi Periode Ulang 25 Tahun

Faktor Frekuensi (K)	
n	25
Y_n	0,5309
S_n	1,0915
Y_t	3,1993
K	2,44

(sumber: Hasil Analisis)

3. Hitung hujan dalam periode ulang T tahun

$$X_t = X_r + (K \cdot S_x)$$

$$X_t = 108,74 + (2,44 \cdot 24,54) = 168,73$$

(Loebis, 1984)

Dimana :

X_t = Hujan dalam periode ulang tahun

X_r = Harga rata – rata

K = Faktor Frekuensi

S_x = Standar deviasi

Berdasarkan tabel 4.14 perhitungan curah hujan rencana periode ulang T tahun

dengan data curah hujan di atas adalah sebagai berikut :

Tabel 4.16 Perhitungan Curah Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun

Periode Ulang	Y_t	Y_n	S_n	K	X_r	S_x	X_t
2	0,3668	0,4238	0,6658	-0,110	108,74	24,54	106,03
5	1,5004	0,4595	0,8077	1,110	108,74	24,54	135,96
10	2,2510	0,4952	0,9496	1,849	108,74	24,54	154,11
25	3,1993	0,5309	1,0915	2,445	108,74	24,54	168,73
50	3,9028	0,5485	1,1607	2,890	108,74	24,54	179,65
100	4,6012	0,5600	1,2065	3,350	108,74	24,54	190,93

(sumber: Hasil Analisis)

Tabel 4.17 Curah Hujan Rancangan Periode Ulang T Tahun dengan Metode Gumbel

Periode Ulang	Curah Hujan Rencana (mm)
2	106,03
5	135,96
10	154,11
25	168,73
50	179,65
100	190,93

(sumber: Hasil Analisis)

4.7 Debit Banjir Rancangan Saluran Sekunder Kali Pepe

a). Debit Banjir Saluran Sekunder DAS 1

Debit banjir rencana Saluran sekunder digunakan hasil perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 25 tahun. Besarnya debit rencana dapat ditentukan berdasarkan besarnya curah hujan rencana dan karakteristik daerah aliran sungai.

Adapun data yang diperlukan adalah :

1. Luas DAS Kali Pepe (A) = 2,8 km²
2. Panjang sungai (L) = 1,60 km
3. Kemiringan Sungai (i) = 0,013 m

Metode ini digunakan dengan anggapan bahwa DAS memiliki :

- a. Intensitas curah hujan merata diseluruh DAS dengan durasi tertentu;
- b. Lamanya curah hujan = waktu konsentrasi dari DAS;
- c. Puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama;
- d. Luas DAS < 300 km².

Rumus :

Intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus *Mononobe* :

$$I = \frac{R}{t_c} \times \left(\frac{R}{t_c} \right)^{-0.6}$$

$$I = \frac{134,08}{0,29} \times \left(\frac{134,08}{0,29} \right)^{-0,6} = 134,08 \text{ mm}$$

Di mana :

R = hujan maksimum (mm)

t_c = waktu konsentrasi (jam)

Waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh *Kirpich* (1940), yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$t_c = 0,0133 L x i^{-0,6}$$

$$t_c = 0,0133 \times 1,60 \times 0,013^{-0,6} = 0,29$$

Di mana :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang sungai (km)

S = kemiringan sungai

Koefisien limpasan (C):

Karena tata guna lahan di DPS Kali Pepe termasuk perkampungan, maka nilai tetapan C diberikan bobot (*weighted*) 0,30.

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3600}$$

$$Q = \frac{0,30 \times 134,08 \times 134,08}{3600} = 31,29 \text{ m}^3/\text{s}$$

Di mana :

C = koefisien limpasan air hujan

I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km^2)

Q = debit maksimum (m^3/s)

b). Debit Banjir Saluran DAS 2

Debit banjir rencana saluran sekunder digunakan hasil perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 25 tahun. Besarnya debit rencana dapat ditentukan berdasarkan besarnya curah hujan rencana dan karakteristik daerah aliran sungai.

Adapun data yang diperlukan adalah :

1. Luas DAS Kali Pepe (A) = 1,30 km^2
2. Panjang sungai (L) = 0,50 km
3. Kemiringan Sungai (i) = 0,002 m

Metode ini digunakan dengan anggapan bahwa DAS memiliki :

- a. Intensitas curah hujan merata diseluruh DAS dengan durasi tertentu;
- b. Lamanya curah hujan = waktu konsentrasi dari DAS;
- c. Puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama;
- d. Luas DAS < 300 km^2 .

Rumus :

Intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus *Mononobe* :

$$I = \frac{1}{L} \times \left(\frac{A}{L} \right)^{-0.2}$$

$$I = \frac{1}{0,5} \times \left(\frac{1,30}{0,5} \right)^{-0.2} = 137,71 \text{ mm}$$

Di mana :

R = hujan maksimum (mm)

t_c = waktu konsentrasi (jam)

Waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh *Kirpich* (1940), yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$t_c = 0,0133Lx_i^{-0,6}$$

$$t_c = 0,0133 \times 0,50 \times 0,002^{-0,6} = 0,28$$

Di mana :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang sungai (km)

S = kemiringan sungai

$$Q = \frac{C I A}{t_c}$$

$$Q = \frac{0,2 \times 200 \times 1000000}{0,28} = 14,92 \text{ m}^3/\text{s}$$

Di mana :

C = koefisien limpasan air hujan

I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km²)

Q = debit maksimum (m³/s)

c). **Debit Banjir Saluran DAS 3**

Debit banjir rencana saluran sekunder digunakan hasil perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 25 tahun. Besarnya debit rencana dapat

ditentukan berdasarkan besarnya curah hujan rencana dan karakteristik daerah aliran sungai.

Adapun data yang diperlukan adalah :

1. Luas DAS Kali Pepe (A) = 1,60 km²
2. Panjang sungai (L) = 0,90 km
3. Kemiringan Sungai (i) = 0,016 m

Metode ini digunakan dengan anggapan bahwa DAS memiliki :

- a. Intensitas curah hujan merata diseluruh DAS dengan durasi tertentu;
- b. Lamanya curah hujan = waktu konsentrasi dari DAS;
- c. Puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama;
- d. Luas DAS < 300 km².

Rumus :

Intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus *Mononobe* :

$$I = \frac{R}{t_c} \times \left(\frac{L}{t_c} \right)^{-0,6}$$

$$I = \frac{213,81}{0,9} \times \left(\frac{0,9}{0,9} \right)^{-0,6} = 213,81 \text{ mm}$$

Di mana :

R = hujan maksimum (mm)

t_c = waktu konsentrasi (jam)

Waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh

Kirpich (1940), yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$t_c = 0,0133Lxi^{-0,6}$$

$$t_c = 0,0133 \times 1,60 \times 0,16^{-0,6} = 0,14$$

Di mana :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang sungai (km)

S = kemiringan sungai

$$Q = \frac{C I A}{t_c}$$

$$Q = \frac{0,2 \times 100 \times 0,5}{0,14} = 28,51 \text{ m}^3/\text{s}$$

Di mana :

C = koefisien limpasan air hujan

I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km^2)

Q = debit maksimum (m^3/s)

d). **Debit Banjir Saluran DAS 4**

Debit banjir rencana saluran sekunder digunakan hasil perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 25 tahun. Besarnya debit rencana dapat ditentukan berdasarkan besarnya curah hujan rencana dan karakteristik daerah aliran sungai.

Adapun data yang diperlukan adalah :

1. Luas DAS Kali Pepe (A) = $0,50 \text{ km}^2$
2. Panjang sungai (L) = $0,20 \text{ km}$
3. Kemiringan Sungai (i) = $0,017 \text{ m}$

Metode ini digunakan dengan anggapan bahwa DAS memiliki :

- a. Intensitas curah hujan merata diseluruh DAS dengan durasi tertentu;

- b. Lamanya curah hujan = waktu konsentrasi dari DAS;
- c. Puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama;
- d. Luas DAS < 300 km².

Rumus :

Intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus *Mononobe* :

$$I = \frac{R}{t_c} \times \left(\frac{t_c}{t_c + 1}\right)^{-0.6}$$

$$I = \frac{192,25}{0,20} \times \left(\frac{0,20}{0,20 + 1}\right)^{-0,6} = 192,25 \text{ mm}$$

Di mana :

R = hujan maksimum (mm)

t_c = waktu konsentrasi (jam)

Waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh *Kirpich* (1940), yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$t_c = 0,0133 L x i^{-0,6}$$

$$t_c = 0,0133 \times 0,20 \times 0,001^{-0,6} = 0,17$$

Di mana :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang sungai (km)

S = kemiringan sungai

$$Q = \frac{I \times A}{3600}$$

$$Q = \frac{192,25 \times 0,20}{3600} = 8,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

Di mana :

C = koefisien limpasan air hujan

I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km^2)

Q = debit maksimum (m^3/s)

e). Debit Banjir Saluran DAS 5

Debit banjir rencana saluran sekunder digunakan hasil perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 25 tahun. Besarnya debit rencana dapat ditentukan berdasarkan besarnya curah hujan rencana dan karakteristik daerah aliran sungai.

Adapun data yang diperlukan adalah :

1. Luas DAS Kali Pepe (A) = $0,40 \text{ km}^2$
2. Panjang sungai (L) = $0,60 \text{ km}$
3. Kemiringan Sungai (i) = $0,014$

Metode ini digunakan dengan anggapan bahwa DAS memiliki :

- a. Intensitas curah hujan merata diseluruh DAS dengan durasi tertentu;
- b. Lamanya curah hujan = waktu konsentrasi dari DAS;
- c. Puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama;
- d. Luas DAS $< 300 \text{ km}^2$.

Rumus :

Intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus *Mononobe* :

$$I = \frac{1}{10} \times \left(\frac{1}{L} \right)^{-0.5}$$

$$I = \frac{R}{t_c} = 49,05 \text{ mm}$$

Di mana :

R = hujan maksimum (mm)

t_c = waktu konsentrasi (jam)

Waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh *Kirpich* (1940), yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$t_c = 0,0133Lx^i^{-0,6}$$

$$t_c = 0,0133 \times 0,60 \times 0,40^{-0,6} = 0,10$$

Di mana :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang sungai (km)

S = kemiringan sungai

$$Q = \frac{C I A}{t_c}$$

$$Q = \frac{0,2 \times 49,05 \times 0,1}{0,10} = 8,85 \text{ m}^3/\text{s}$$

Di mana :

C = koefisien limpasan air hujan

I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km²)

Q = debit maksimum (m³/s)

f). Debit Banjir Saluran DAS 6

Debit banjir rencana saluran sekunder digunakan hasil perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 25 tahun. Besarnya debit rencana dapat ditentukan berdasarkan besarnya curah hujan rencana dan karakteristik daerah aliran sungai.

Adapun data yang diperlukan adalah :

1. Luas DAS Kali Pepe (A) = 6,30 km²
2. Panjang sungai (L) = 4,10 km
3. Kemiringan Sungai (i) = 0,009

Metode ini digunakan dengan anggapan bahwa DAS memiliki :

- a. Intensitas curah hujan merata diseluruh DAS dengan durasi tertentu;
- b. Lamanya curah hujan = waktu konsentrasi dari DAS;
- c. Puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama;
- d. Luas DAS < 300 km².

Rumus :

Intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus *Mononobe* :

$$I = \frac{R}{t_c} \times \left(\frac{L}{t_c} \right)^{-0.7}$$

$$I = \frac{100}{4,1} \times \left(\frac{4,1}{4,1} \right)^{-0.7} = 61,81 \text{ mm}$$

Di mana :

R = hujan maksimum (mm)

t_c = waktu konsentrasi (jam)

Waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940), yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$t_c = 0,0133Lx_i^{-0,6}$$

$$t_c = 0,0133 \times 4,10 \times 0,009^{-0,6} = 0,92$$

Di mana :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang sungai (km)

S = kemiringan sungai

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3600}$$

$$Q = \frac{0,2 \times 100 \times 12,9}{3600} = 32,45 \text{ m}^3/\text{s}$$

Di mana :

C = koefisien limpasan air hujan

I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km²)

Q = debit maksimum (m³/s)

Tabel 4.18 Debit Banjir Q₂₅ Masing-masing Sub DAS

No	DAS	A (Km ²)	Panjang (km)	Q ₂₅
1	SUB DAS I	2,80	1,6	31,29
2	SUB DAS II	1,30	0,50	14,92
3	SUB DAS III	1,60	0,90	28,51
4	SUB DAS IV	0,50	0,20	8,01
5	SUB DAS V	0,40	0,60	8,85
6	SUB DAS VI	6,30	4,10	32,45
Total		12,90	7,9	124,03

(sumber: Hasil Analisis)

4.8 Dimensi Saluran Sekunder Kali Pepe Hilir

4.8.1 Debit Kapasitas Saluran Sekunder DAS 1

Analisa dimensi saluran sekunder kali Pepe dilakukan untuk mendapatkan debit kapasitas saluran eksisting (Q_{kaps}), yang nantinya akan dibandingkan dengan debit rencana (Q_{renc}) sehingga dapat diketahui apakah saluran-saluran tersebut mampu menampung debit hujan rencana. Berikut adalah perhitungan untuk saluran DAS 1: Saluran berpenampang persegi

lebar saluran (b) 3,7 m,

tinggi saluran (h) 2,1 m,

Dinding saluran tidak terlalu kasar sehingga diambil harga koefisien kekasaran *manning* 0,013. Debit rencana 31,29 m³/s, dan kemiringan saluran 0,013. Kapasitas saluran dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Menghitung luas penampang basah :

$$A = b \times h$$

$$A = 3,7 \times 2,1 = 7,77 \text{ m}^2$$

Keliling Penampang Basah :

$$P = b + 2h$$

$$P = 3,7 + 2 \times 2,1 = 7,9 \text{ m}$$

Jari-jari Penampang Basah :

$$R = A / P$$

$$R = 7,77 / 7,9 = 0,98$$

Kecepatan Air Rata-rata :

$$V = \quad - \quad x \quad -$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} = 0,16 \text{ m/s} \text{ sehingga } V = 2 \text{ m/s}$$

Kecepatan maksimal ditentukan oleh kekasaran dinding dan dasar saluran. Untuk saluran tanah $V = 0,7 \text{ m/s}$, pasang batu kali $V = 2 \text{ m/s}$ dan pasang beton $V = 3 \text{ m/s}$. Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman-tanaman air. Kecepatan maksimum dan minimum saluran juga ditentukan oleh kemiringan talud saluran (Permen PU No. 12/PRT/2014).

Kapasitas Debit Saluran :

$$Q_{\text{kaps}} = A \times V$$

$$Q_{\text{kaps}} = 7,7 \times 2 = 15,54 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{kaps}} > Q_{25}$$

$$15,54 \text{ m}^3/\text{s} > 31,29 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kapasitas saluran drainase Kali Pepe TIDAK mampu menangani debit banjir 25 tahun, karena kapasitas debit saluran lebih kecil dari pada debit banjir 25 tahun.



Gambar 4.8 Saluran Drainase Sub DAS 1

4.8.2 Debit Kapasitas Saluran DAS 2

Berikut adalah perhitungan untuk saluran DAS 3 Saluran berpenampang trapesium.

lebar saluran (b) 4,8 m,

tinggi saluran (h) 1,9 m,

kemiringan penampang (m) 1 m

Dinding saluran tidak terlalu kasar sehingga diambil harga *koefisien kekasaran manning* 0,013. Debit rencana 14,92 m³/s, dan kemiringan saluran 0,002 m. Kapasitas saluran dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Menghitung luas penampang basah :

$$A = (b + m.h).h$$

$$A = (4,8 + 1 \times 1,9) \times 1,9 = 15,97 \text{ m}^2$$

Keliling Penampang Basah :

$$P = b + (2 \times h (1 + m^2))^{1/2}$$

$$P = 4,8 + (2 \times 1,9 (1 + 1^2))^{1/2} = 13,30 \text{ m}$$

Jari-jari Penampang Basah :

$$R = A / P$$

$$R = 15,97 / 13,30 = 1,20 \text{ m}$$

Kecepatan Air Rata-rata :

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0,24}{15,97} = 0,015 \text{ m/s} \text{ sehingga } V = 2 \text{ m/s}$$

Kecepatan maksimal ditentukan oleh kekasaran dinding dan dasar saluran. Untuk saluran tanah $V = 0,7 \text{ m/s}$, pasang batu kali $V = 2 \text{ m/s}$ dan pasang beton $V = 3 \text{ m/s}$. Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman-tanaman air. Kecepatan maksimum dan minimum saluran juga ditentukan oleh kemiringan talud saluran (Permen PU No. 12/PRT/2014).

Kapasitas Debit Saluran :

$$Q_{\text{kaps}} = A \times V$$

$$Q_{\text{kaps}} = 15,97 \times 2 = 31,96 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{\text{kaps}} > Q_{25}$$

$$31,96 \text{ m}^3/\text{det} > 14,92 \text{ m}^3/\text{det}$$

Kapasitas saluran drainase Kali Pepe mampu menangani debit banjir 25 tahun, karena kapasitas debit saluran lebih besar dari pada debit banjir 25 tahun.



Gambar 4.9. Saluran Drainase Sub DAS 2

4.8.3 Debit Kapasitas Saluran DAS 3

Berikut adalah perhitungan untuk saluran DAS 3 Saluran berpenampang trapesium.

lebar saluran (b) 2,1 m,

tinggi saluran (h) 2,3 m,

kemiringan penampang (m) 1 m

Dinding saluran tidak terlalu kasar sehingga diambil harga *koefisien kekasaran manning* 0,013. Debit rencana 8,01 m³/s, dan kemiringan saluran 0,001. Kapasitas saluran dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Menghitung luas penampang basah :

$$A = (b + m.h).h$$

$$A = (2,1 + 1 \times 2,3) \times 2,3 = 7,39 \text{ m}^2$$

Keliling Penampang Basah

$$P = b + (2 \times h (1 + m^2))^{1/2}$$

$$P = 2,1 + (2 \times 2,3 (1 + 1^2))^{1/2} = 8,61 \text{ m}$$

Jari-jari Penampang Basah

$$R = A / P$$

$$R = 7,39 / 8,61 = 0,86 \text{ m}$$

Kecepatan Air Rata-rata

$$V = \bar{v}_x$$

$$V = \bar{v}_x = 0,10 \text{ m/s sehingga } V = 2 \text{ m/s}$$

Kecepatan maksimal ditentukan oleh kekasaran dinding dan dasar saluran. Untuk saluran tanah $V = 0,7 \text{ m/s}$, pasang batu kali $V = 2 \text{ m/s}$ dan pasang beton $V = 3 \text{ m/s}$. Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman-tanaman air. Kecepatan maksimum dan minimum saluran juga ditentukan oleh kemiringan talud saluran (Permen PU No. 12/PRT/2014).

Kapasitas Debit Saluran

$$Q_{\text{kaps}} = A \times V$$

$$Q_{\text{kaps}} = 7,39 \times 2 = 14,78 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{kaps}} > Q_{25}$$

$$14,78 \text{ m}^3/\text{s} < 28,51 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kapasitas saluran drainase Kali Pepe TIDAK mampu menangani debit banjir 25 tahun, karena kapasitas debit saluran lebih kecil dari pada debit banjir 25 tahun.



Gambar 4.10. Saluran Drainase Sub DAS 3

4.8.4 Debit Kapasitas Saluran DAS 4

Berikut adalah perhitungan untuk saluran DAS 4 Saluran berpenampang trapesium.

lebar saluran (b) 3,4 m,

tinggi saluran (h) 3 m,

kemiringan penampang (m) 1 m

Dinding saluran tidak terlalu kasar sehingga diambil harga koefisien kekasaran *mannig* 0,013. Debit rencana 8,01 m³/s, dan kemiringan saluran 0,001 m.

Kapasitas saluran dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Menghitung luas penampang basah :

$$A = (b + m \cdot h) \cdot h$$

$$A = (3,4 + 1 \times 3) \times 3,6 = 12,4 \text{ m}^2$$

Keliling Penampang Basah :

$$P = b + (2 \times h (1 + m^2))^{1/2}$$

$$P = 3,4 + (2 \times 3 (1 + 1^2))^{1/2} = 11,89 \text{ m}$$

Jari-jari Penampang Basah :

$$R = A / P$$

$$R = 12,4 / 11,89 = 1,04 \text{ m}$$

Kecepatan Air Rata-rata :

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{8,01}{12,4} = 0,646 \text{ m/s} \text{ sehingga } V = 2 \text{ m/s}$$

Kecepatan maksimal ditentukan oleh kekasaran dinding dan dasar saluran. untuk saluran tanah $V = 0,7 \text{ m/s}$, pasang batu kali $V = 2 \text{ m/s}$ dan pasang beton $V = 3 \text{ m/s}$. Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman-tanaman air. Kecepatan maksimum dan minimum saluran juga ditentukan oleh kemiringan talud saluran (Permen PU No. 12/PRT/2014).

Kapasitas Debit Saluran

$$Q_{\text{kaps}} = A \times V$$

$$Q_{\text{kaps}} = 12,24 \times 2 = 24,48 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{kaps}} > Q_{25}$$

$$24,80 \text{ m}^3/\text{s} > 8,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kapasitas saluran drainase Kali Pepe mampu menangani debit banjir 25 tahun, karena kapasitas debit saluran lebih besar dari pada debit banjir 25 tahun.



Gambar 4.11. Saluran Drainase Sub DAS 4

4.8.5 Saluran DAS 5

Berikut adalah perhitungan untuk saluran DAS 5 Saluran berpenampang trapesium.

lebar saluran (b) 2,1 m,

tinggi saluran (h) 1,3 m,

kemiringan penampang (m) 1 m

Dinding saluran tidak terlalu kasar sehingga diambil harga *koefisien kekasaran manning* 0,013. Debit rencana 8,85 m³/s, dan kemiringan saluran 0,014. Kapasitas saluran dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Menghitung luas penampang basah :

$$A = (b + m \cdot h) \cdot h$$

$$A = (2,1 + 1 \times 1,3) \times 1,3 = 3,79 \text{ m}^2$$

Keliling Penampang Basah :

$$P = b + (2 \times h(1 + m^2))^{1/2}$$

$$P = 2,1 + (2 \times 1,3 (1 + 1^2))^{1/2} = 5,78 \text{ m}$$

Jari-jari Penampang Basah :

$$R = A / P$$

$$R = 3,79 / 5,78 = 0,66$$

Kecepatan Air Rata-rata :

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{8,85}{3,79} = 2,33 \text{ m/s}$$

Kecepatan maksimal ditentukan oleh kekasaran dinding dan dasar saluran. untuk saluran tanah $V = 0,7 \text{ m/s}$, pasang batu kali $V = 2 \text{ m/s}$ dan pasang beton $V = 3 \text{ m/s}$.

Kapasitas Debit Saluran :

$$Q_{\text{kaps}} = A \times V$$

$$Q_{\text{kaps}} = 3,79 \times 2 = 7,58 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{kaps}} > Q_{25}$$

$$7,58 \text{ m}^3/\text{s} < 8,85 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kapasitas saluran drainase Kali Pepe tidak mampu menangani debit banjir 25 tahun, karena kapasitas debit saluran lebih kecil dari pada debit banjir 25 tahun.



Gambar 4.12. Saluran Drainase Sub DAS 5

4.8.6 Saluran DAS 6

Berikut adalah perhitungan untuk saluran DAS 6 saluran berpenampang trapesium.

lebar saluran (b) 10 m,

tinggi saluran (h) 2,2 m,

kemiringan penampang (m) 3,5 m

Dinding saluran tidak terlalu kasar sehingga diambil harga *koefisien kekasaran manning* 0,013. Debit rencana 32,45 m³/s, dan kemiringan saluran 0,009. Kapasitas saluran dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut :

Menghitung luas penampang basah :

$$A = (b + m.h).h$$

$$A = (10 + 3,5.2,2).2,2 = 26,94 \text{ m}^2$$

Keliling Penampang Basah :

$$P = b + (2 \times h(1 + m^2))^{1/2}$$

$$P = 10 + (2 \times 2,2(1 + 3,5^2))^{1/2} = 26,02$$

Jari-jari Penampang Basah :

$$R = A / P$$

$$R = 26,94 / 26,02 = 1,04$$

Kecepatan Air Rata-rata :

$$V = \bar{v}_x$$

$$V = \bar{v}_x = 0,12 \text{ m/s atau } V = 2 \text{ m/s}$$

Kecepatan maksimal ditentukan oleh kekasaran dinding dan dasar saluran. untuk saluran tanah $V = 0,7 \text{ m/s}$, pasang batu kali $V = 2 \text{ m/s}$ dan pasang beton $V = 3 \text{ m/s}$. Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman-tanaman air. (Permen PU No. 12/PRT/2014).

Kapasitas Debit Saluran

$$Q_{\text{kaps}} = A \times V$$

$$Q_{\text{kaps}} = 26,94 \times 2 = 53,88 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{kaps}} > Q_{25}$$

$$53,88 \text{ m}^3/\text{s} > 32,45 \text{ m}^3/\text{s}$$

Kapasitas saluran drainase Kali Pepe mampu menangani debit banjir 25 tahun. karena kapasitas debit saluran lebih besar dari pada debit banjir 25 tahun.



Gambar 4.13. Saluran Drainase Sub DAS 6

Tabel 4.19 Perhitungan Debit kapasitas Masing-masing Sub DAS

DAS	b m	h m	m m	v m	Q _{kapasitas} m ³ /s
Sub Das I (persegi)	3,7	2,1		2	15,5
Sub Das II (Trapesium)	4,8	1,9	2	2	31,96
Sub Das III (Trapesium)	2,1	2,3	1	2	14,78
Sub Das IV (Trapesium)	3,4	3	1	2	24,80
Sub Das V (Trapesium)	2,1	1,3	1	2	7,58
Sub Das VI (Trapesium)	10	2,2	3,5	2	53,88

(sumber: Hasil Analisis)

Tabel 4.20 Ringkasan perbandingan Q debit banjir dan Q kapasitas

DAS	$\frac{Q_{\text{kapasitas}}}{\text{m}^3/\text{s}}$	$\frac{Q_{25}}{\text{m}^3/\text{s}}$	$Q_{\text{kaps}} > Q_{25}$
Sub Das I (persegi)	15,54	31,29	Tidak Mampu
Sub Das II (Trapesium)	31,96	14,92	Mampu
Sub Das III (Trapesium)	14,78	28,51	Tidak Mampu
Sub Das IV (Trapesium)	24,80	8,01	Mampu
Sub Das V (Trapesium)	7,58	8,85	Tidak Mampu
Sub Das VI (Trapesium)	53,88	32,45	Mampu

(sumber: Hasil Analisis)

4.9 Debit Air Kotor

Debit Air Kotor adalah debit yang berasal dari buangan rumah tangga, bangunan gedung, instansi dan sebagainya. Besarnya dipengaruhi oleh banyaknya jumlah penduduk dan kebutuhan air rata-rata penduduk. Adapun besarnya kebutuhan air penduduk rata-rata adalah 150 liter/orang/hari. Sedangkan debit air kotor yang harus dibuang di dalam saluran adalah 70% dari kebutuhan air bersih sehingga besarnya air buangan adalah (Suhardjono, 1984:39): $150 \times 70\% = 105$ liter/orang/hari = 0,00121 liter/dtk/orang. Dengan demikian jumlah air kotor yang dibuang pada suatu daerah setiap km^2 adalah:

$$Q_{\text{ak}} = \frac{P_n \times q}{A} \Rightarrow Q_{\text{ak}} = \frac{P_n \times q}{A}$$

Q_{ak} : Debit Air Kotor

P_n : Jumlah Penduduk (jiwa)

q : Jumlah Air Buangan (litr/s/orang)

A : Luas Daerah (km^2)

Maka debit air kotor untuk masing-masing saluran drainase dihitung sebagai berikut :

$$Q_{ki} = Q_k \times A_i$$

dengan :

Q_k : debit air kotor rata-rata (lt/s/km²)

P_n : jumlah penduduk

q : debit air buangan (lt/s/orang)

A : luas total wilayah (km²)

Q_{ki} : debit air kotor per saluran (lt/s)

A_i : luas tiap daerah pengaliran (km²)

4.9.1 Debit Air Kotor Masing-masing SUB DAS Sekunder

Perhitungan debit air kotor Kecamatan Banjarsari dengan luas 14,81 km² yang meliputi 3 DAS sekunder yaitu DAS 1 (2,8 km²), DAS 2 (1,3 km²) dan DAS 3 (1,6 km²) yang dimana debit air kotor masing-masing DAS sekunder dapat dihitung sebagai berikut:

Contoh perhitungan debit air kotor

Perhitungan DAS 1

$$Q_{ak} = \frac{P_n \times q}{A}$$

$$P_n = A \times \text{Jml Penduduk}$$

$$P_n = 2,8 \times 175379 = 491061 \text{ jiwa}$$

$$Q_{ak} = \frac{491061 \times q}{14,81}$$

$$Q_{ak} = \frac{491061 \times q}{14,81} = 213,13 \text{ l/s/km}^2 = 0,21 \text{ m}^3/\text{s/km}^2$$

Maka debit air kotor untuk masing-masing saluran drainase dihitung sebagai berikut :

$$Q_{ki} = Q_k \times A_i$$

$$Q_{ki} = 0,21 \times 2,8 = 0,60 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan Selengkapnya air buangan tiap saluran ada pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.21 Debit air buangan penduduk kawasan masing-masing DAS

Kecamatan	Jml DAS Penduduk	$\frac{A}{\text{Km}^2}$	$\frac{P_n}{\text{Km}^2}$	$\frac{J}{\text{orang/hari}}$ Jiwa	$\frac{l}{\text{s/km}^2}$		$\frac{Q_{ak}}{\text{m}^3/\text{s/km}^2}$	$\frac{Q_{ki}}{\text{m}^3/\text{s}}$
Banjarsari	175 379	2,8	491061,20	0,001215278	213,13	Sub Das I	0,21	0,60
		1,3	227992,70	0,001215278	213,13	Sub Das II	0,21	0,28
		1,6	280606,40	0,001215278	213,13	Sub Das III	0,21	0,34
Jebres	148 442	0,5	74221,00	0,001215278	180,40	Sub Das IV	0,18	0,09
		0,4	59376,80	0,001215278	180,40	Sub Das V	0,18	0,07
Pasar Kliwon	91 222	6,3	574698,60	0,001215278	110,86	Sub Das VI	0,11	0,70

(sumber: Hasil Analisis)

Maka debit air kotor untuk masing-masing saluran drainase (Q_{ki}) sub DAS 1 sampai dengan 6 dapat dihitung. Debit hujan 25 tahun digabungkan dengan debit air kotor masing-masing sub DAS. Selanjutnya dibandingkan dengan debit kapasitas drainase eksisting. Selanjutnya digunakan untuk menghitung jumlah sumur resapan di masing-masing sub DAS.

Tabel 4.22 Debit Rancangan

DAS	Q_{25} m^3/s	Air kotor m^3/s	$Q_{\text{rancangan}}$ m^3/s
Sub Das I	31,29	0,60	31,88
Sub Das II	14,92	0,28	15,20
Sub Das III	28,51	0,34	28,85
Sub Das IV	8,01	0,09	8,10
Sub Das V	8,85	0,07	8,93
Sub Das VI	32,45	0,70	33,15

(sumber: Hasil Analisis)

4.10. Sumur Resapan

Analisa kapasitas saluran drainase dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase yang ada terhadap debit rencana hasil perhitungan. Apabila kapasitas saluran drainase lebih besar dari debit rencana maka saluran tersebut masih layak dan tidak terjadi luapan air.

Hal-hal yang dapat dilakukan untuk penanganan saluran yang kapasitasnya tidak mencukupi antara lain normalisasi atau pengerukan sedimen, penambahan tinggi saluran dan pembuatan saluran baru. Dalam rencana perbaikan drainase prinsip dasar yang dipakai adalah sedapat mungkin mempertahankan saluran yang sudah ada. Sehingga pemakaian air tanah harus mempertimbangkan faktor kelestarian air tanah, yang meliputi faktor dan kuantitas air. Salah satu cara mempertahankan kuantitas air tanah adalah dengan menerapkan sumur resapan. Apabila kapasitas saluran drainase yang ada lebih besar dari debit rancangan maka saluran drainase tersebut masih sesuai dan tidak diperlukan Sumur resapan. Sebaliknya apabila saluran drainase yang ada lebih kecil dari debit rancangan hasil perhitungan, maka saluran drainase tersebut harus ditambah sumur resapan.

Tabel 4.23 Kebutuhan Sumur Resapan

	Q kapasitas m ³ /s	Q rancangan m ³ /s	Q Perbedaan m ³ /s	
Sub Das I	15,54	31,88	16,34	Tambah sumur resapan
Sub Das II	31,96	15,20	OK	Tidak ditambah sumur resapan
Sub Das III	14,78	28,85	14,07	Tambah sumur resapan
Sub Das IV	24,80	8,10	OK	Tidak ditambah sumur resapan
Sub Das V	7,58	8,93	1,35	Tambah sumur resapan
Sub Das VI	53,88	33,15	OK	Tidak ditambah sumur resapan

(sumber: Hasil Analisis)

Debit air masuk kedalam sumur diasumsikan konstan sama dengan Q. hal ini sesuai dengan keadaan fisik yaitu dalam suatu durasi hujan akan ada debit dari atap yang masuk ke dalam sumur.

Sebelum menghitung jumlah sumur resapan, data yang perlu dicari terlebih dahulu yaitu koefisien permeabilitas yang dapat dicari dengan uji laboratorium yaitu *Falling Head Permeamete*.

Tabel 4.24 Uji Permabilitas Tanah (*Falling Head Permeamete*)

DAS	k
Sub Das I	$1,10 \times 10^{-4}$
Sub Das II	$1,27 \times 10^{-4}$
Sub Das III	$7,61 \times 10^{-5}$
Sub Das IV	$1,01 \times 10^{-4}$
Sub Das V	$7,19 \times 10^{-5}$
Sub Das VI	$1,40 \times 10^{-4}$

(sumber: Hasil Uji Lab)

Debit keluar (meresap) adalah sama dengan faktor geometrik kali koefisien permeabilitas fungsi ketinggian air dalam sumur.

$$Q_o = F \times K \times H \quad \Longrightarrow \quad Q_o = 5,5 R \times K \times H$$

Dimana:

Q_o : Debit resapan pada sumur

R : Jari-jari sumur (m)

K : Koefisien permeabilitas tanah (m/s)

H : Tinggi muka air dalam sumur (m)

4.10.1 Perhitungan Resapan SUB DAS 1

$$R = 0,75 \text{ (m)}$$

$$K = 1,10 \times 10^{-4} \text{ (m/s)}$$

$$H = 3 \text{ (m)}$$

Berdasarkan pada stratigrafi kota surakarta keberadaan air tanah dangkal pada kedalaman 4,00 m – 10,00 m dan air tanah dalam pada kedalaman 38,00 m – 98,00 m. (<http://greencampus.uns.ac.id/water/>). Sehingga H diambil 3 m

$$Q_o = 5,5.R.K.H = 5,5 \times 0,75 \times 1,10 \times 10^{-4} \times 3 = 0,0137034 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sehingga jumlah sumur resapan pada wilayah Sub DAS 1 dengan luas 2,8 Km² yang berada di Kecamatan Banjarsari dengan luas 14,81 Km² dan jumlah

kepala keluarga (KK) sebesar 53594. Maka sumur resapan dapat dihitung dengan perhitungan $Q_o / Q_{\text{perbedaan}}$ sebanyak 1193 sumur resapan. Sehingga sumur resapan dapat menangani debit banjir di wilayah Sub DAS 1.

4.10.2 Perhitungan Resapan SUB DAS 3

$$R = 0,75 \text{ (m)}$$

$$K = 1,10 \times 10^{-4} \text{ (m/s)}$$

$$H = 3 \text{ (m)}$$

$$Q_o = 5,5.R.K.H = 5,5 \times 0,75 \times 1,10 \times 10^{-4} \times 3 = 0,0094262 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sehingga jumlah sumur resapan pada Sub DAS 3 dengan luas $1,6 \text{ Km}^2$ yang berada di Kecamatan Banjarsari dengan luas $14,81 \text{ Km}^2$ dan jumlah kepala keluarga (KK) sebanyak 53594. Maka sumur resapan dapat dihitung dengan perhitungan $Q_o / Q_{\text{perbedaan}}$ sebanyak 1493 sumur resapan. Sehingga sumur resapan dapat menangani debit banjir di wilayah Sub DAS 3

4.10.3 Perhitungan Resapan SUB DAS 5

$$R = 0,75 \text{ (m)}$$

$$K = 1,10 \times 10^{-4} \text{ (m/dtk)}$$

$$H = 3 \text{ (m)}$$

$$Q_o = 5,5.R.K.H = 5,5 \times 0,75 \times 7,19 \times 10^{-5} \times 3 = 0,000890 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sehingga jumlah sumur resapan pada Sub DAS 5 dengan luas $0,40 \text{ Km}^2$ yang berada di Kecamatan Banjarsari dengan luas $12,58 \text{ Km}^2$ dan jumlah kepala keluarga (KK) sebanyak 43800. Maka sumur resapan dapat dihitung dengan perhitungan $Q_o / Q_{\text{perbedaan}}$ sebanyak 1513 sumur resapan. Sehingga sumur resapan dapat menangani debit banjir di wilayah Sub DAS 5.

Perhitungan Selengkapnya Untuk perhitungan air buangan penduduk tiap saluran disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.25 Perhitungan Jumlah Sumur Resapan

	Q ₂₅ kapasitas m ³ /s	Q ₂₅ rancangan m ³ /s	Q Perbedaan m ³ /s	Q _o m ³ /s	
Sub Das I	15,54	31,88	16,34	0,0137034	1192,61
Sub Das II	31,30	15,20			
Sub Das III	14,78	28,85	14,07	0,0094262	1492,55
Sub Das IV	24,80	8,10			
Sub Das V	7,58	8,93	1,35	0,000890	1512,17
Sub Das VI	53,88	33,15			

(sumber: Hasil Analisis)

4.11 Analisis Debit Banjir Kali Pepe Hilir

Untuk menghitung debit banjir rencana digunakan hasil perhitungan intensitas curah hujan periode ulang 25 tahun. Besarnya debit rencana dapat ditentukan berdasarkan besarnya curah hujan rencana dan karakteristik daerah aliran sungai.

Adapun data yang diperlukan adalah :

1. Luas DAS Kali Pepe (A) = 12,90 km²
2. Panjang sungai (L) = 5,80 km
3. Kemiringan Sungai (i) = 0,009

Metode ini digunakan dengan anggapan bahwa DAS memiliki :

- a. Intensitas curah hujan merata diseluruh DAS dengan durasi tertentu.
- b. Lamanya curah hujan = waktu konsentrasi dari DAS.
- c. Puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama.
- d. Luas DAS < 300 km².

Rumus :

Intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus *Mononobe* :

$$I = \frac{R}{t_c} \times \left(\frac{R}{t_c} \right)^{-0.6}$$

$$I = \frac{100}{1.30} \times \left(\frac{100}{1.30} \right)^{-0.6} = 49,05 \text{ mm}$$

Di mana :

R = hujan maksimum (mm)

t_c = waktu konsentrasi (jam)

Waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh *Kirpich* (1940), yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$t_c = 0,0133 L x i^{-0,6}$$

$$t_c = 0,0133 \times 5,80 \times 0,009^{-0,6} = 1,30$$

Di mana :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = panjang sungai (km)

S = kemiringan sungai

Koefisien limpasan (C):

Angka koefisien limpasan merupakan indikator apakah suatu DAS telah mengalami gangguan. Besar kecilnya nilai C tergantung pada permeabilitas dan kemampuan tanah dalam menampung air. Nilai C yang besar menunjukkan bahwa banyak air hujan yang menjadi limpasan. Koefisien lipasan permukaan pada kajian ini dihitung berdasarkan pola penggunaan lahan hasil inventarisasi dari Sub

Balai Sungai Bengawan Solo. Karena tata guna lahan di DPS Kali Konto termasuk perkampungan, maka nilai tetapan C diberikan bobot (*weighted*) 0,30.

$$Q = \frac{C I A}{t_c}$$

$$Q = \frac{0,30 \times 168,73 \times 12,90}{1,30} = 52,73 \text{ m}^3/\text{s}$$

Di mana :

C = koefisien limpasan air hujan

I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km²)

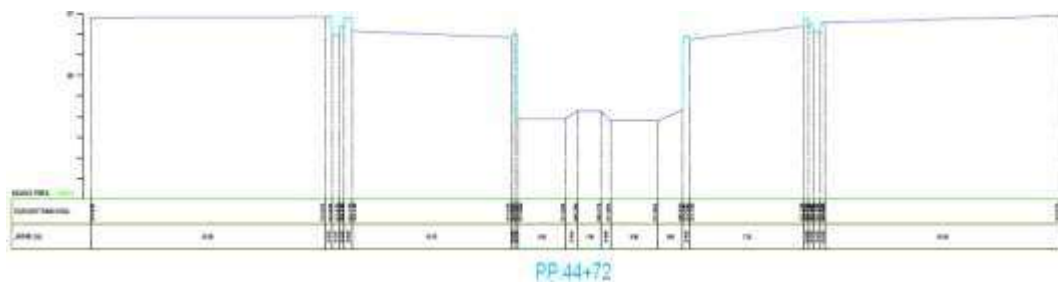
Q = debit maksimum (m³/s)

Tabel 4.26 Debit Banjir Rencana Kali Pepe

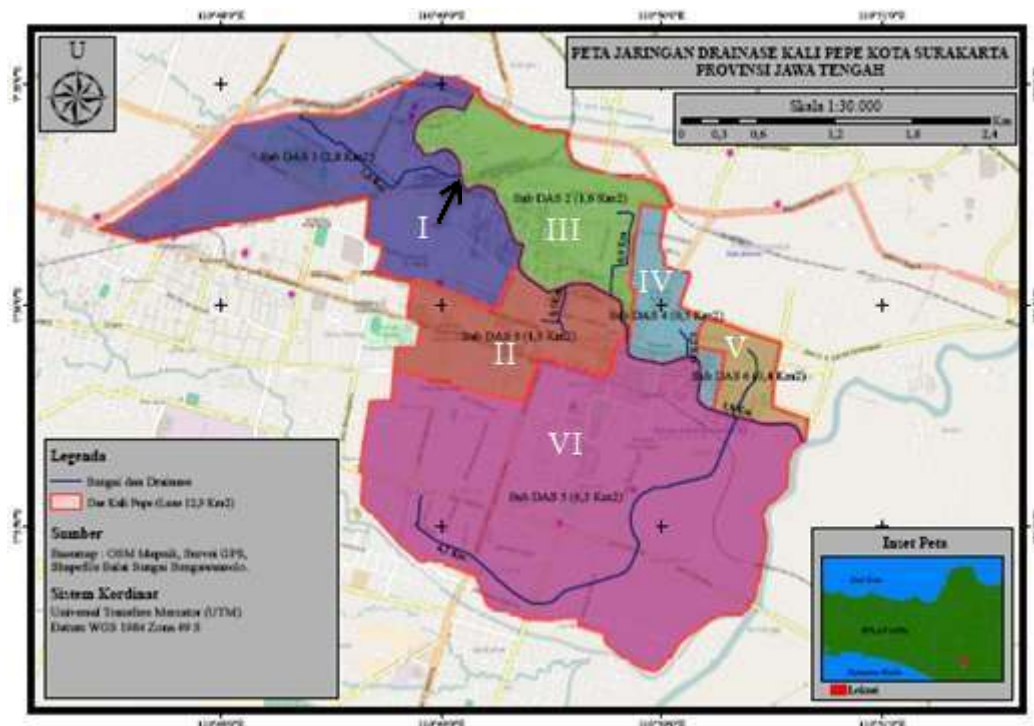
Perhitungan Debit Banjir Rencana	
1. Luas DAS (A) Km ²	12,90
2. Panjang sungai (L) Km	5,80
3. Kemiringan Sunga (i) m	0,009
4. Curah Hujan Rancangan (R24) mm	168,73
t_c	1,30
I (mm)	49,05
C	0,30
Q (m ³ /s)	52,73

(sumber: Hasil Analisis)

4.11.1 Analisis Debit banjir Kali Pepe Hilir I



Gambar 4.14 Penampang melintang saluran Kali Pepe Hilir PP 44+72



Gambar 4.15 Peta saluran keluar sub DAS 1

Pada sub DAS 1 debit banjir rancangan yang masuk ke saluran drainase Kali pepe Hilir sebesar $31,88 \text{ m}^3/\text{s}$, jadi debit banjir Kali Pepe Hilir ditambah dengan debit banjir sub DAS I.

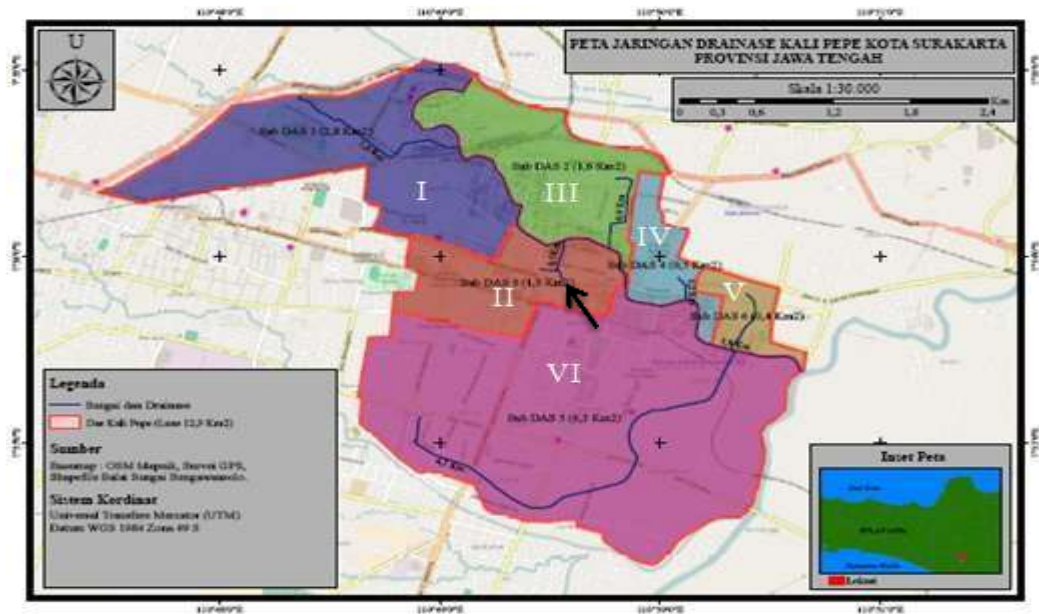
Sub DAS I = Q_{25} Kali Pepe Hilir + Q_{25} rancangan Sub DAS I

$$= 52,73 + 31,88 = 84,61 \text{ m}^3/\text{s}$$

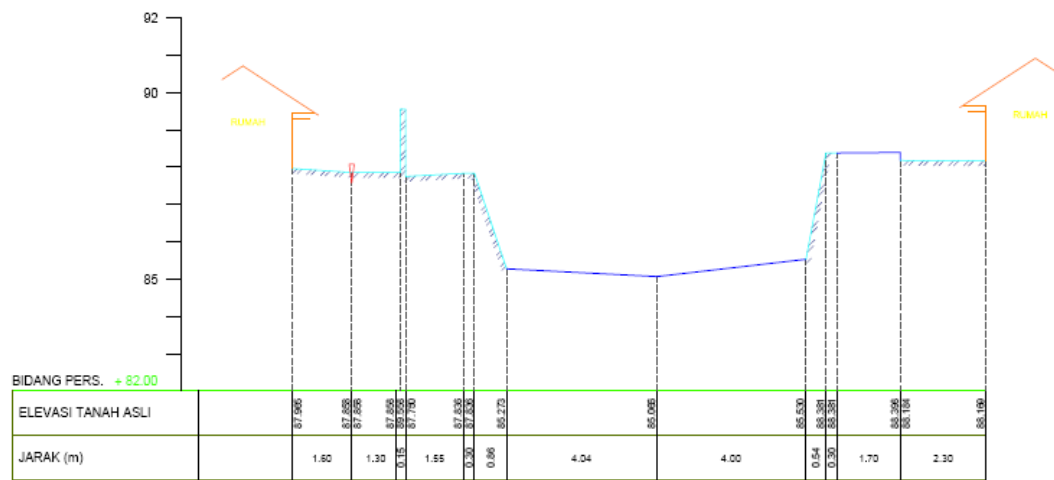
$84,61 \text{ m}^3/\text{s} < 189,60 \text{ m}^3/\text{s}$ (Debit kapasitas Kali Pepe)

Sehingga kapasitas Kali Pepe Hilir masih mampu menampung debit rancangan dari sub DAS I.

4.11.2 Analisis Debit banjir Kali Pepe Hilir II



Gambar 4.16 Dimensi saluran keluar sub DAS II



PP.29

Gambar 4.17 Penampang melintang saluran Kali Pepe Hilir PP 29

Pada sub DAS II debit banjir rancangan yang masuk ke saluran drainase Kali pepe Hilir sebesar 15,20 m³/s, jadi debit banjir Kali Pepe Hilir ditambah dengan debit banjir sub DAS I + II.

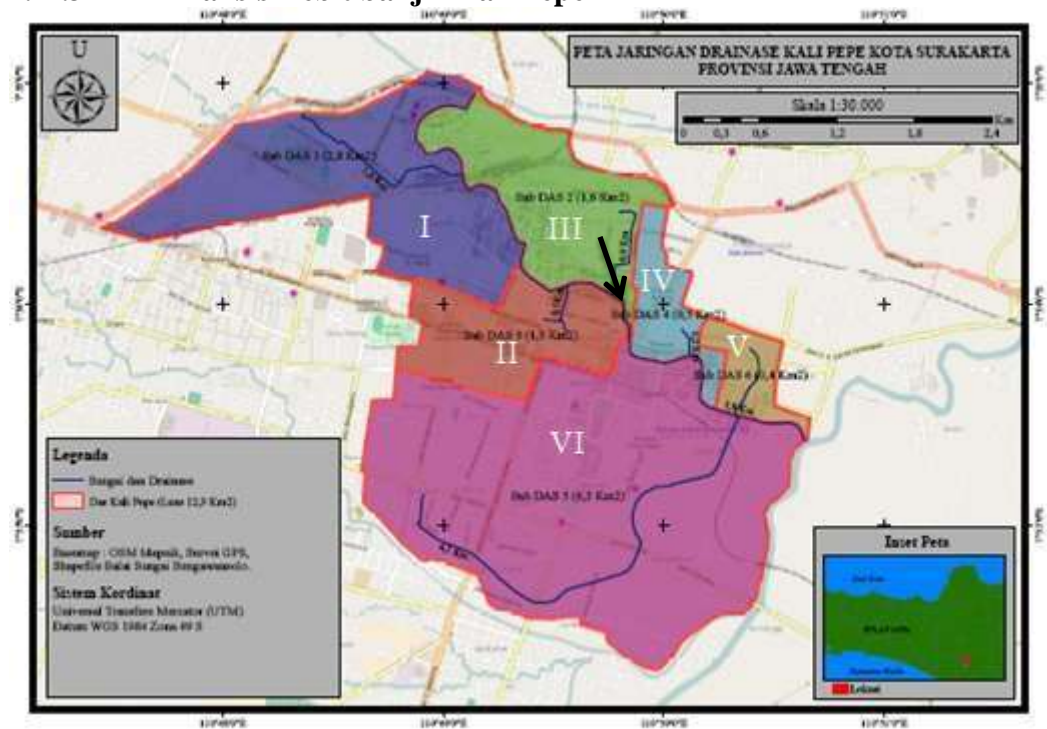
$$\text{Sub DAS II} = Q_{25} \text{ Kali Pepe Hilir} + Q_{25} \text{ rancangan Sub DAS I dan II}$$

$$= 52,73 + 84,61 + 15,20 = 99,81 \text{ m}^3/\text{s}$$

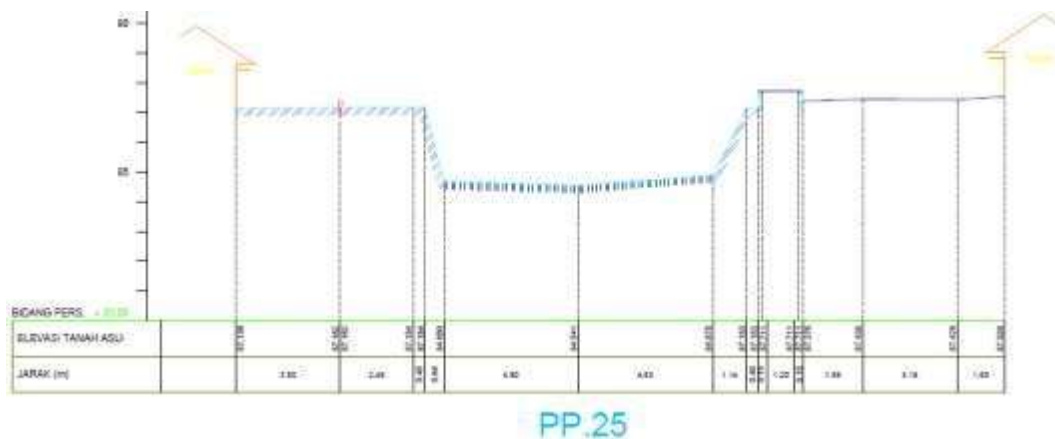
99,81 < 189,60 (Debit kapasitas Kali Pepe)

Sehingga kapasitas Kali Pepe Hilir masih mampu menampung debit rancangan dari sub DAS II.

4.11.3 Analisis Debit banjir Kali Pepe Hilir III



Gambar 4.18 Dimensi saluran keluar sub DAS III



Gambar 4.19 Penampang melintang saluran Kali Pepe Hilir PP 25

Pada sub DAS III debit banjir rancangan yang masuk ke saluran drainase Kali pepe Hilir sebesar $28,85 \text{ m}^3/\text{s}$, jadi debit banjir Kali Pepe Hilir ditambah dengan debit banjir sub DAS I + II + III.

$$\begin{aligned} \text{Sub DAS III} &= Q_{25} \text{ Kali Pepe Hilir} + Q_{25} \text{ rancangan Sub DAS I, II dan III} \\ &= 52,73 + 99,81 + 28,85 = 128,66 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

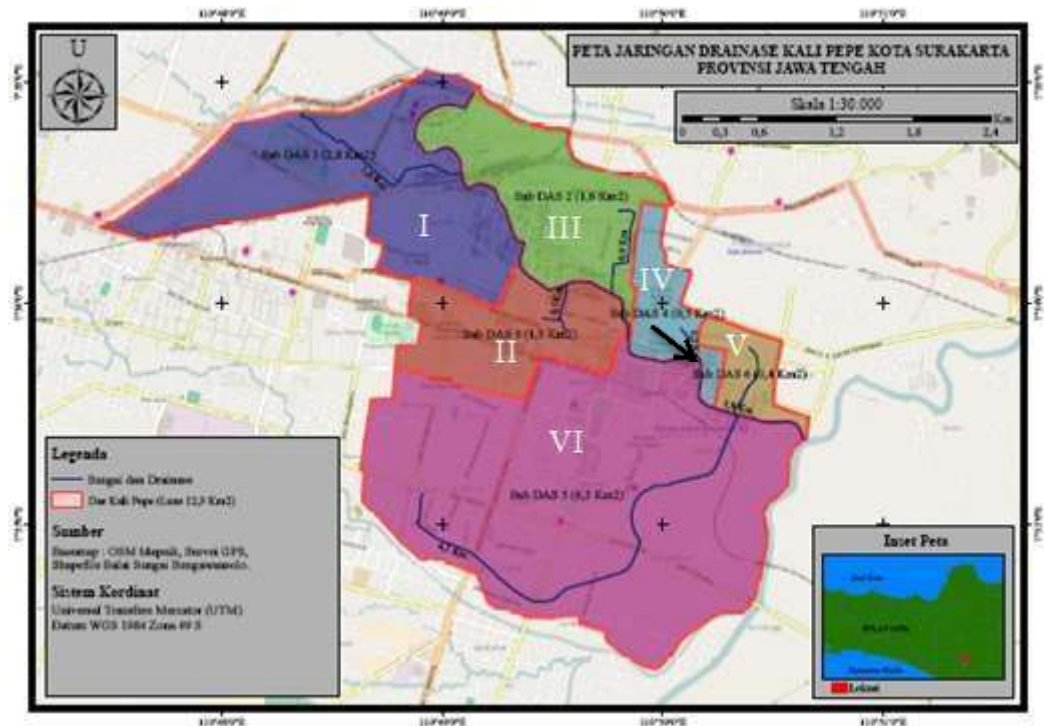
$$128,66 \text{ m}^3/\text{s} < 189,60 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Debit kapasitas Kali Pepe)}$$

Sehingga kapasitas Kali Pepe Hilir masih mampu menampung debit rancangan dari sub DAS III.

4.11.4 Analisis Debit banjir Kali Pepe Hilir IV



Gambar 4.20 Penampang melintang saluran Kali Pepe Hilir PP 14+13



Gambar 4.21 Dimensi saluran keluar sub DAS IV

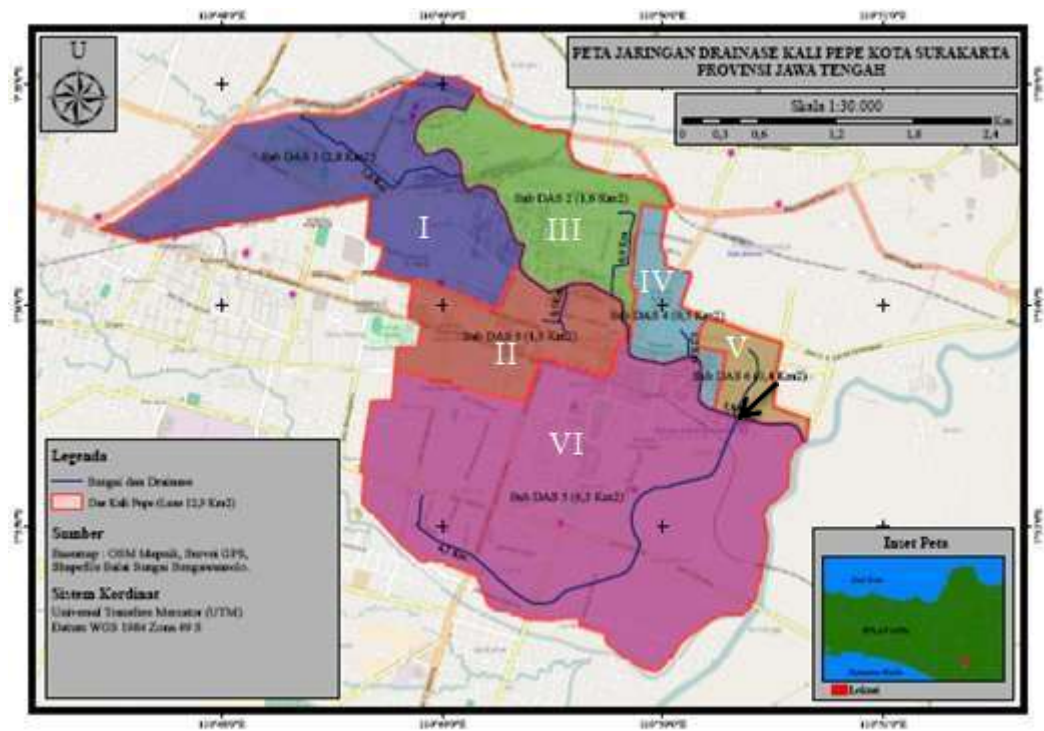
Pada sub DAS IV debit banjir rancangan yang masuk ke saluran drainase Kali pepe Hilir sebesar $8,10 \text{ m}^3/\text{s}$, jadi debit banjir Kali Pepe Hilir ditambah dengan debit banjir sub DAS I + II + III + IV.

$$\begin{aligned} \text{Sub DAS IV} &= Q_{25} \text{ Kali Pepe Hilir} + Q_{25} \text{ rancangan Sub DAS I, II, III dan IV} \\ &= 52,73 + 128,66 + 8,10 = 136,76 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

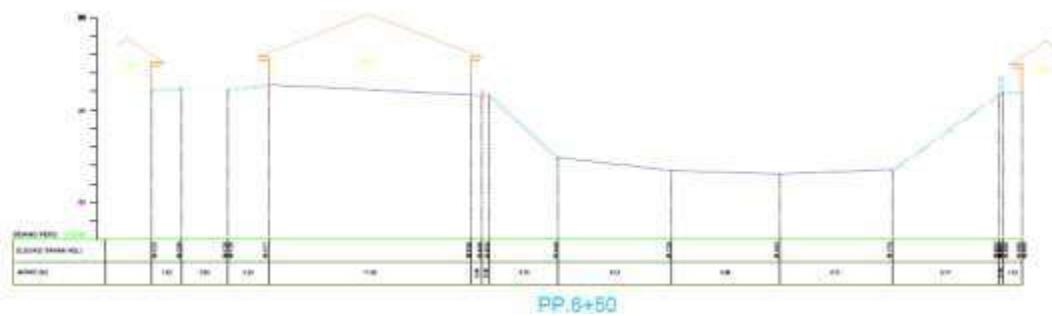
$$136,76 \text{ m}^3/\text{s} < 189,60 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Debit kapasitas Kali Pepe)}$$

Sehingga kapasitas Kali Pepe Hilir masih mampu menampung debit rancangan dari sub DAS IV.

4.11.5 Analisis Debit banjir Kali Pepe Hilir V



Gambar 4.22 Dimensi saluran keluar sub DAS V



Gambar 4.23 Penampang melintang saluran Kali Pepe Hilir PP 6+50

Pada sub DAS V debit banjir rancangan yang masuk ke saluran drainase Kali pepe Hilir sebesar $8,93 \text{ m}^3/\text{s}$, jadi debit banjir Kali Pepe Hilir ditambah dengan debit banjir sub DAS I + II + III + IV + V.

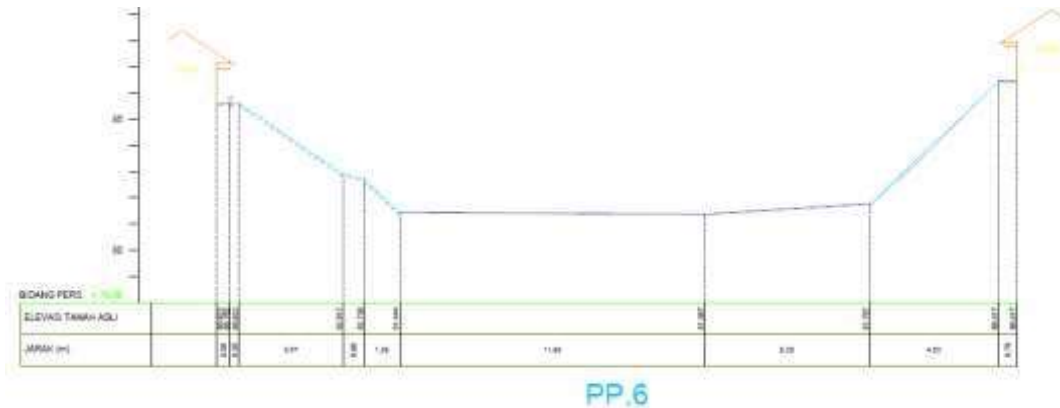
Sub DAS V = Q_{25} Kali Pepe Hilir + Q_{25} rancangan Sub DAS I, II, III, IV dan V

$$= 52,73 + 136,76 + 8,93 = 145,68 \text{ m}^3/\text{s}$$

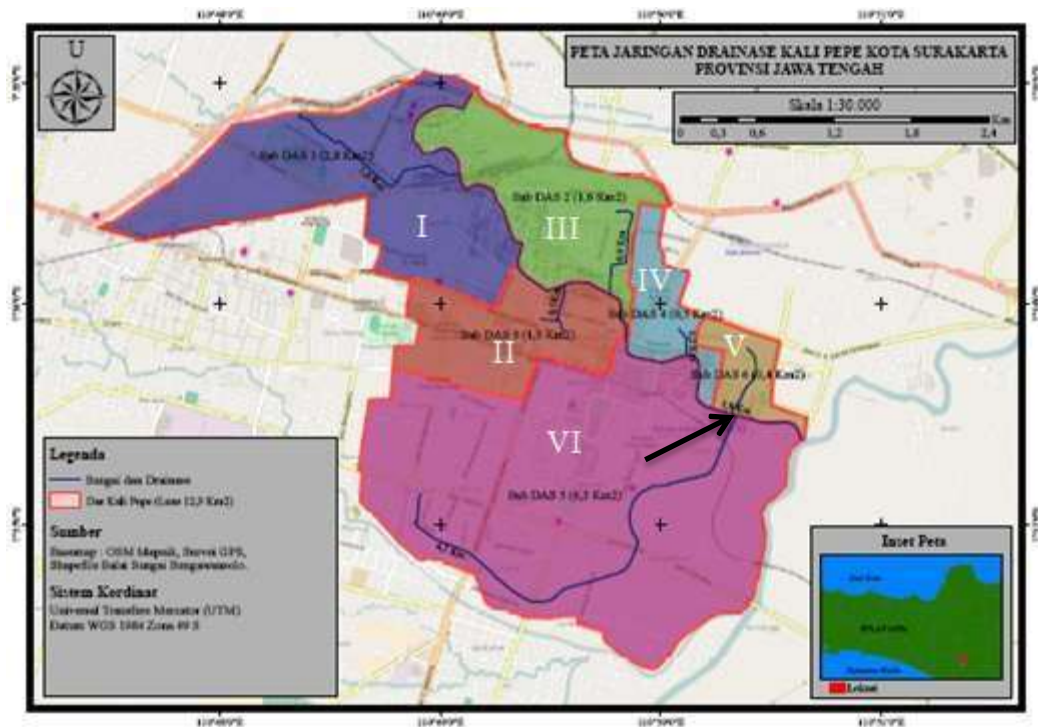
$145,68 \text{ m}^3/\text{s} < 189,60 \text{ m}^3/\text{s}$ (Debit kapasitas Kali Pepe)

sehingga kapasitas Kali Pepe Hilir masih mampu menampung debit rancangan dari sub DAS V.

4.11.4 Analisis Debit banjir Kali Pepe Hilir VI



Gambar 4.24 Penampang melintang saluran Kali Pepe Hilir PP 6



Gambar 4.25 Dimensi saluran keluar sub DAS VI

Pada sub DAS VI debit banjir rancangan yang masuk ke saluran drainase Kali pepe Hilir sebesar $33,15 \text{ m}^3/\text{s}$, jadi debit banjir Kali Pepe Hilir ditambah dengan debit banjir sub DAS I + II + III + IV + V + VI.

Sub DAS V = Q_{25} Kali Pepe Hilir + Q_{25} rancangan Sub DAS I, II, III, IV, V dan VI

$$= 52,73 + 145,68 + 33,15 = 178,83 \text{ m}^3/\text{s}$$

$178,83 \text{ m}^3/\text{s} < 189,60 \text{ m}^3/\text{s}$ (Debit kapasitas Kali Pepe)

Sehingga kapasitas Kali Pepe Hilir masih mampu menampung debit rancangan dari sub DAS VI.

4.12 Analisis dimensi saluran Kali Pepe Hilir

Analisis dimensi saluran dilakukan untuk mendapatkan debit kapasitas saluran eksisting (Q_{kaps}), yang nantinya akan dibandingkan dengan debit rencana (Q_{renc}) sehingga dapat diketahui apakah saluran-saluran tersebut mampu menampung debit hujan rencana. Berikut adalah perhitungan untuk saluran Kali Pepe Saluran berpenampang trapesium, lebar saluran (b) 20 m, tinggi saluran (h) 3,2 m, kemiringan samping saluran (m) 5 m. Dinding saluran tidak terlalu kasar sehingga diambil harga koefisien kekasaran manning 0,013. Debit rencana $52,73 \text{ m}^3/\text{s}$, dan kemiringan saluran 0,009. Kapasitas saluran dicari dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a) Menghitung luas penampang basah :

$$A = (b + m.h).h$$

$$A = (12 + 5.3,2).3,2 = 63,2 \text{ m}^2$$

- b) Keliling Penampang Basah

$$P = b + (2 \times h(1 + m^2))^{1/2}$$

$$P = 12 + (2 \times 3,2(1 + 5^2))^{1/2} = 44,63 \text{ m}$$

c) Jari-jari Penampang Basah

$$R = A / P$$

$$R = 63,2 / 44,63 = 1,42 \text{ m}$$

d) Kecepatan Air Rata-rata

$$V = \dots \times \dots$$

$$V = \dots \times \dots = 0,29 \text{ m/det atau } V = 3 \text{ m/s}$$

Kecepatan maksimal ditentukan oleh kekasaran dinding dan dasar saluran. untuk saluran tanah $V = 0,7 \text{ m/s}$, pasang batu kali $V = 2 \text{ m/s}$ dan pasang beton $V = 3 \text{ m/s}$. Kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan paling rendah yang akan mencegah pengendapan dan tidak menyebabkan berkembangnya tanaman-tanaman air. Kecepatan maksimum dan minimum saluran juga ditentukan oleh kemiringan talud saluran (Permen PU No. 12/PRT/2014).

e) Kapasitas Debit Saluran

$$Q_{\text{kaps}} = A \times V$$

$$Q_{\text{kaps}} = 63,2 \times 3 = 189,60 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{\text{kaps}} > Q_{25}$$

$$189,60 \text{ m}^3/\text{det} > 52,73 \text{ m}^3/\text{det}$$

Kapasitas saluran drainase Kali Pepe mampu menangani debit banjir 25 tahun, karena kapasitas debit saluran lebih besar dari pada debit banjir 25 tahun.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan ini, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

Pertama, besar intensitas curah hujan di lokasi studi berdasarkan data curah hujan 25 tahun pada PUH (Periode Ulang Hujan) 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun masing-masing adalah 106,03 mm/jam; 135,96 mm/jam; 154,11 mm/jam; 168,73 mm/jam; 179,65 mm/jam; dan 190,93 mm/jam.

Kedua, besar debit banjir rencana Kali Pepe Hilir adalah $52,73 \text{ m}^3/\text{s}$ dan besar debit banjir masing-masing Sub DAS 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 di lokasi studi berdasarkan data curah hujan Q_{25} adalah $31,29 \text{ m}^3/\text{s}$, $14,92 \text{ m}^3/\text{s}$, $28,51 \text{ m}^3/\text{s}$, $8,01 \text{ m}^3/\text{s}$, $8,85 \text{ m}^3/\text{s}$ dan $32,45 \text{ m}^3/\text{s}$.

Ketiga, kapasitas drainase eksisting masing-masing Sub DAS sekunder 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 di lokasi studi berdasarkan data curah hujan Q_{25} adalah $15,4 \text{ m}^3/\text{s}$, $25,84 \text{ m}^3/\text{s}$, $18,8 \text{ m}^3/\text{s}$, $24,48 \text{ m}^3/\text{s}$, $8,06 \text{ m}^3/\text{s}$ dan $53,88 \text{ m}^3/\text{s}$, sehingga pada sub DAS 1, 3 dan 5 tidak mampu menampung debit banjir Q_{25} tahun.

Keempat, Debit kapasitas saluran primer Kali Pepe Hilir sebesar 189,60. Sehingga kapasitas saluran mampu untuk menampung debit banjir Kali Pepe Hilir.

Kelima, kebutuhan sumur resapan yaitu pada sub DAS 1, Sub DAS 3 dan Sub DAS 5 desain sumur resapan dengan diameter 0,75 m, kedalaman 3,0 m dan debit banjir yang mampu ditampung oleh sumur resapan (Q_0) = $0,0137 \text{ m}^3/\text{s}$,

0,0094 m³/s, 0,00089 m³/s. Sehingga jumlah sumur resapan masing-masing Sub DAS sebanyak 1193, 1493, dan 1513 sumur resapan.

5.2 Saran

Adapun saran-saran yang ingin disampaikan penulis terkait dengan permasalahan di atas antara lain :

- 1) Penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan di lokasi permukiman yang berbeda dan kondisi tanah yang berbeda pula sehingga diperoleh nilai perbandingan yang meyakinkan dari hasil penelitian;
- 2) Metode perhitungan laju infiltrasi dan debit banjir rencana disarankan menggunakan metode selain Rasional agar bisa dijadikan sebagai bahan perbandingan;
- 3) Penerapan sumur resapan air pada kawasan perumahan/permukiman menjadi suatu keharusan yang perlu direalisasikan secara bersama-sama pada setiap rumah, sebagai suatu upaya memperkecil genangan-genanganair atau bahaya banjir dan mencegah menurunnya permukaan air tanah serta dalam rangka mewujudkan perumahan yang berwawasan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- BPBD Kota Surakarta. 2014. *Monitoring Daerah Rawan Banjir dan Longsor di Surakarta*.
- Balai Besar Bengawan Solo. 2016. *Master Plan Drainase Kota Surakarta*.
- Laboratorium Geographic Information System Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2016. *Peta Sub Das Kali Pepe*. Laporan Hasil Pembagian Sub DAS Kali Pepe.
- Syafrina, D. N. 2013. *Infrastruktur Drainase Studi Kasus Kota Surakarta*, Laporan Universitas Gadjah Mada Teknik Arsitektur dan Perencanaan.
- Muttaqin, A. Y. 2006. *Kinerja Sistem Drainase yang Berkelanjutan Berbasis Partisipasi Masyarakat*, Tesis, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Magister Teknik Sipil.
- Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo. 2014. *DD Pengaturan Pintu Air Bendung Karet Tirtonadi di Kota Surakarta*, Laporan Akhir.
- Mutakim dan Mayasari, B. 2004. *Analisa Hidrologi dan Kapasitas Sistem Drainase Kota Batang*, Skripsi Universitas Islam Sultan Agung Teknik Sipil.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Hilaludin dan Santoso, J. 2008. *Perencanaan Dam dan Spillway Yang Dilengkapi PLTMH di Kampus Tembalang*, Tugas Akhir, Universitas Diponegoro Teknik Sipil.
- Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Negeri Semarang. 2016. *Uji Permaebilitas Tanah*, Laporan Hasil Permaebilitas Tanah.
- Susanti, T. dan S. Hendri, M. 2006. *Perencanaan Bangunan Pengendali Sedimen Waduk Selorejo Kabupaten Malang*, Tugas Akhir Universitas Diponegoro Teknik Sipil.
- Trisno, D. A, dkk. 2013. *Perencanaan Drainase Perkotaan di Kota Nanga Bulik Kabupaten Lamandau Provinsi Kalimantan Tengah*, Tugas Akhir Universitas Brawijaya Malang Teknik Pengairan.
- Valentinus, N. dan Indrawan I. 2013. *Penerapan Sumur Resapan Pada Perencanaan Drainase Wilayah di Kecamatan Tarutung*, Tugas Akhir Universitas Sumatra Utara, Departemen Teknik Sipil
- Sosrodarsono, S. Takeda K. 1976. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sosrodarsono, S. Takeda K. 1997. *Hidrologi Untuk Pengairan (Edisi II)*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Triatmodjo, Bambang. 1993. *Hidraulika II*. Beta Offset, Yogyakarta.
- BR, Sri Harto. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

- Direktorat Bina Teknik, Dep. PU, 1999. *Panduan Perencanaan Bendungan Urugan Volume II*. Jakarta.
- Soewarno, 1995. “ *Hidrologi* “, *Aplikasi Metode Statistic Untuk Analisa Jilid I*, Bandung : Nova.
- Loebis, Joesron, 1984. *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air, Departemen Pekerjaan Umum*, Jakarta : Badan Penerbit Pekerjaan Umum.



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730416, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



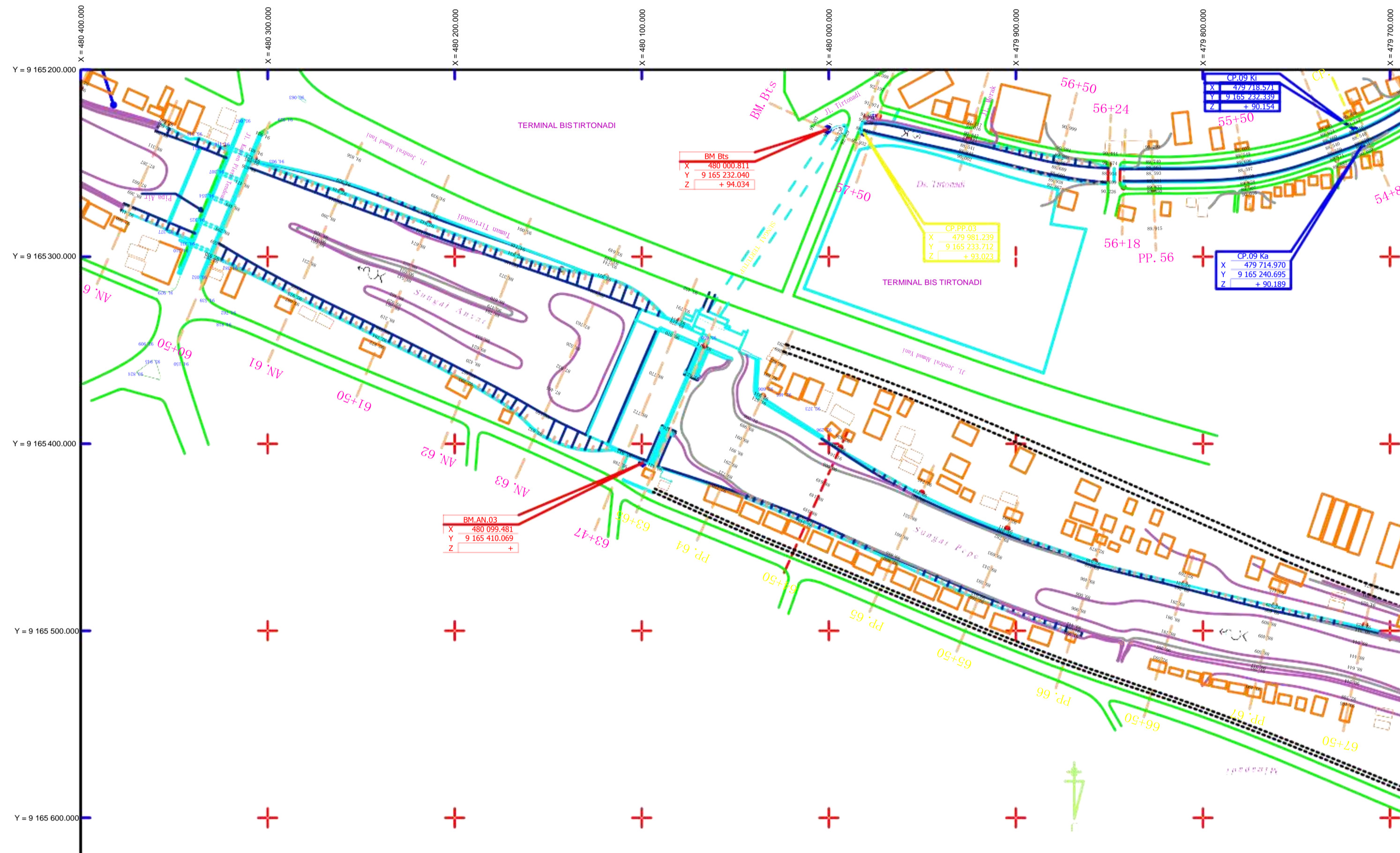
KETUA TIM	PARAF
Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
DIREKTUR	PARAF
Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
DIPERIKSA	PARAF
Ir. Lilik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
DISETUJUI	PARAF
Suyono, SST	<i>[Signature]</i>

CATATAN

GAMBAR

DENAH SITUASI SUNGAI PEPE
 PP.63+ 47-PP.60+50

DIGAMBAR	TGL	PARAF
Rais Suwedi, ST		<i>[Signature]</i>
JML GAMBAR	No.	
83	11	



LEGENDA

- | | | | |
|--------------------|------------------|----------------|------------------|
| Garis Kontur | Patok Pengukuran | Jembatan | Saluran |
| Grid | Jalan Aspal | Jembatan orang | Rumah / Bangunan |
| Bench Mark (BM) | Jalan Tanah | Sungai | Makam |
| Control Point (CP) | Jalan kereta api | Aliran | |





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 287, Telp. Fax (0271) 730446, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

DENAH SITUASI SUNGAI PEPE

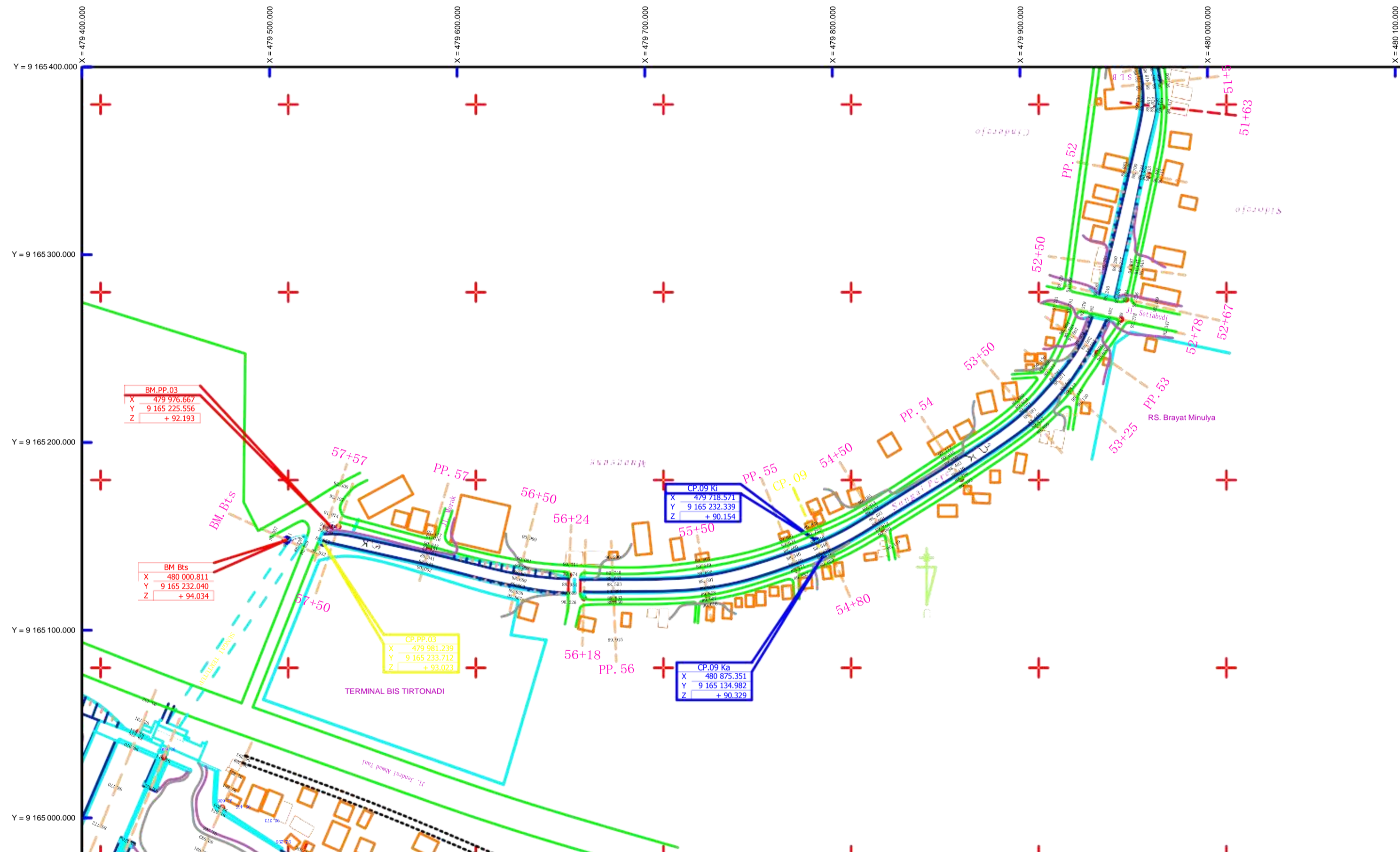
PP.57+57-PP.51+63

DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

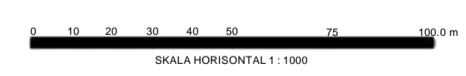
JML GAMBAR No.

83 12



LEGENDA

- Garis Kontur
- Patok Pengukuran
- Jembatan
- Saluran
- Grid
- Jalan Aspal
- Jembatan orang
- Rumah / Bangunan
- Bench Mark (BM)
- Jalan Tanah
- Sungai
- Makam
- Control Point (CP)
- Jalan kereta api
- Aliran





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Karangasem Km 7, PO BOX 207, Telp. Fax (0271) 750448, Pakelan, Karangasem, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari

DIPERIKSA PARAF

Ir. Liliik Retno, MA

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST

CATATAN

GAMBAR

DENAH SITUASI
SUNGAI PEPE

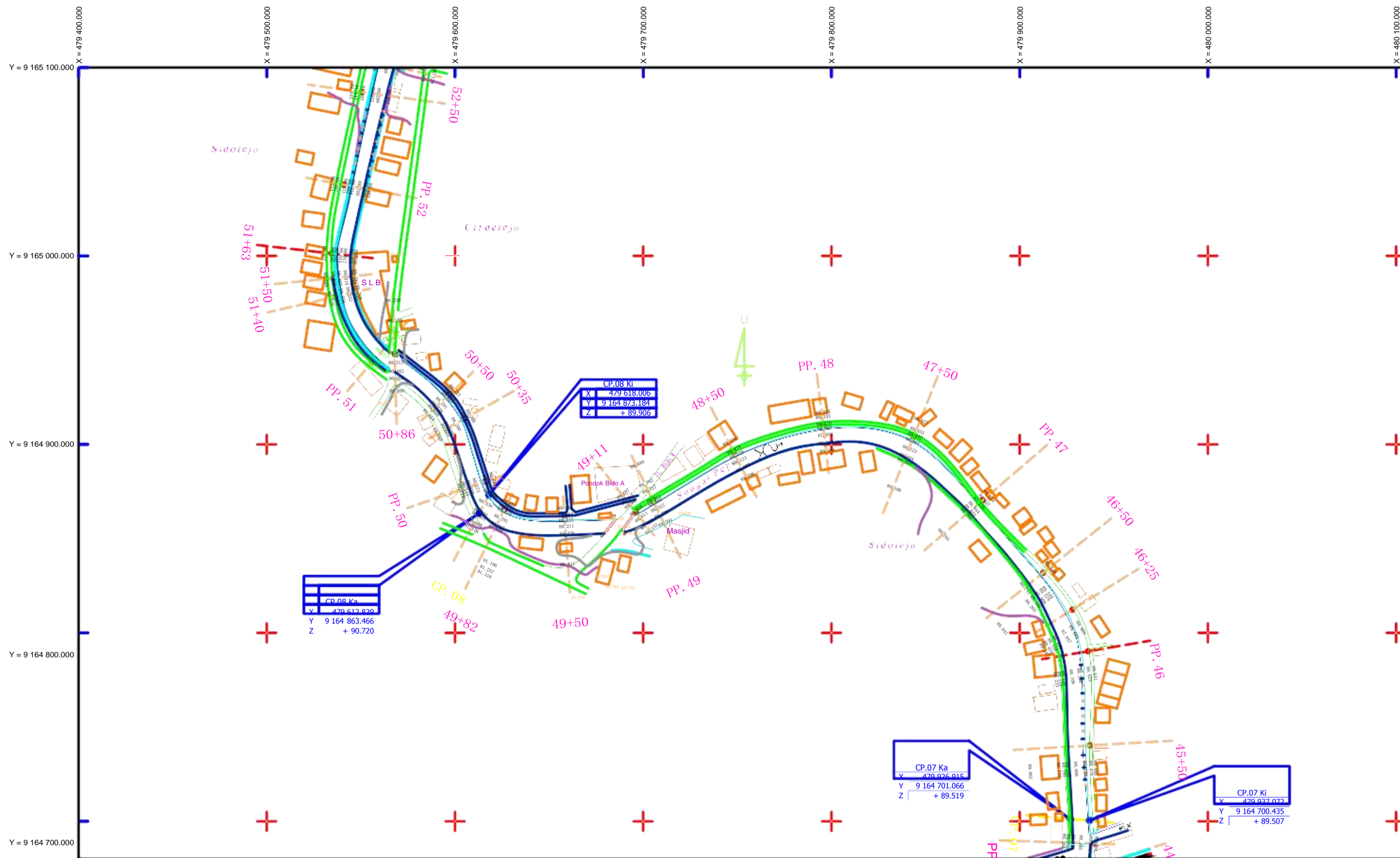
PP.51+63-PP.46

DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST

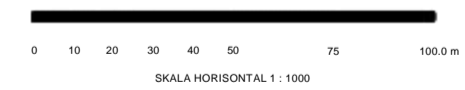
JML GAMBAR No.

83 13



LEGENDA

- | | | | | | | | |
|--|--------------------|--|------------------|--|----------------|--|------------------|
| | Garis Kontur | | Patok Pengukuran | | Jembatan | | Saluran |
| | Grid | | Jalan Aspal | | Jembatan orang | | Rumah / Bangunan |
| | Bench Mark (BM) | | Jalan Tanah | | Sungai | | Makam |
| | Control Point (CP) | | Jalan kereta api | | Aliran | | |





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BAKAL BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM | PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT | *[Signature]*

DIREKTUR | PARAF

Ir. Azhari | *[Signature]*

DIPERIKSA | PARAF

Ir. Lilik Retno, MA | *[Signature]*

DISETUJUI | PARAF

Suyono, SST | *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

DENAH SITUASI SUNGAI PEPE

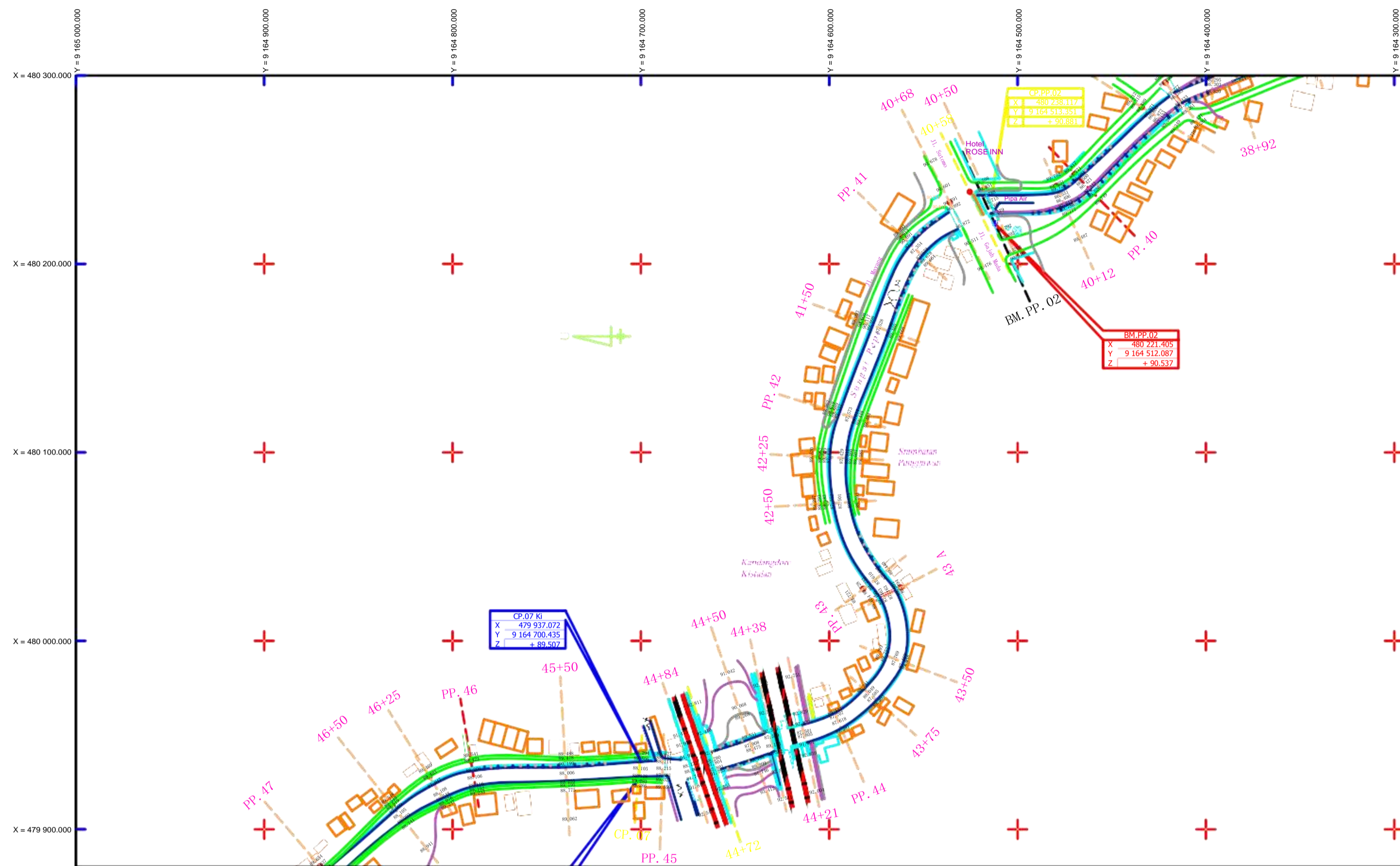
PP.46-PP.40

DIGAMBAR | TGL | PARAF

Rais Suwedi, ST | *[Signature]*

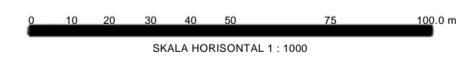
JML GAMBAR | No.

83 | 14



LEGENDA

- | | | | |
|--------------------|------------------|----------------|------------------|
| Garis Kontur | Patok Pengukuran | Jembatan | Saluran |
| Grid | Jalan Aspal | Jembatan orang | Rumah / Bangunan |
| Bench Mark (BM) | Jalan Tanah | Sungai | Makam |
| Control Point (CP) | Jalan kereta api | Aliran | |





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 207, Telp. Fax (0271) 720445, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST

CATATAN

GAMBAR

DENAH SITUASI
 SUNGAI PEPE

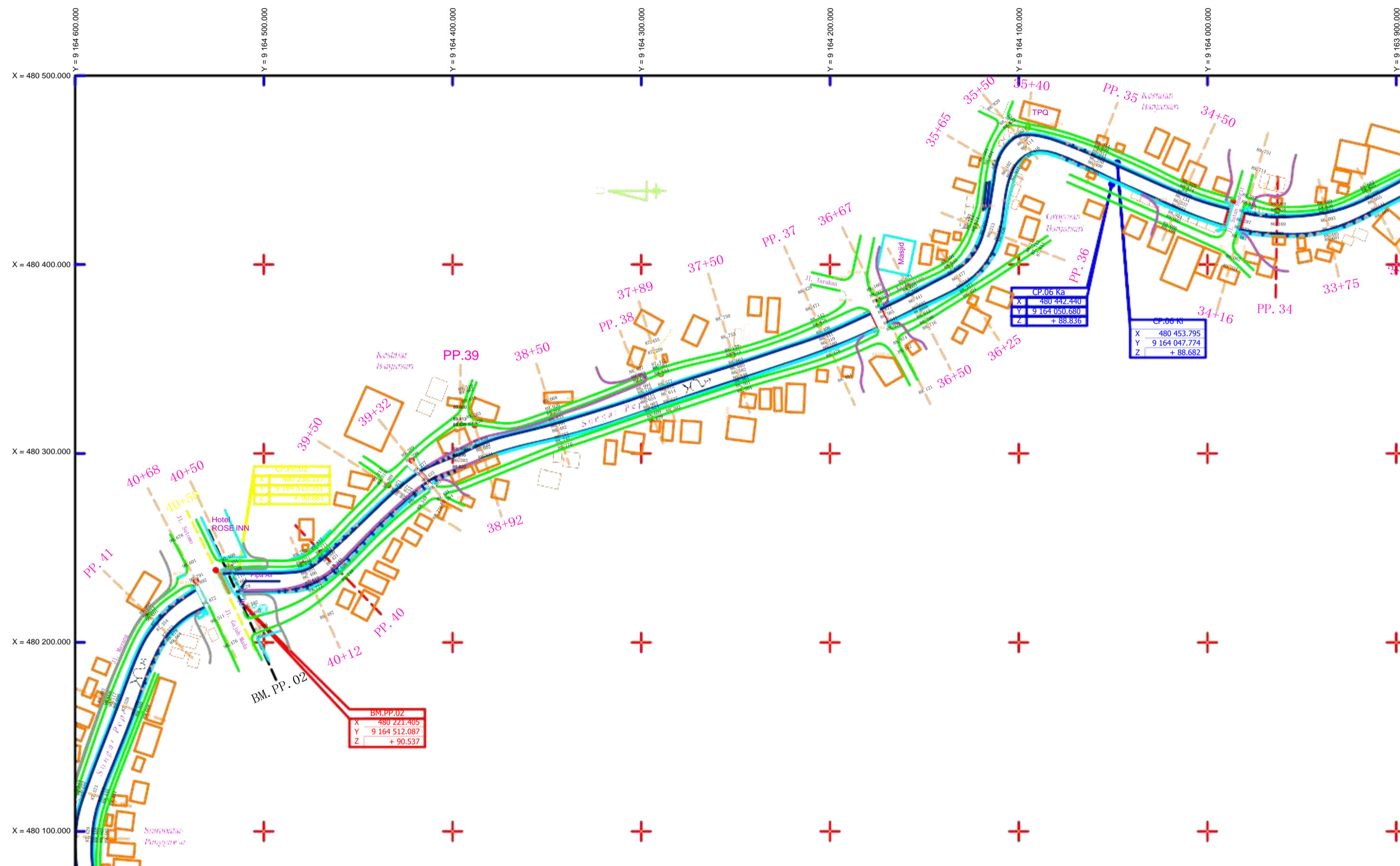
PP.40-PP.34

DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST

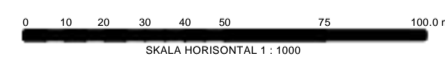
JML GAMBAR No.

83 15



LEGENDA

- Garis Kontur
- Patok Pengukuran
- Jembatan
- Saluran
- Grid
- Jalan Aspal
- Jembatan orang
- Rumah / Bangunan
- Bench Mark (BM)
- Jalan Tanah
- Sungai
- Makam
- Control Point (CP)
- Jalan kereta api
- Aliran





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Semarang Km. 7, PO BOX 207, Telp. Fax 0271/72046, Palagan, Kertosono, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
DIREKTUR	PARAF
Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
DIPERIKSA	PARAF
Ir. Lilik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
DISETUJUI	PARAF
Suyono, SST	<i>[Signature]</i>

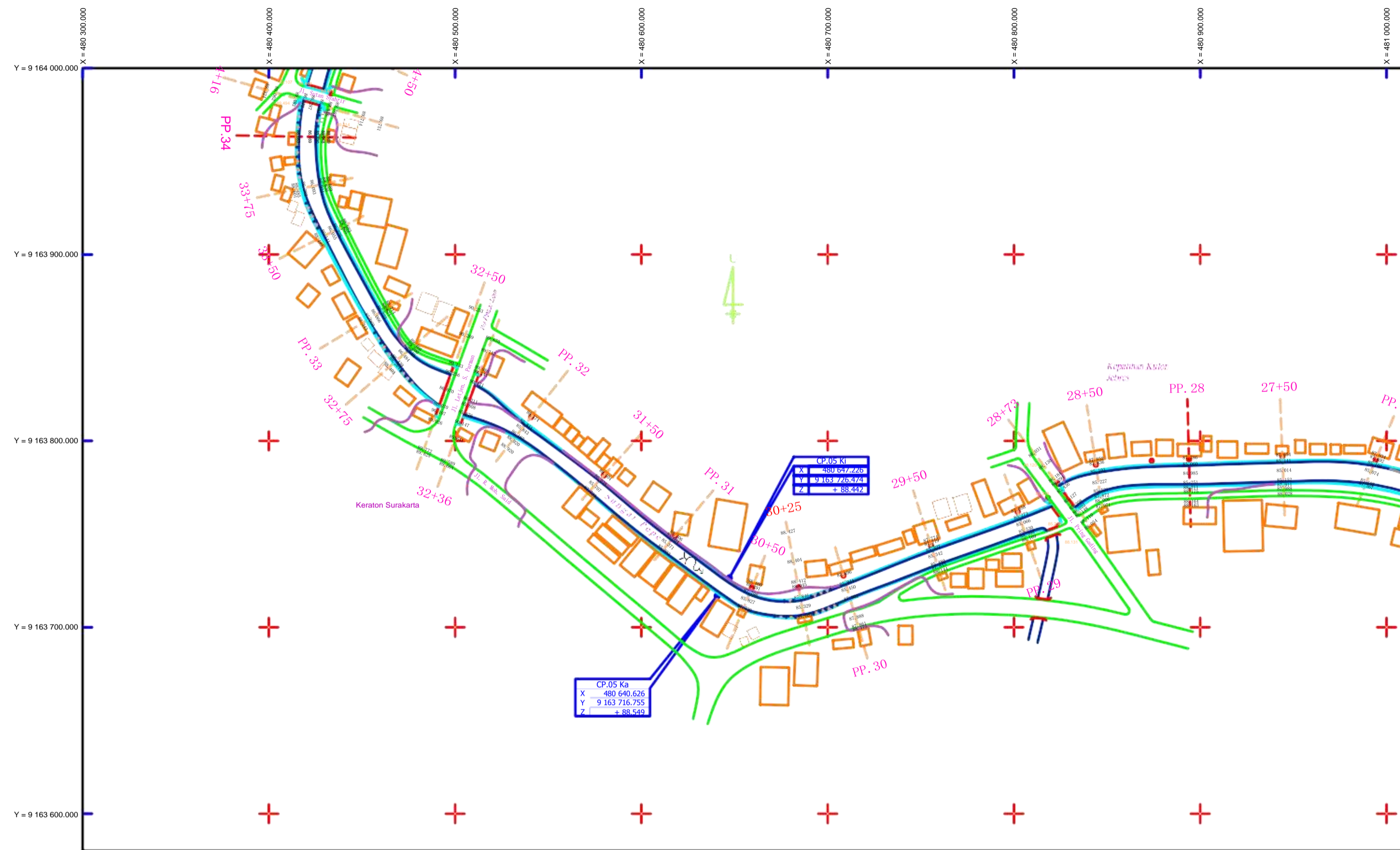
CATATAN

GAMBAR

DENAH SITUASI SUNGAI PEPE

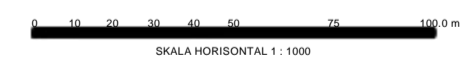
PP.34-PP.28

DIGAMBAR	TGL	PARAF
Rais Suwedi, ST		<i>[Signature]</i>
JML GAMBAR	No.	
83	16	



LEGENDA

- | | | | |
|--------------------|------------------|----------------|------------------|
| Garis Kontur | Patok Pengukuran | Jembatan | Saluran |
| Grid | Jalan Aspal | Jembatan orang | Rumah / Bangunan |
| Bench Mark (BM) | Jalan Tanah | Sungai | Makam |
| Control Point (CP) | Jalan kereta api | Aliran | |





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST

CATATAN

GAMBAR

DENAH SITUASI SUNGAI PEPE

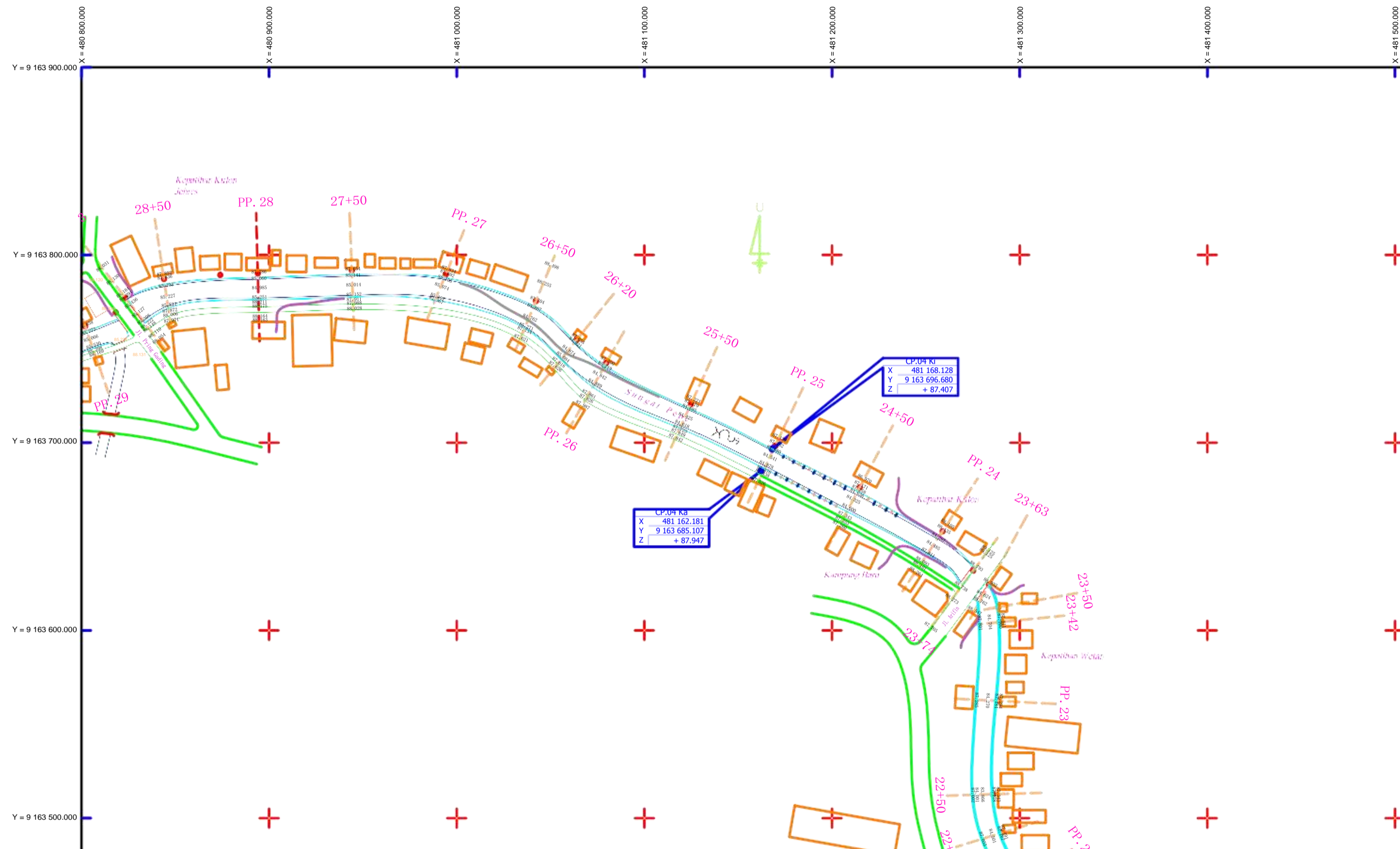
PP.28-PP.22

DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST

JML GAMBAR No.

83 17



LEGENDA

- Garis Kontur
- Patok Pengukuran
- Jembatan
- Saluran
- Grid
- Jalan Aspal
- Jembatan orang
- Rumah / Bangunan
- Bench Mark (BM)
- Jalan Tanah
- Sungai
- Makam
- Control Point (CP)
- Jalan kereta api
- Aliran





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 J. Solo - Karangasem Km 7, PO BOX 287, Telp. Fax (0271) 720448, Pabelan, Karangasem, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
DIREKTUR	PARAF
Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
DIPERIKSA	PARAF
Ir. Lilik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
DISETUJUI	PARAF
Suyono, SST	<i>[Signature]</i>

CATATAN

GAMBAR

DENAH SITUASI SUNGAI PEPE

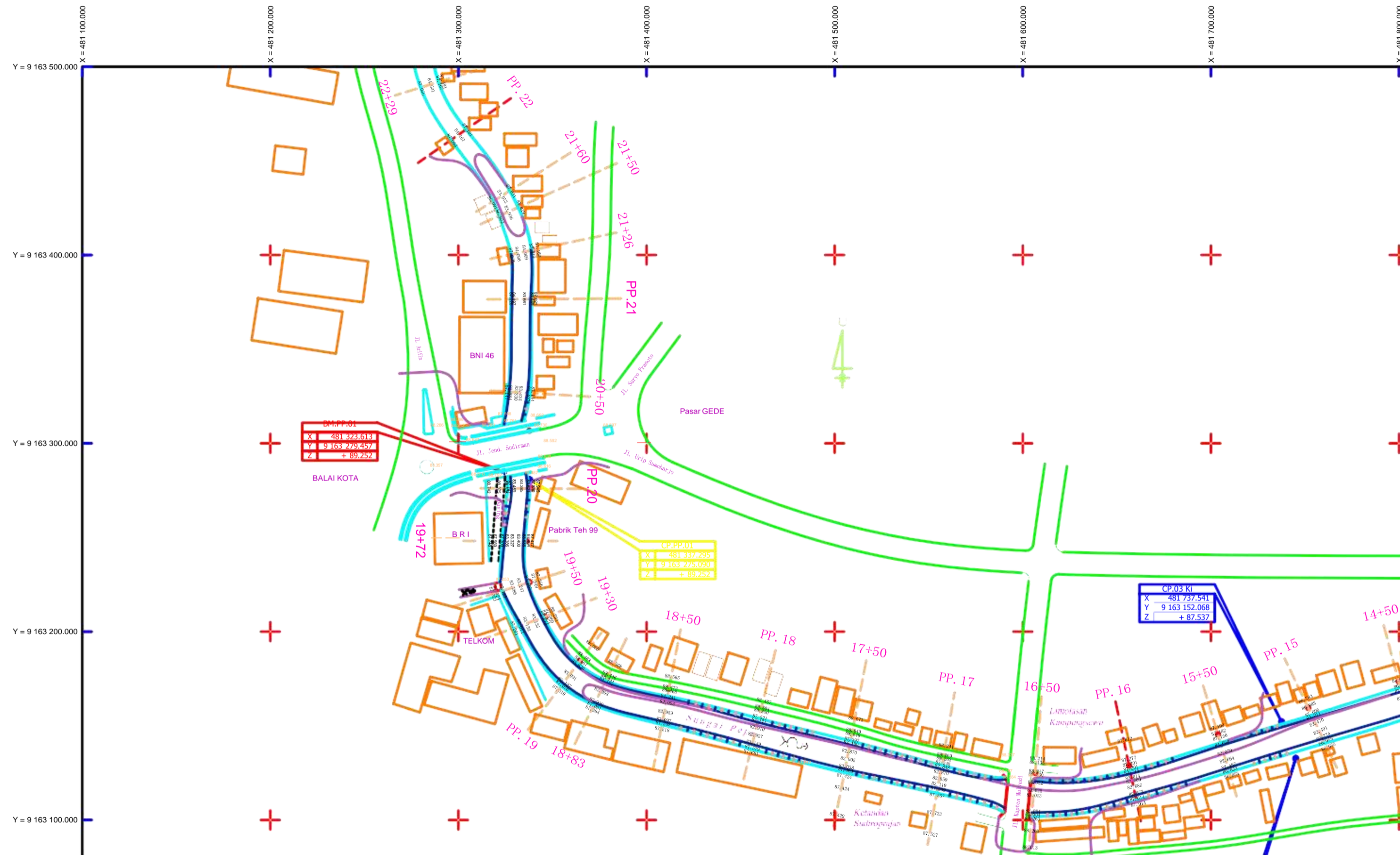
PP.22-PP.16

DIGAMBAR	TGL	PARAF
----------	-----	-------

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

JML GAMBAR	No.
------------	-----

83 18



LEGENDA

Garis Kontur	Patok Pengukuran	Jembatan	Saluran
Grid	Jalan Aspal	Jembatan orang	Rumah / Bangunan
Bench Mark (BM)	Jalan Tanah	Sungai	Makam
Control Point (CP)	Jalan kereta api	Aliran	

0 10 20 30 40 50 75 100.0 m
 SKALA HORIZONTAL 1 : 1000



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA DALAM BESAR WILAYAH SUNGAI BENGKAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
DIREKTUR	PARAF
Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
DIPERIKSA	PARAF
Ir. Lilik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
DISETUJUI	PARAF
Suyono, SST	<i>[Signature]</i>

CATATAN

GAMBAR

DENAH SITUASI
SUNGAI PEPE

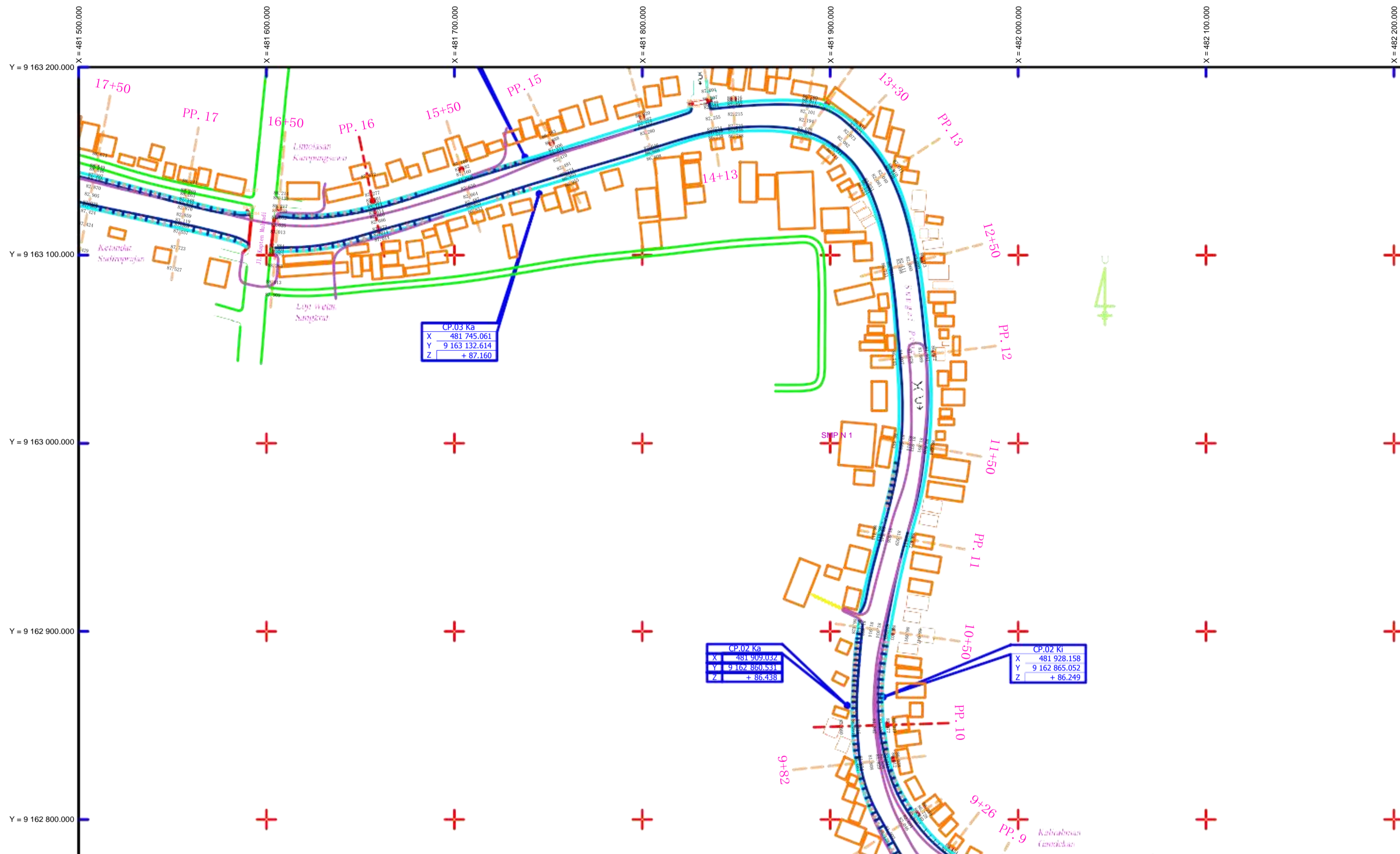
PP.16-PP.10

DIGAMBAR **TGL** **PARAF**

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

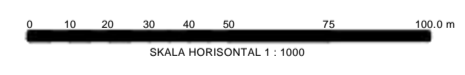
JML GAMBAR **No.**

83 19



LEGENDA

- | | | | |
|--------------------|------------------|----------------|------------------|
| Garis Kontur | Patok Pengukuran | Jembatan | Saluran |
| Grid | Jalan Aspal | Jembatan orang | Rumah / Bangunan |
| Bench Mark (BM) | Jalan Tanah | Sungai | Makam |
| Control Point (CP) | Jalan kereta api | Alliran | |





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PELAYAT PEMBIAYAAN KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730443, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

DENAH SITUASI SUNGAI PEPE

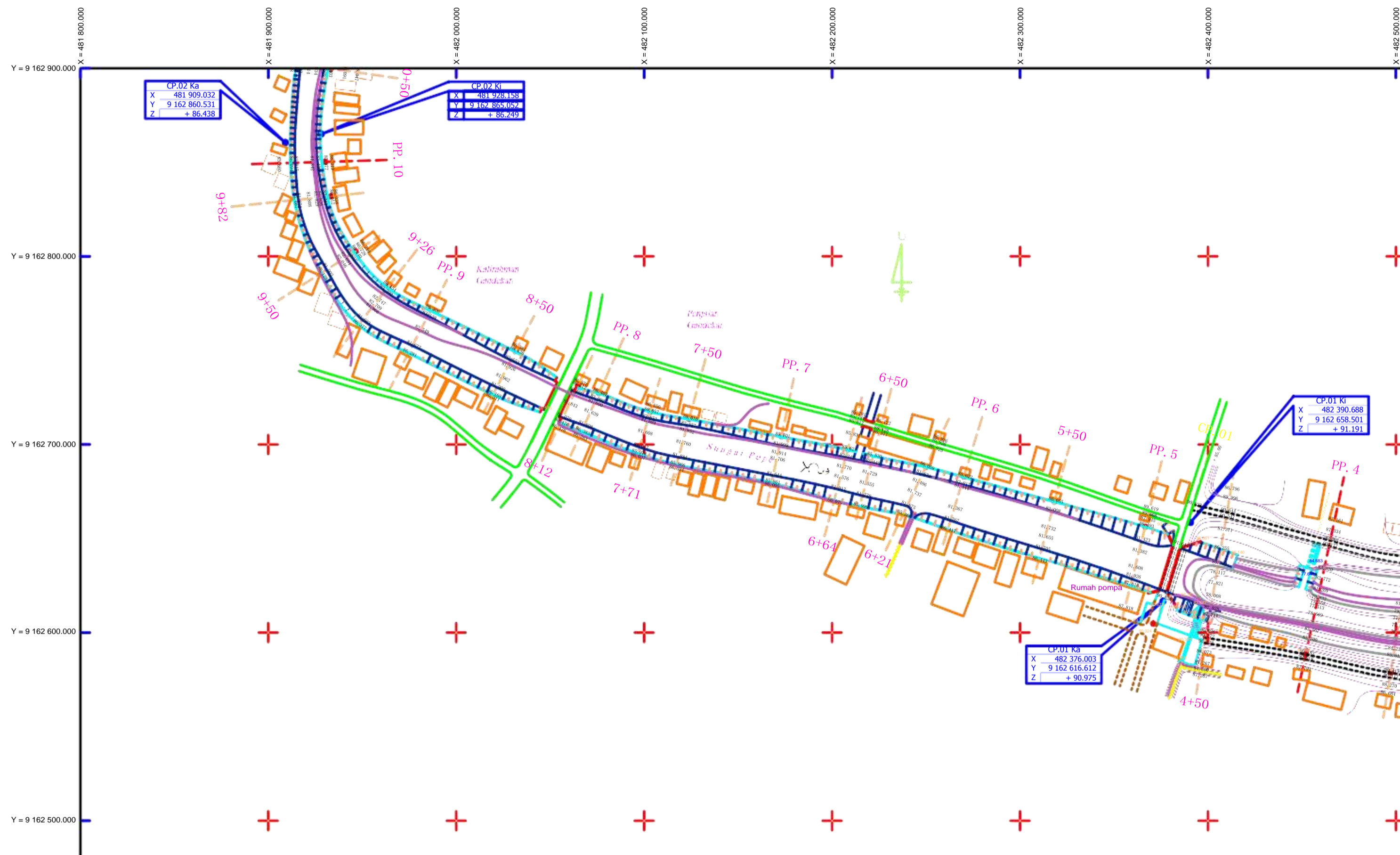
PP.10-PP.4

DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

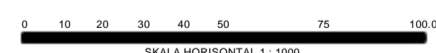
JML GAMBAR No.

83 20



LEGENDA

- | | | | |
|--------------------|------------------|----------------|------------------|
| Garis Kontur | Patok Pengukuran | Jembatan | Saluran |
| Grid | Jalan Aspal | Jembatan orang | Rumah / Bangunan |
| Bench Mark (BM) | Jalan Tanah | Sungai | Makam |
| Control Point (CP) | Jalan kereta api | Aliran | |





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo - Kartasura Km. 7, PO BOX 387, Telp. Fax (0271) 70444, Pabelan, Kutoarjo, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST

CATATAN

GAMBAR

DENAH SITUASI
SUNGAI PEPE

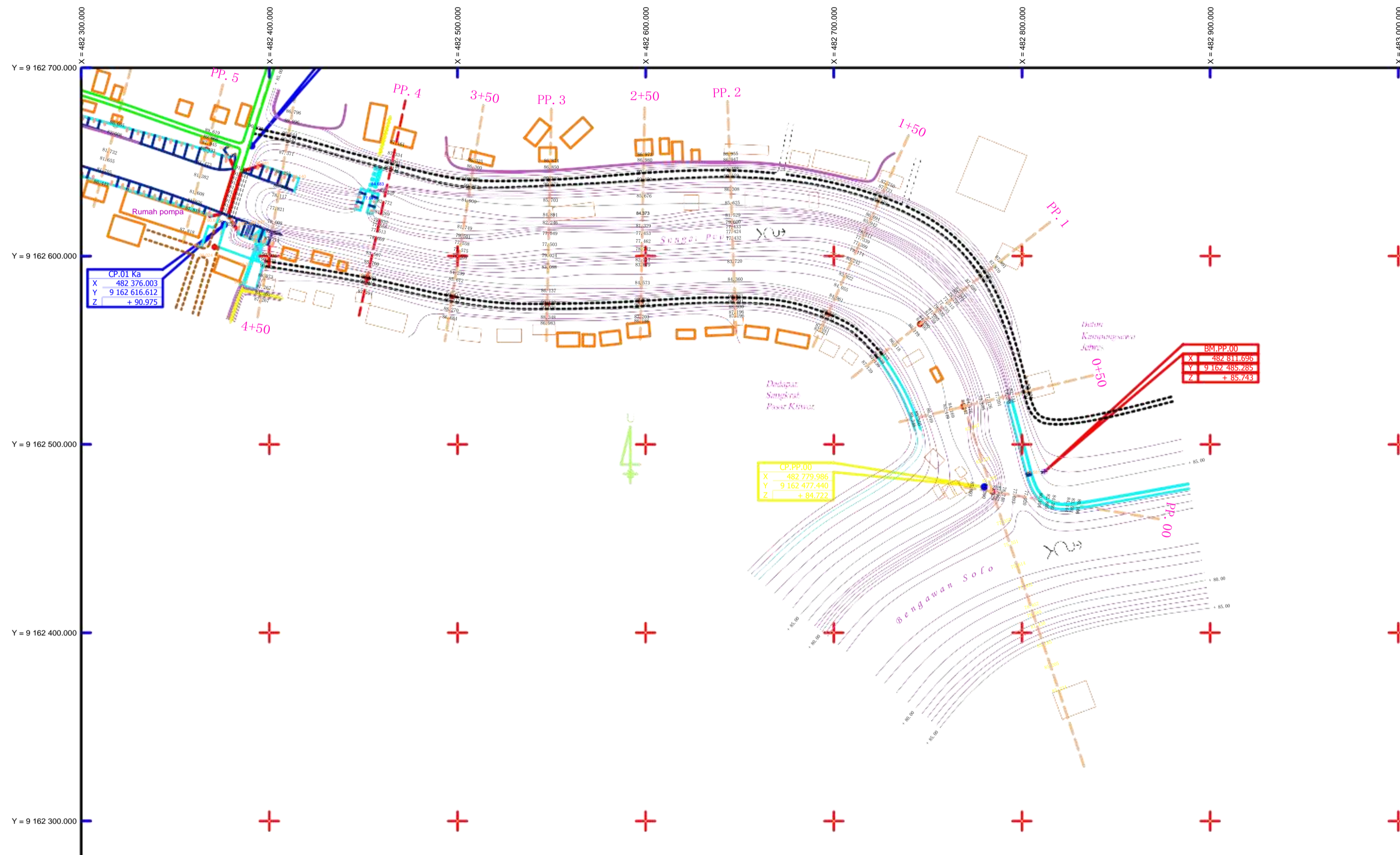
PP.4-PP.0

DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST

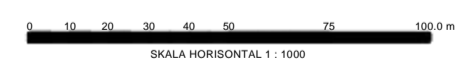
JML GAMBAR No.

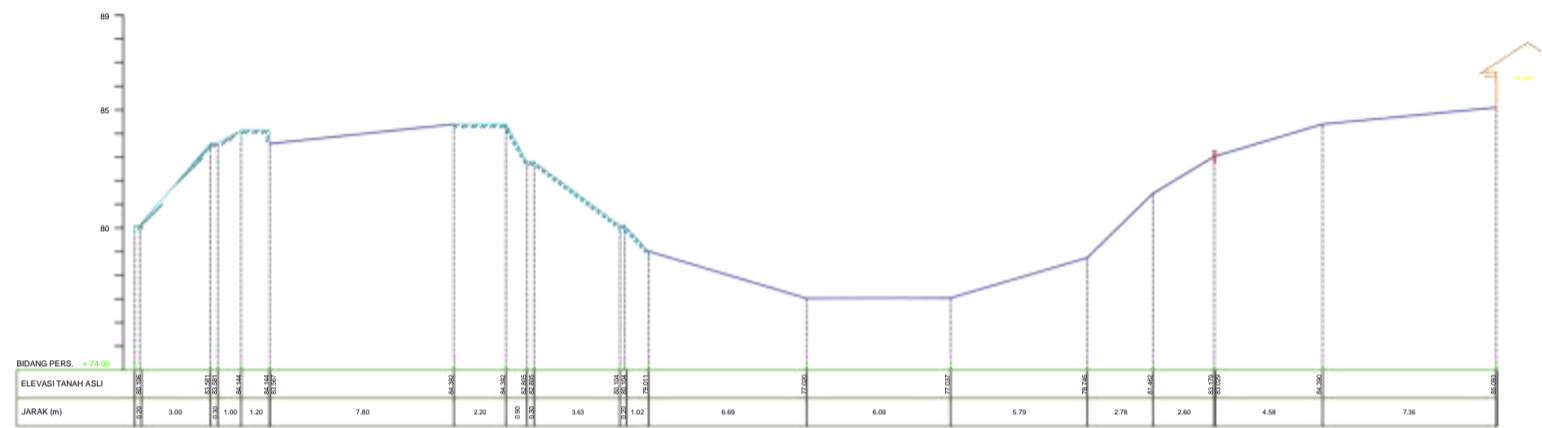
83 21



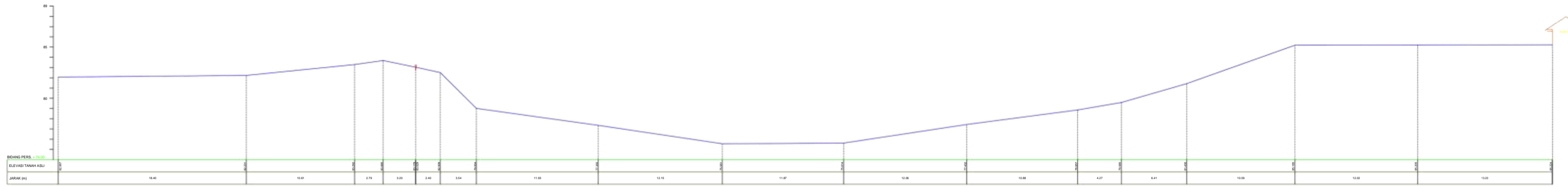
LEGENDA

- | | | | |
|--------------------|------------------|----------------|------------------|
| Garis Kontur | Patok Pengukuran | Jembatan | Saluran |
| Grid | Jalan Aspal | Jembatan orang | Rumah / Bangunan |
| Bench Mark (BM) | Jalan Tanah | Sungai | Makam |
| Control Point (CP) | Jalan kereta api | Aliran | |





PP.0



PP.0



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
DITUKANG BINA KAWASAN BENDUNG PERAIRAN SLO
PLANSAT PONTAS KONTROL PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. H. R. Rasuna Said, No. 101, Jakarta Selatan, Indonesia 12920

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
Ir. Ilham Poemomo, MT	<i>[Signature]</i>
DIREKTUR	PARAF
Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
DIPERIKSA	PARAF
Ir. Lilik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
DISETUJUI	PARAF
Suyono, SST	<i>[Signature]</i>

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE
PP.0-PP.0

DIGAMBAR	TGL	PARAF
Rais Suwedi, ST		<i>[Signature]</i>
JML GAMBAR	No.	
83	22	



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA SALAH BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEBELAJAR KONTINEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax 0271 73441, Pakem, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM **PARAF**

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR **PARAF**

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA **PARAF**

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI **PARAF**

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE

PP.0+50-PP.1

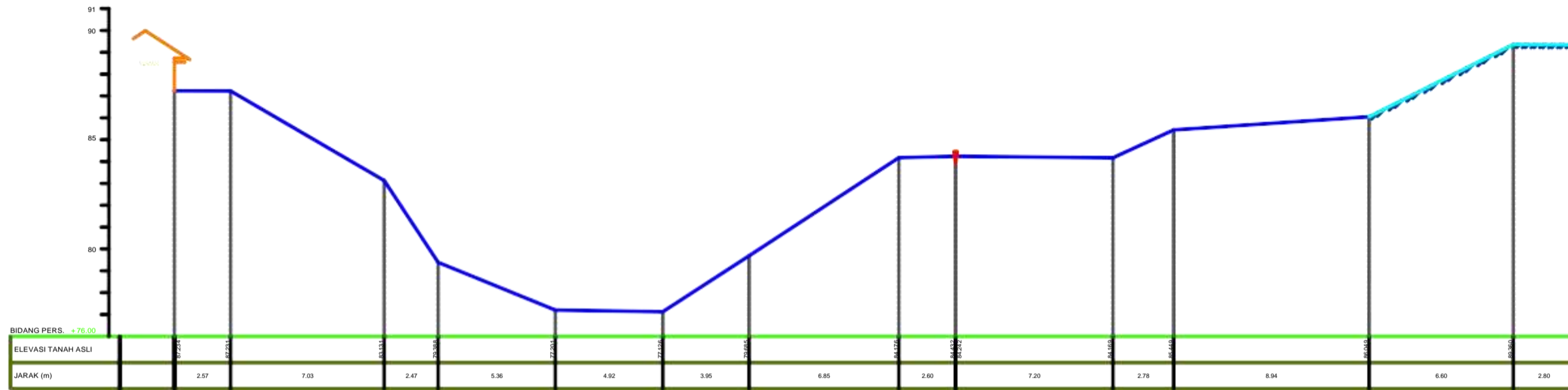
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

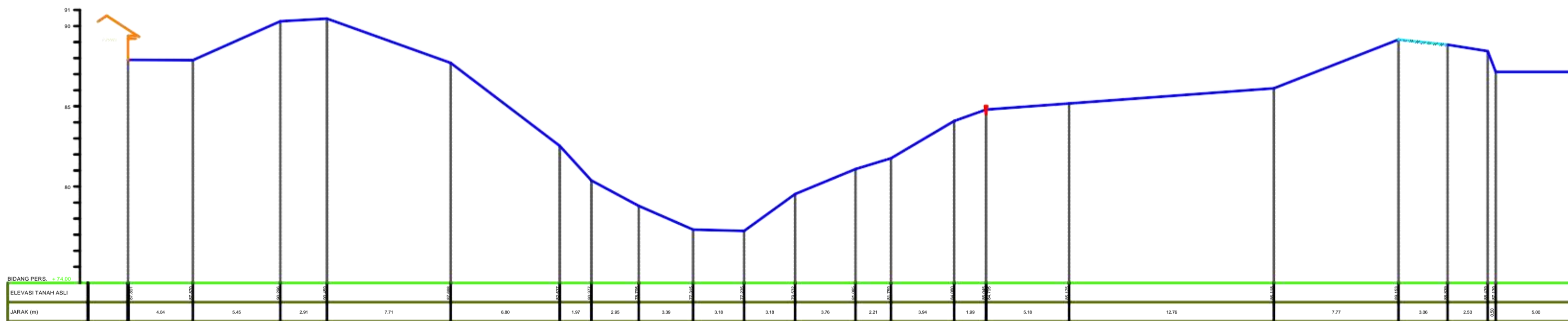
JML GAMBAR No.

83

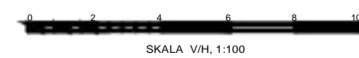
23



PP.0+50



PP.1





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BLU BINA MELAYATI SUNGAI BERGAMBAR SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo, November 2013, P. 10/2013/2013, Telp. (0271) 12444, Ponsel. 085610111111

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST

CATATAN

GAMBAR

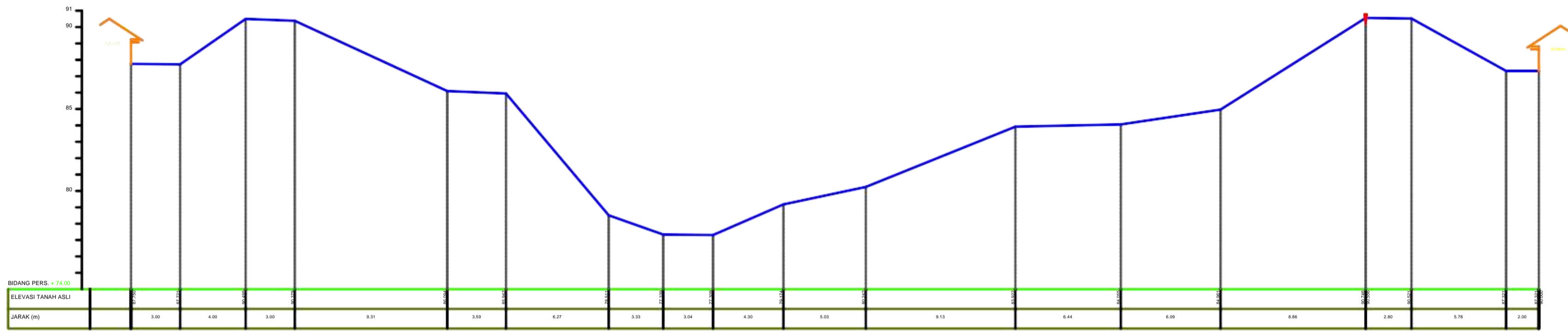
PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE
PP.1+50-PP.2

DIGAMBAR TGL PARAF

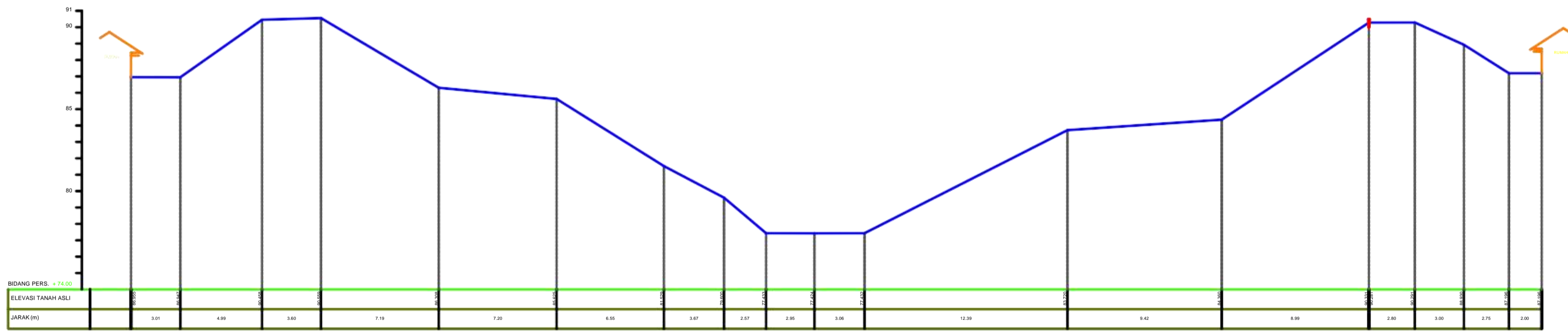
Rais Suwedi, ST

JML GAMBAR No.

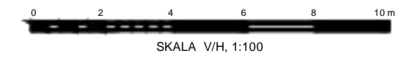
83 24



PP.1+50



PP.2





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBAHU KONTROL PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 387, Telp. Fax (0271) 730448, Palagan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

PP.2+50-PP.3

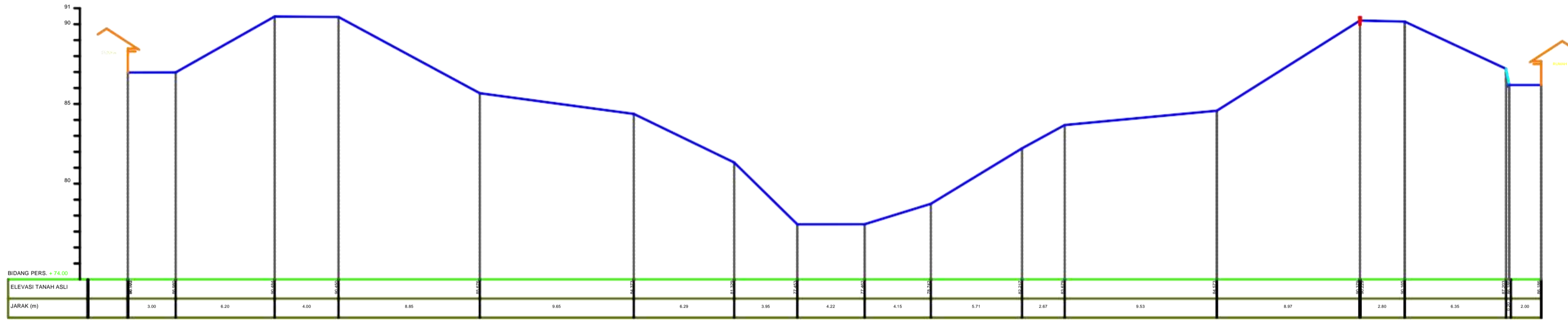
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST

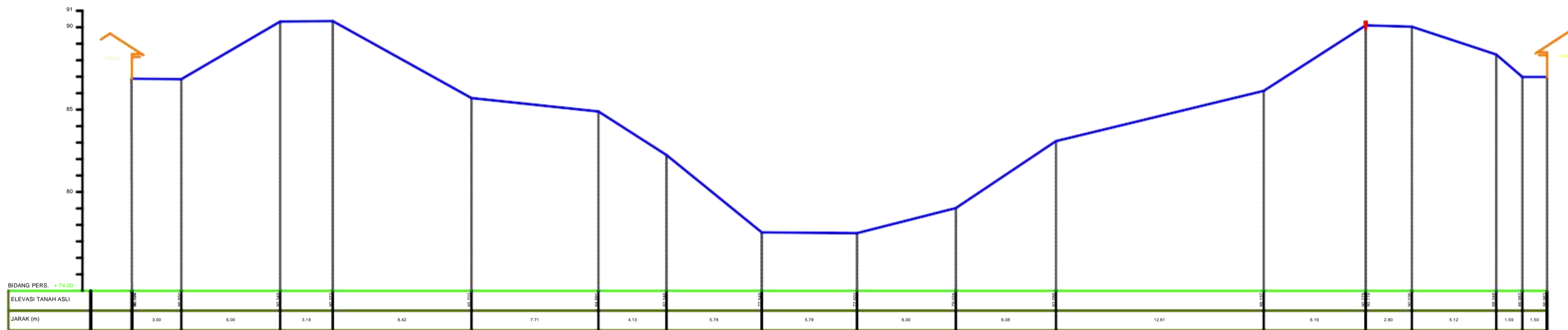
JML GAMBAR No.

83

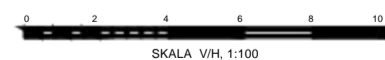
25



PP.2+50



PP.3



SKALA V.H. 1:100



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Karanganyar Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730446, Pabean, Karanganyar, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

PP.3+50-PP.4

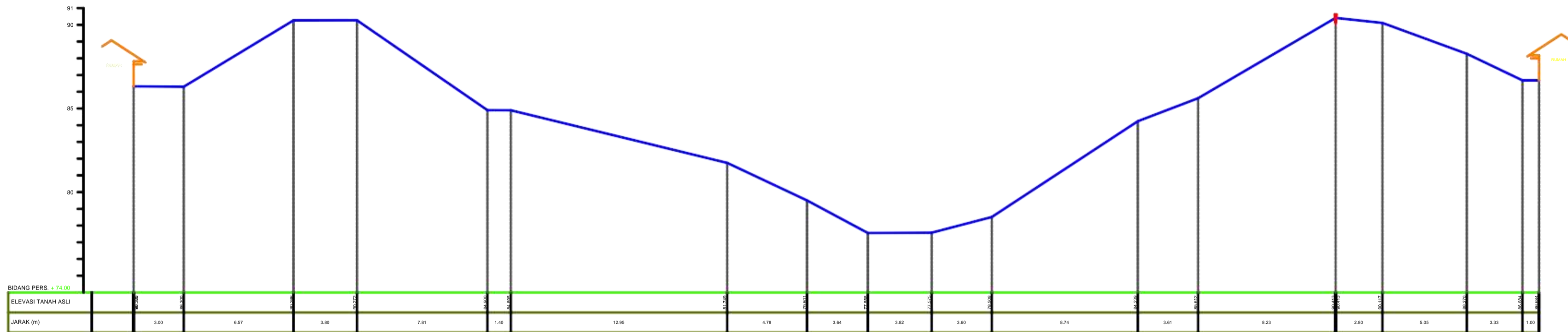
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

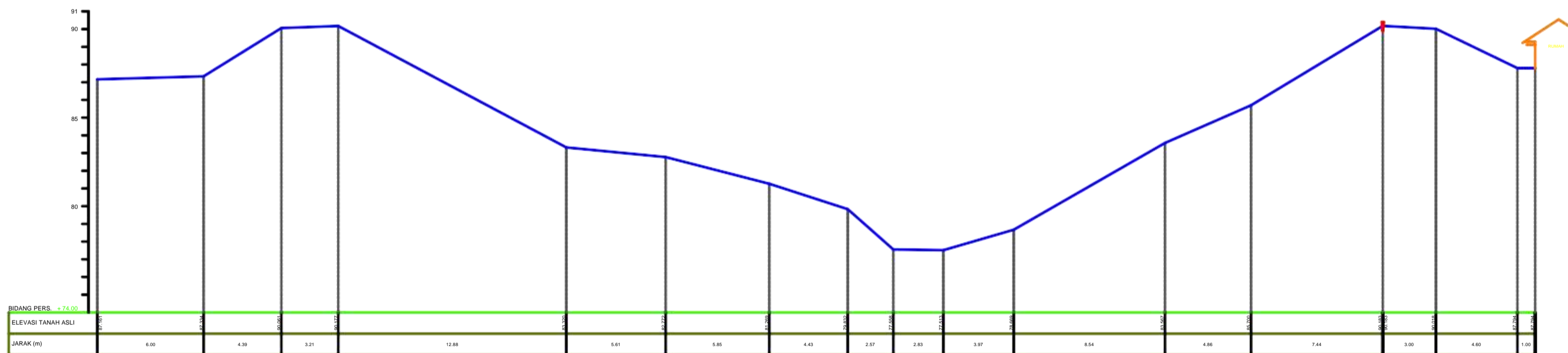
JML GAMBAR No.

83

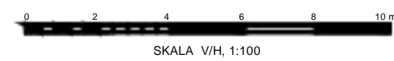
26



PP.3+50



PP.4





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BAKU BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN BOLO
 PELAKSANAAN KONTROL PERENCANAAN DAN PROGRAM

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
DIREKTUR	PARAF
Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
DIPERIKSA	PARAF
Ir. Lilik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
DISETUJUI	PARAF
Suyono, SST	<i>[Signature]</i>

CATATAN

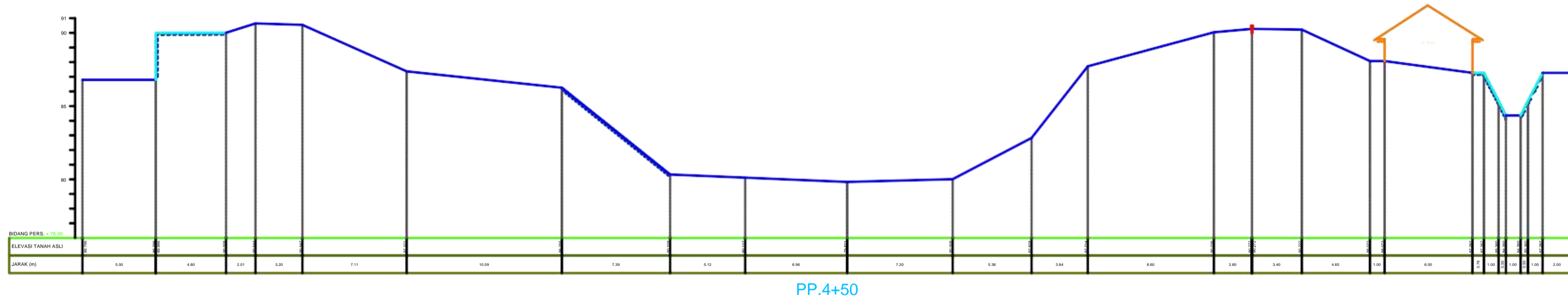
GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE
 PP.4+50-CP.KA

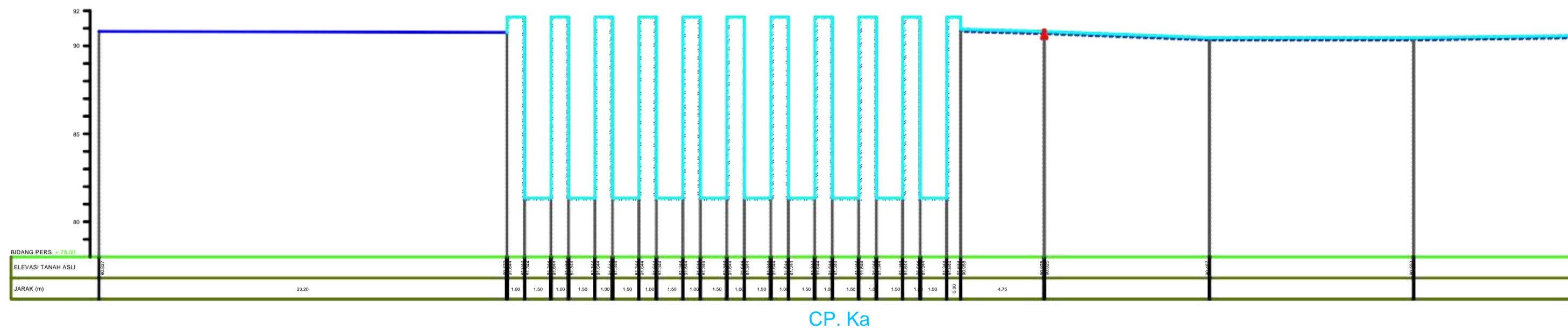
DIGAMBAR	TGL	PARAF
Rais Suwedi, ST		<i>[Signature]</i>
JML GAMBAR	No.	

83

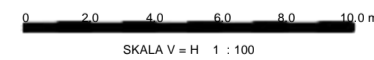
27



PP.4+50



CP. Ka





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 367, Telp. Fax (0271) 750446, Palembang, Kartasura, Sukoharjo 51162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
-----------	-------

Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
------------------------	--------------------

DIREKTUR	PARAF
----------	-------

Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
------------	--------------------

DIPERIKSA	PARAF
-----------	-------

Ir. Lilik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
---------------------	--------------------

DISETUJUI	PARAF
-----------	-------

Suyono, SST	<i>[Signature]</i>
-------------	--------------------

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE

PP.5-PP.6

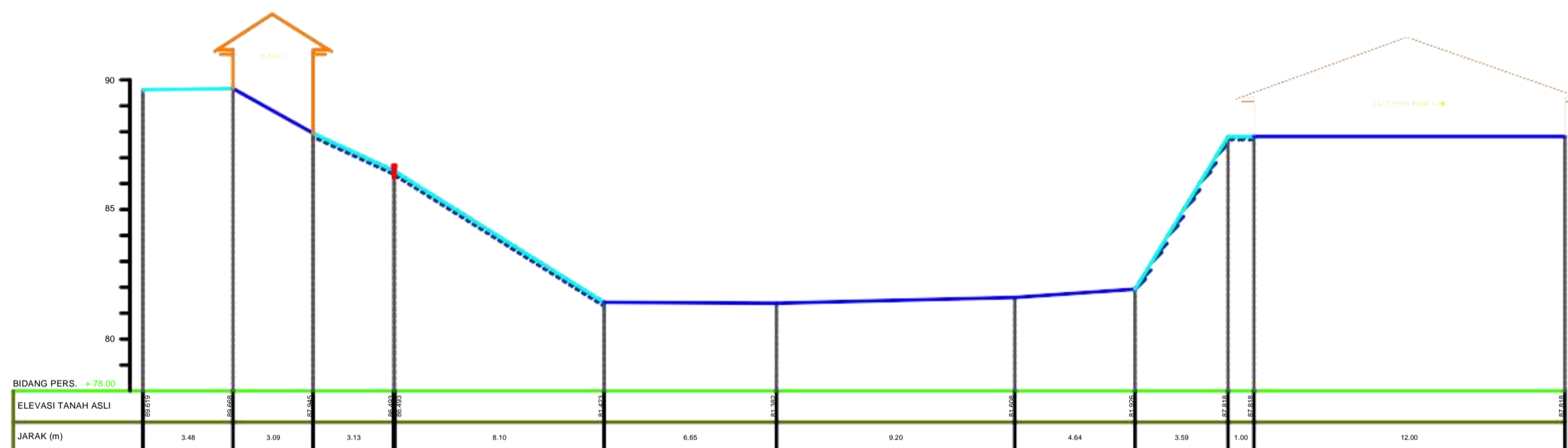
DIGAMBAR	TGL	PARAF
----------	-----	-------

Rais Suwedi, ST	<i>[Signature]</i>
-----------------	--------------------

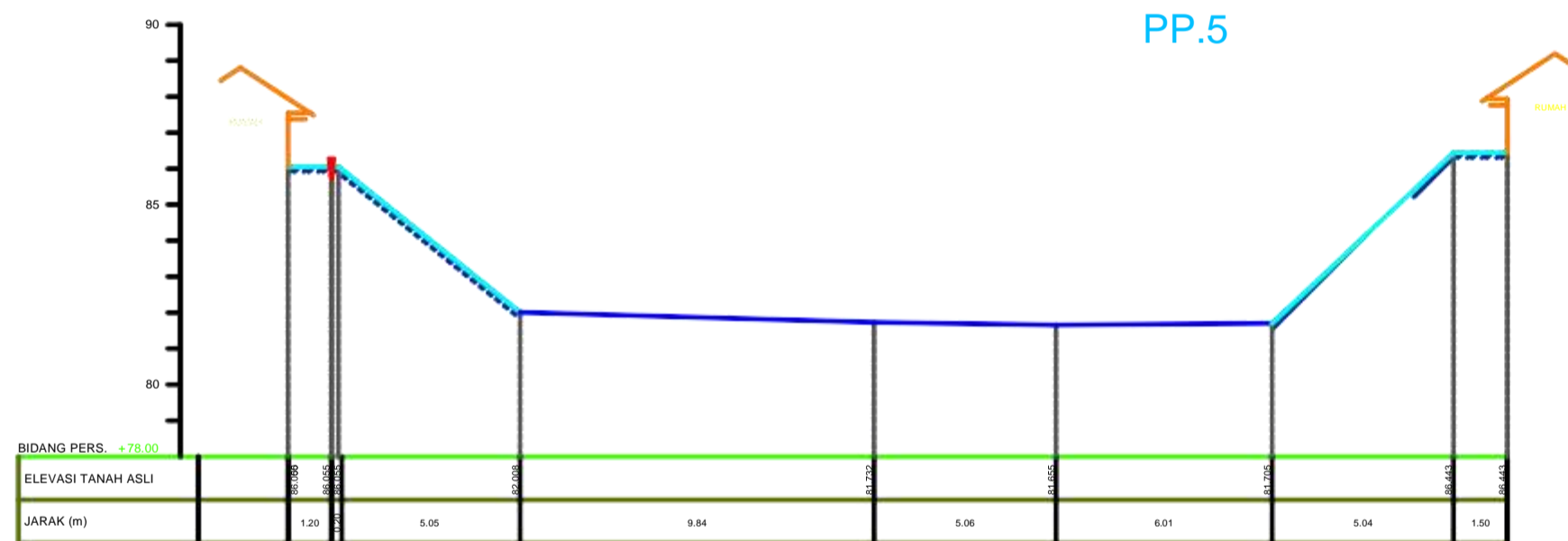
JML GAMBAR	No.
------------	-----

83

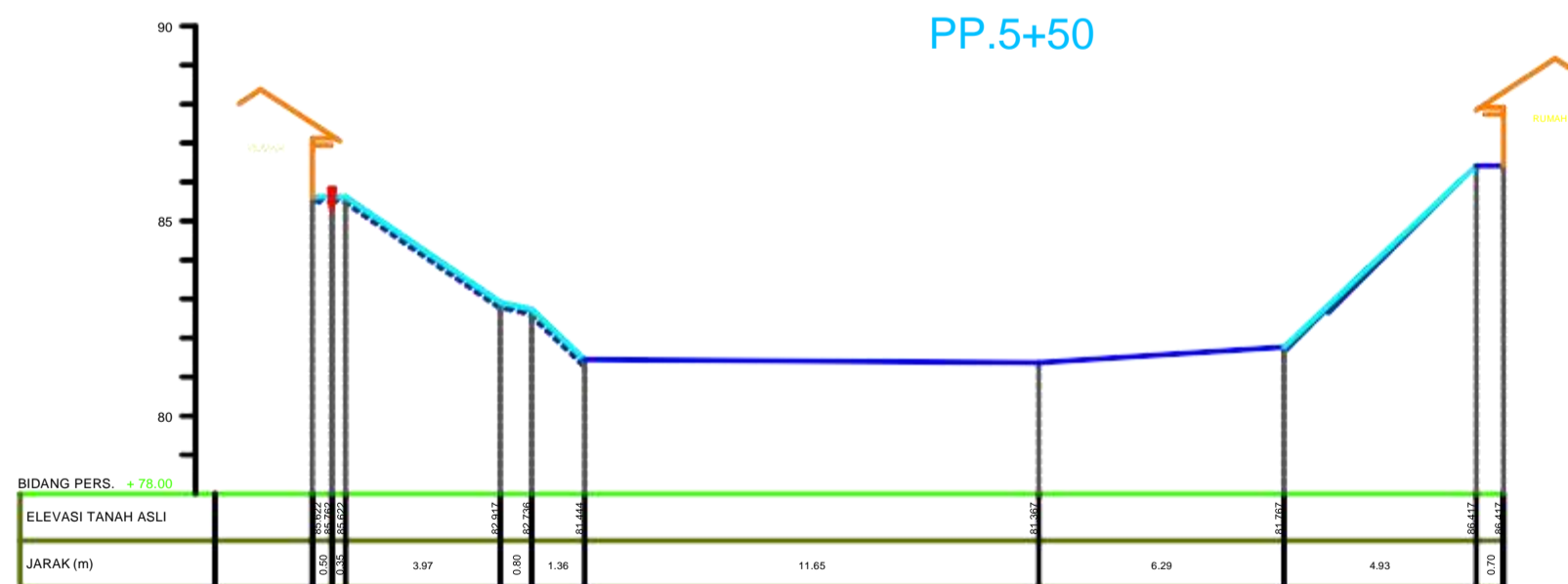
28



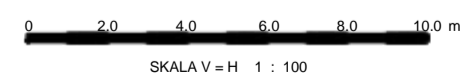
PP.5



PP.5+50



PP.6





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kertosono Km 7, PO BOX 267, Tolo, Fax (0271) 730448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



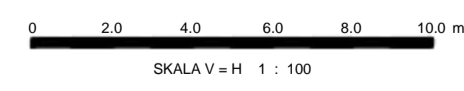
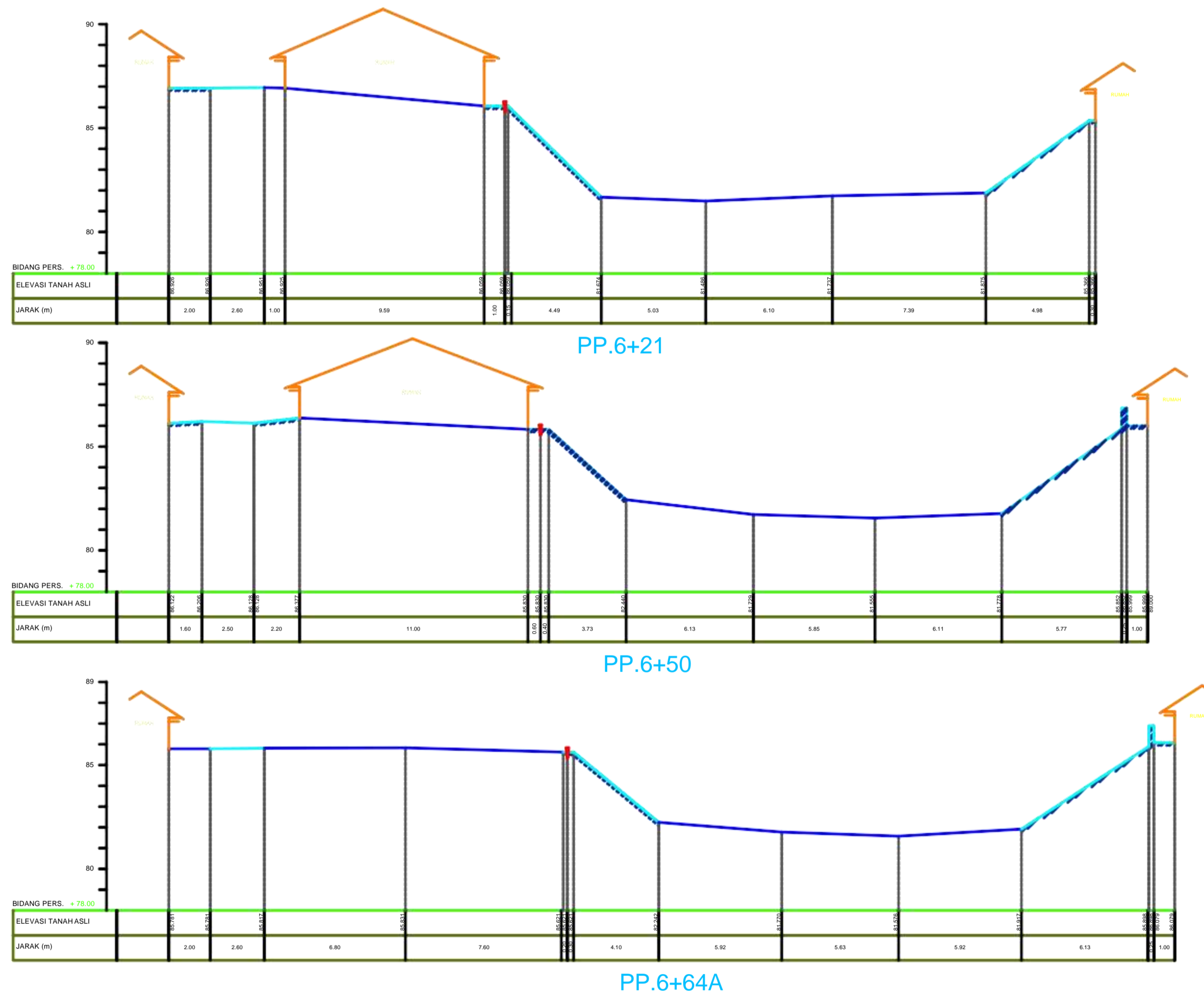
KETUA TIM	PARAF
Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
DIREKTUR	PARAF
Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
DIPERIKSA	PARAF
Ir. Lilik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
DISETUJUI	PARAF
Suyono, SST	<i>[Signature]</i>

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE
 PP.6+21-PPP.6+64A

DIGAMBAR	TGL	PARAF
Rais Suwedi, ST		<i>[Signature]</i>
JML GAMBAR	No.	
83	29	





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBIAYA KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 73048, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
-----------	-------

Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>Ilham</i>
------------------------	--------------

DIREKTUR	PARAF
----------	-------

Ir. Azhari	<i>Azhari</i>
------------	---------------

DIPERIKSA	PARAF
-----------	-------

Ir. Lilik Retno, MA	<i>Lilik</i>
---------------------	--------------

DISETUJUI	PARAF
-----------	-------

Suyono, SST	<i>Suyono</i>
-------------	---------------

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

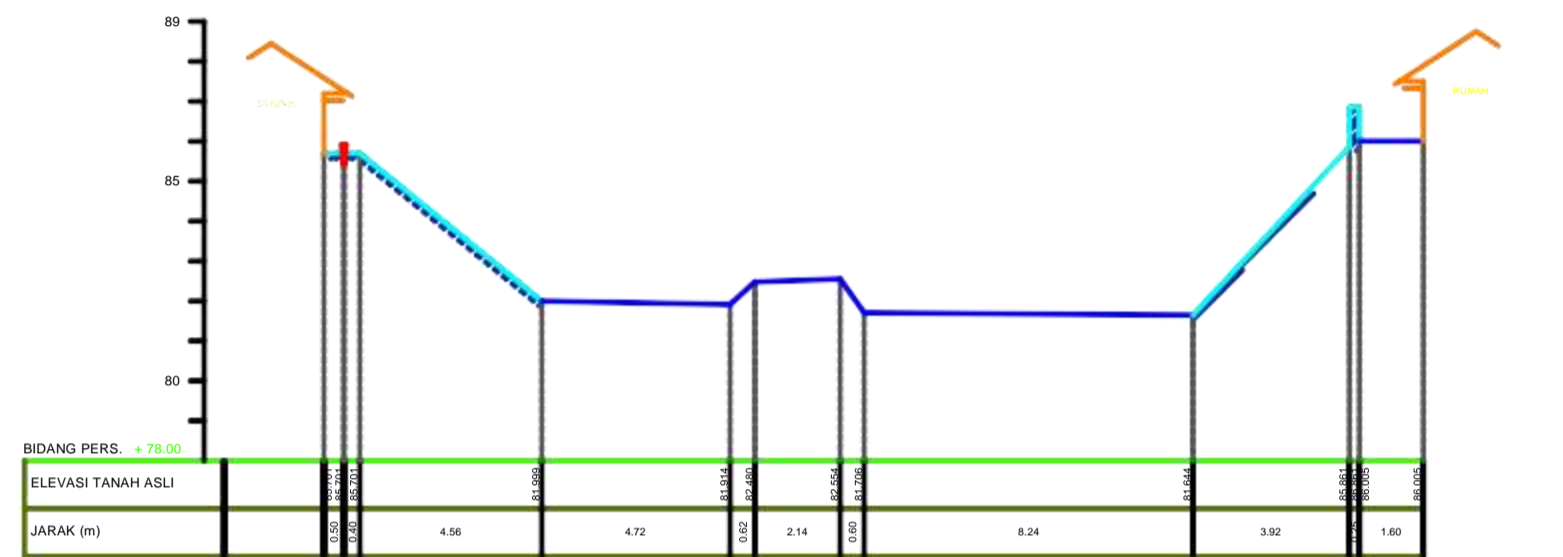
PP.7-PP.7+71

DIGAMBAR	TGL	PARAF
----------	-----	-------

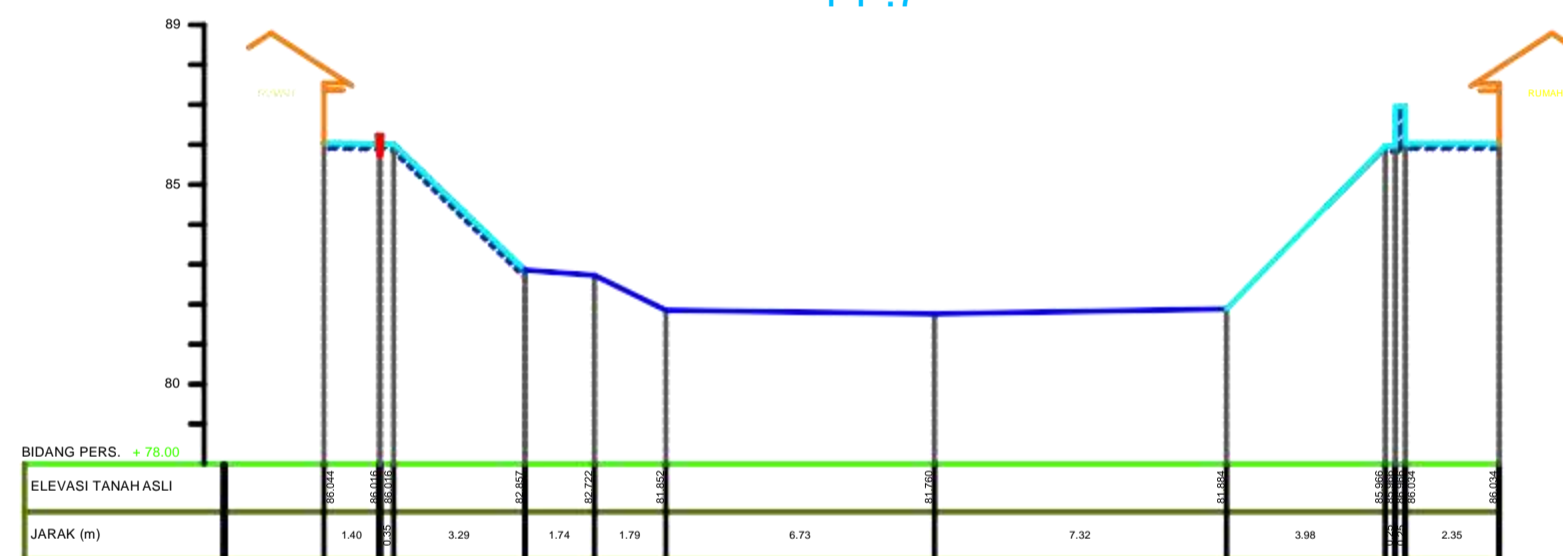
Rais Suwedi, ST		<i>Rais</i>
-----------------	--	-------------

JML GAMBAR	No.	
------------	-----	--

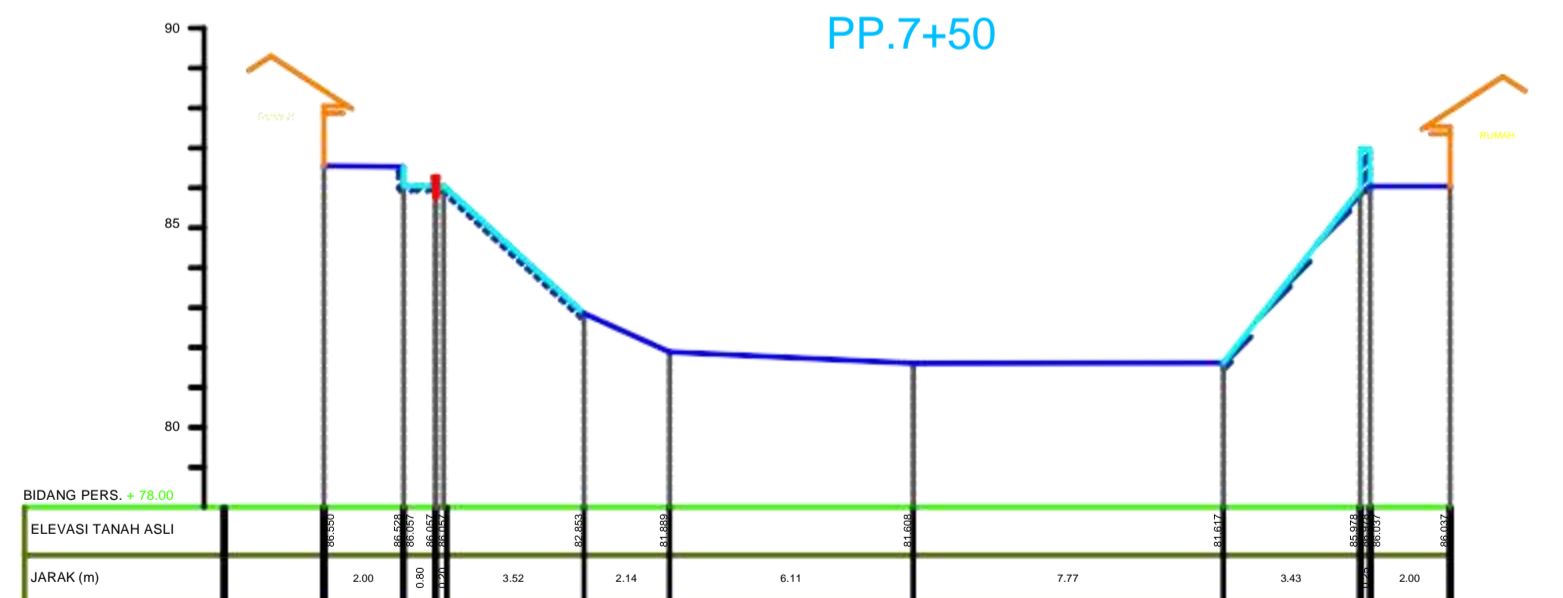
83	30	
----	----	--



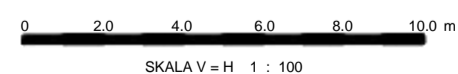
PP.7



PP.7+50



PP.7+71





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA DALAM BESAR WILAYAH SUNGAI BENGKAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo - Kartasura Km 7 PO BOX 207, Telp. Fax (0271) 730446, Pabelin, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

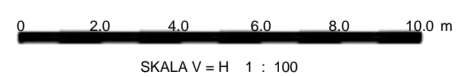
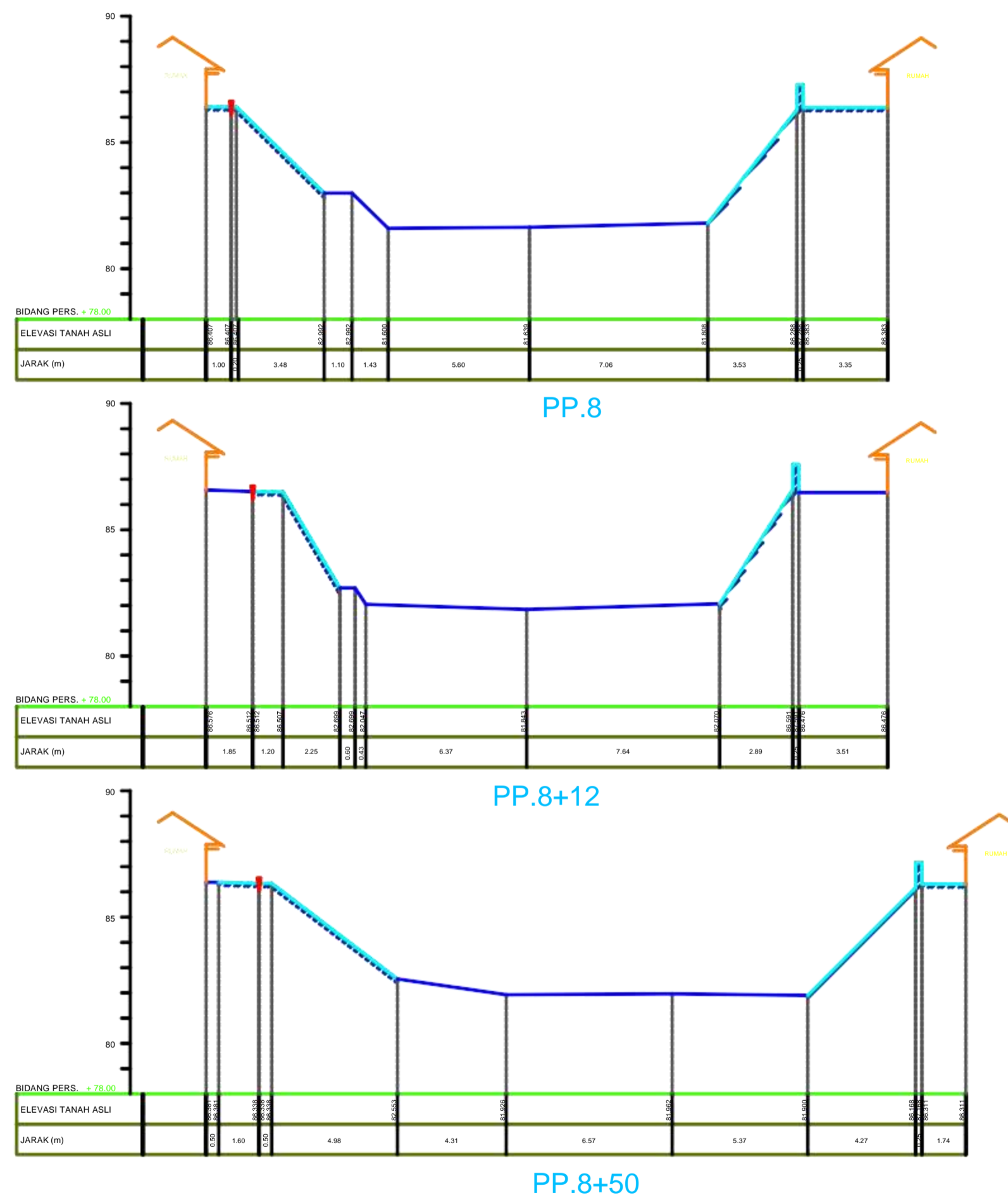
PP.8-PP.8+50

DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

JML GAMBAR No.

83 31





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Karanganyar Km 7, PO BOX 287, Telp. Fax (0271) 730443, Palembang, Karanganyar, Sukoharjo 57142

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE

PP.9-PP.9+50

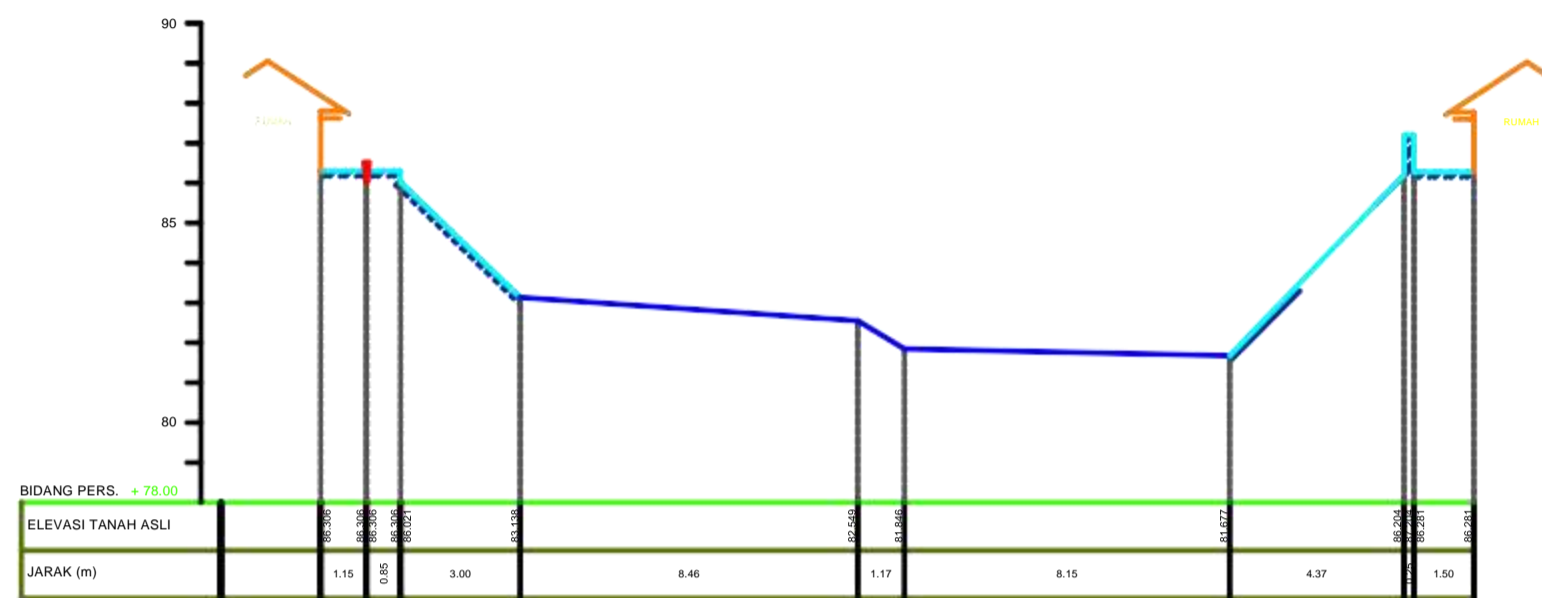
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST

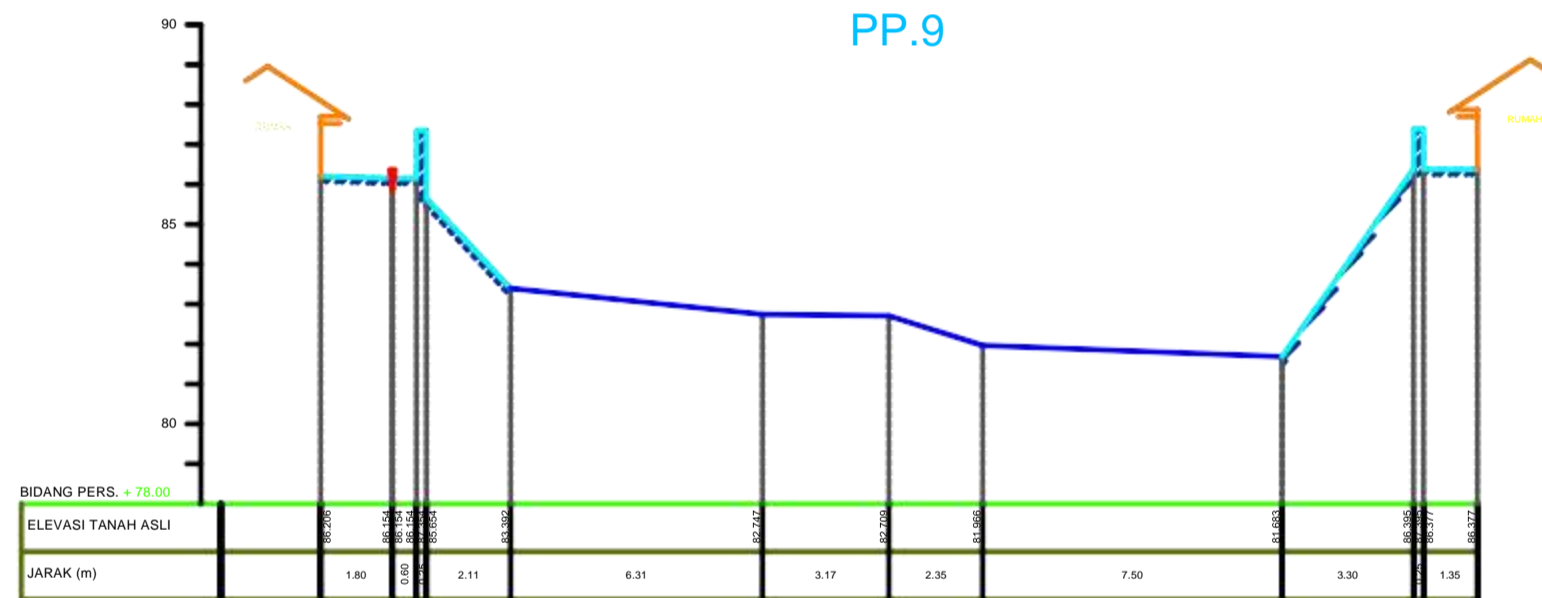
JML GAMBAR No.

83

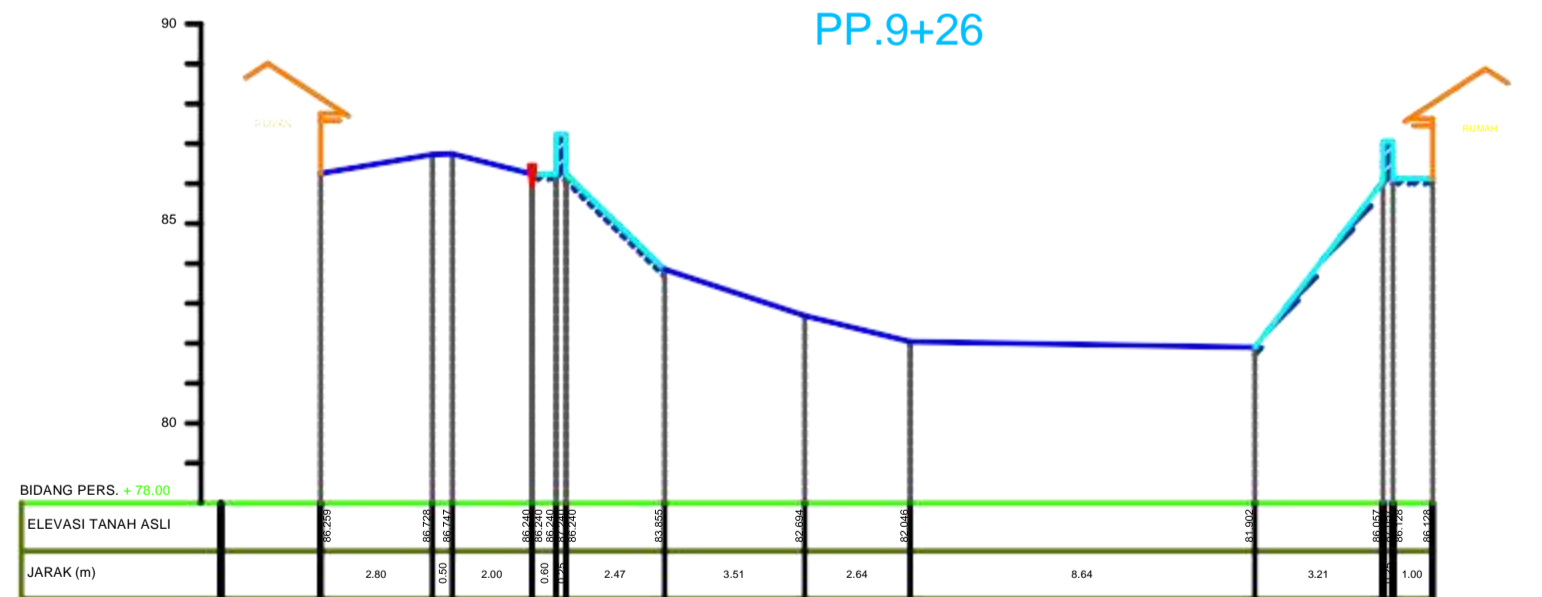
32



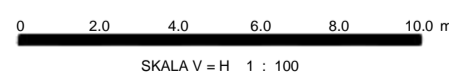
PP.9



PP.9+26



PP.9+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 J. Solo - Kotabaru No 1, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 73444, Pekon. Kemurs, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE
 PP.9+82-PP.10+50

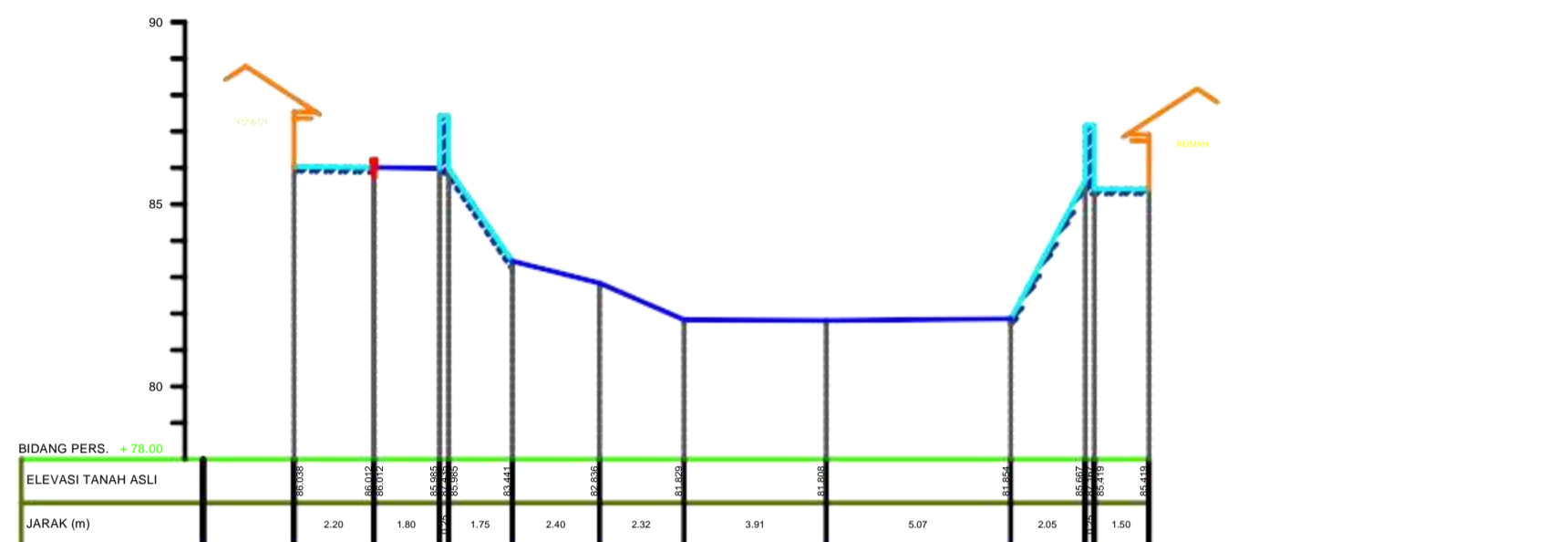
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

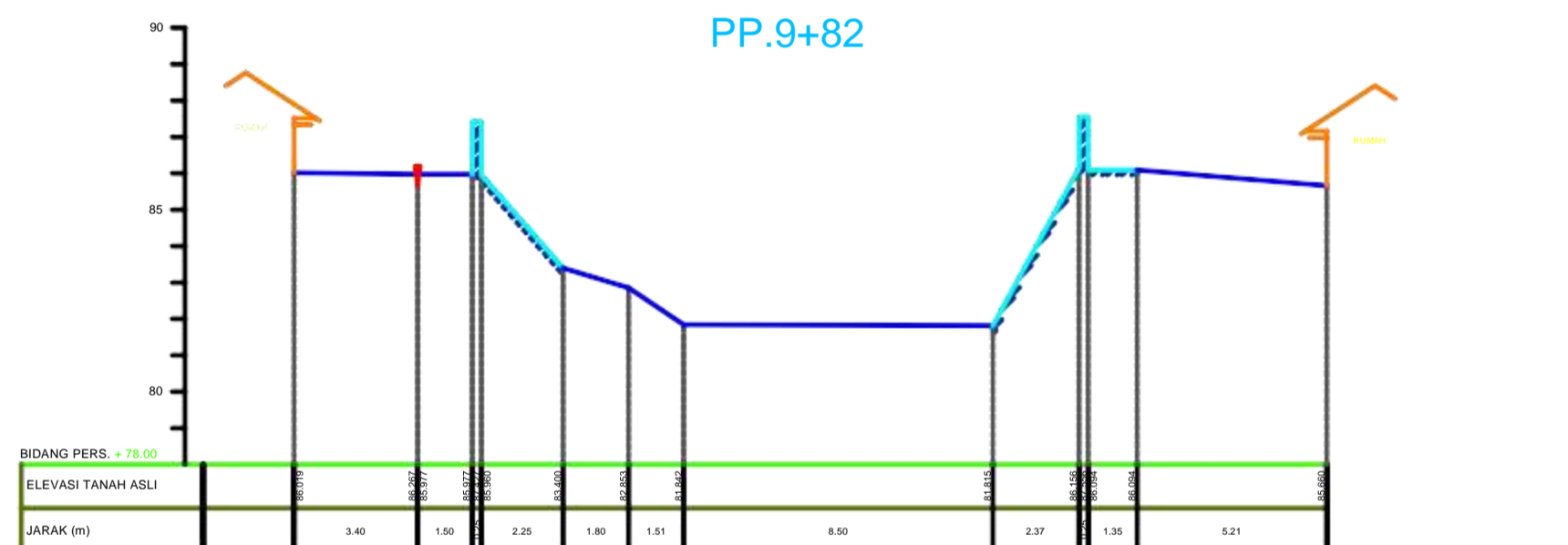
JML GAMBAR No.

83

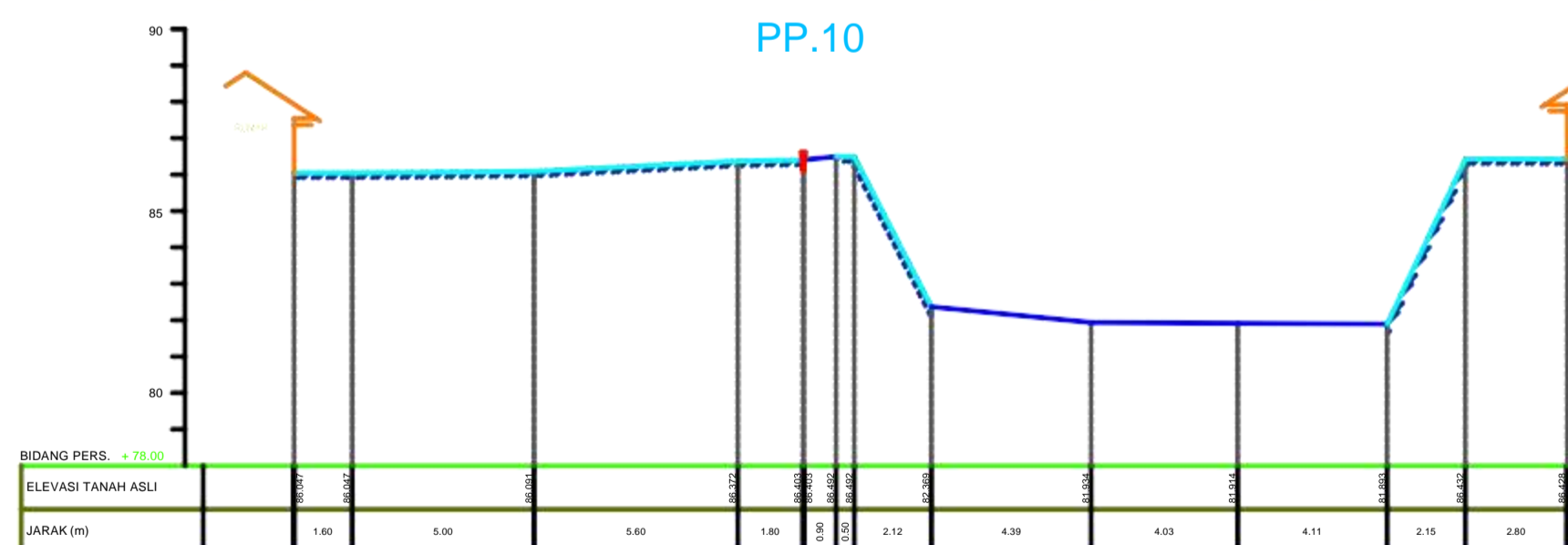
33



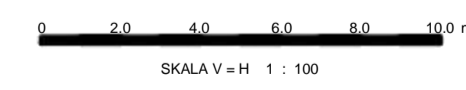
PP.9+82



PP.10



PP.10+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Kertosari Km 7, PO BOX 207, Telp. Fax 0271 120448, Pekalongan, Indonesia, Sidarep 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE

PP.11-PP.12

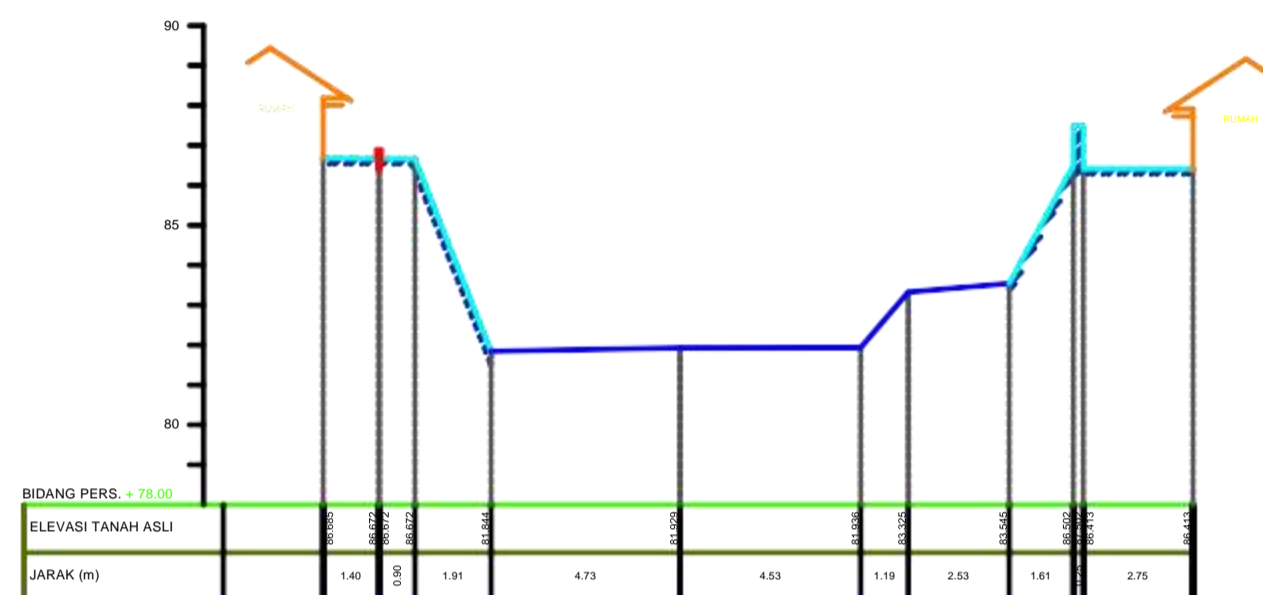
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

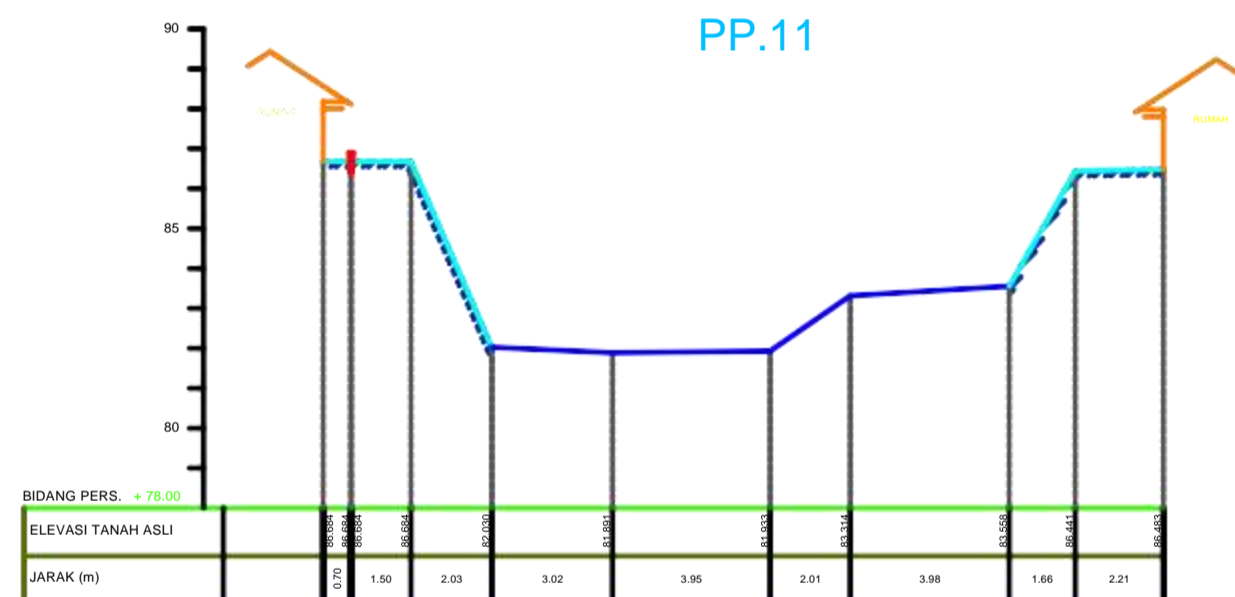
JML GAMBAR No.

83

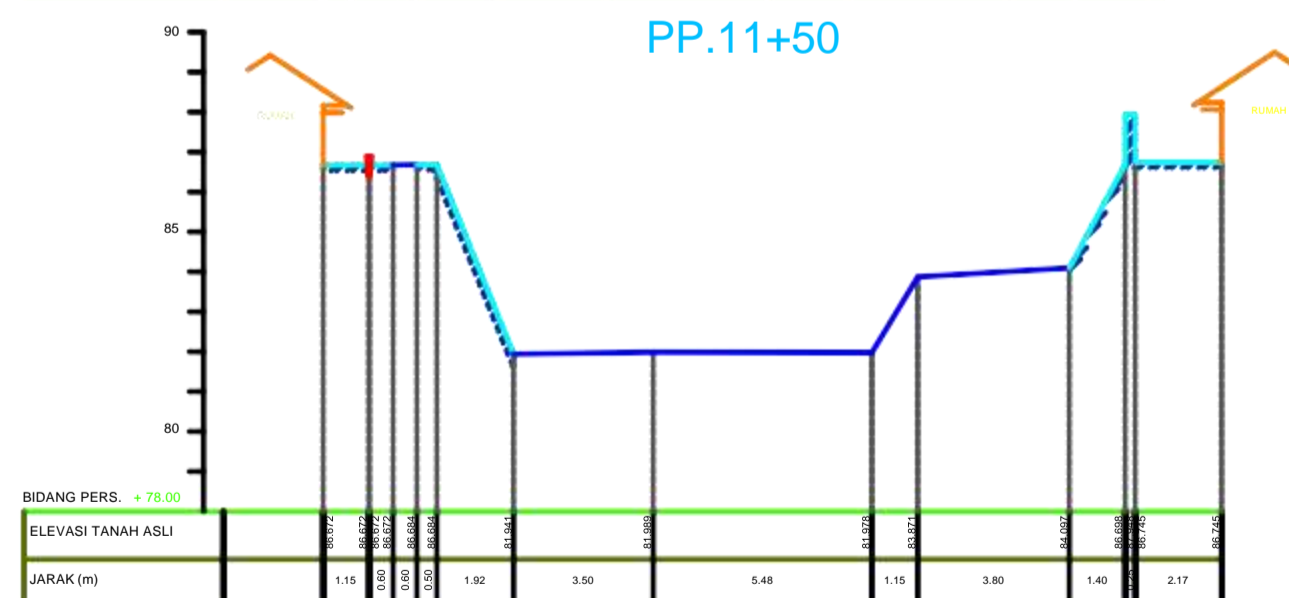
34



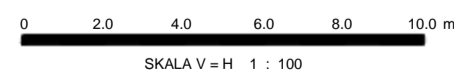
PP.11



PP.11+50



PP.12





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BEGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



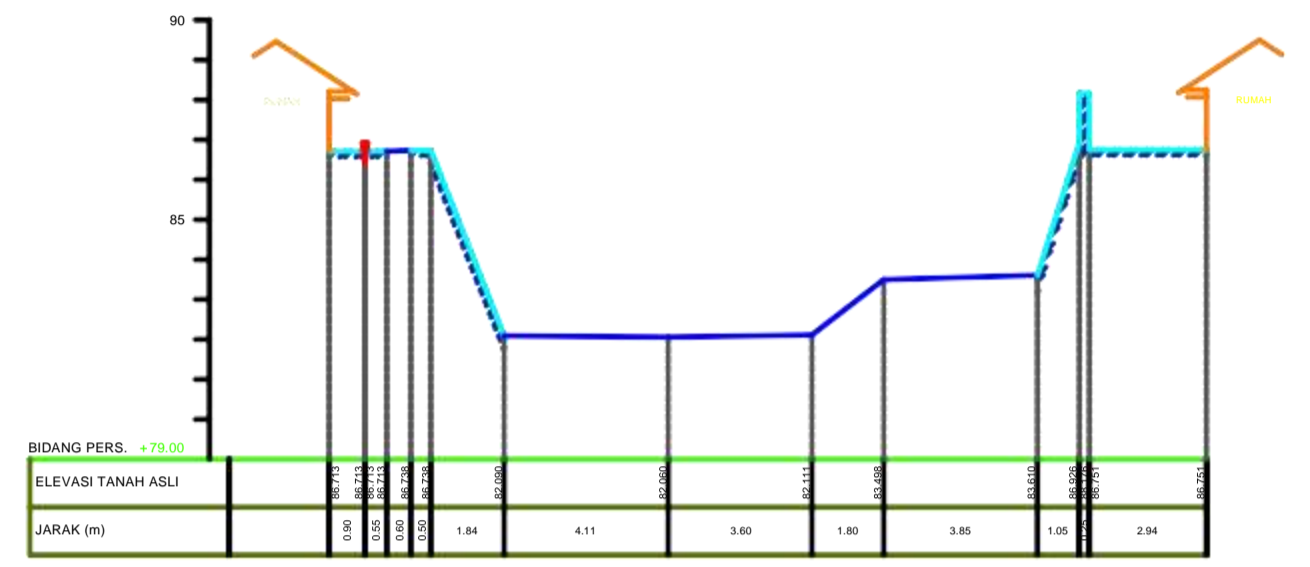
KETUA TIM	PARAF
Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
DIREKTUR	PARAF
Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
DIPERIKSA	PARAF
Ir. Lilik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
DISETUJUI	PARAF
Suyono, SST	<i>[Signature]</i>

CATATAN

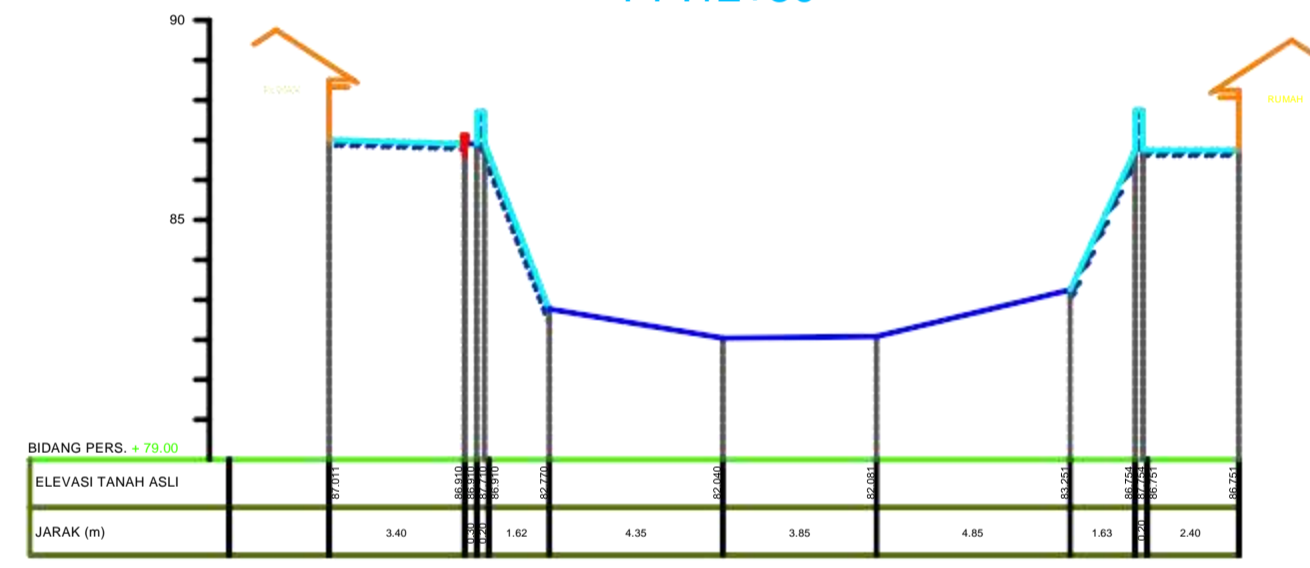
GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE
 PP.12+50-PP.13+50

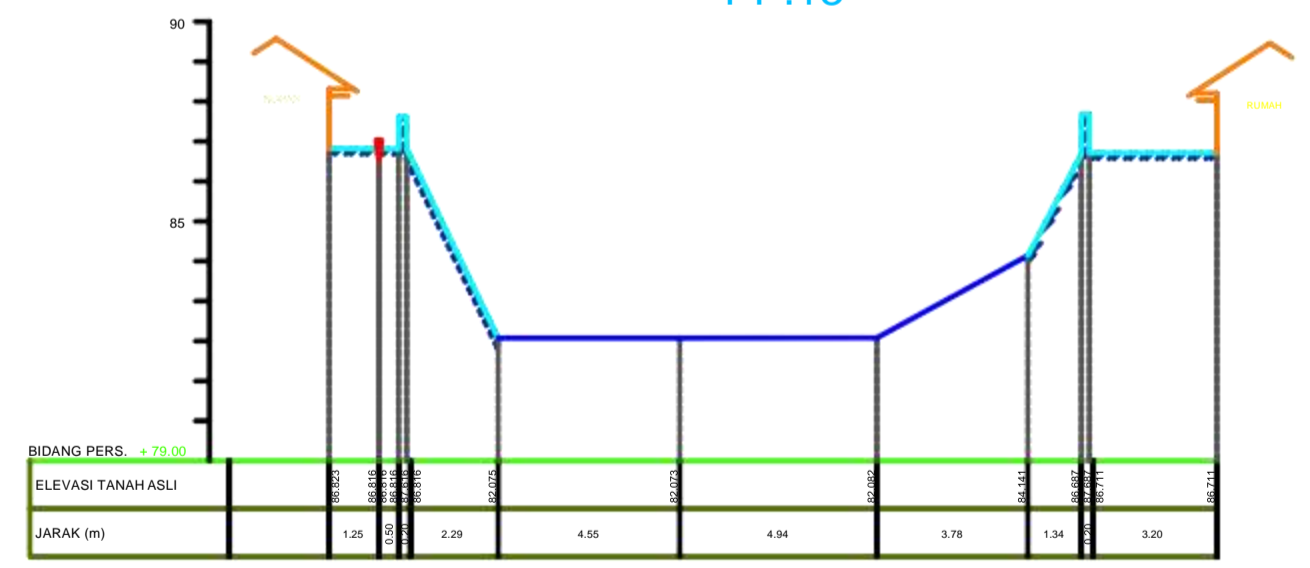
DIGAMBAR	TGL	PARAF
Rais Suwedi, ST		<i>[Signature]</i>
JML GAMBAR	No.	
83	35	



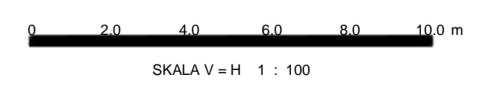
PP.12+50



PP.13



PP.13+30





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



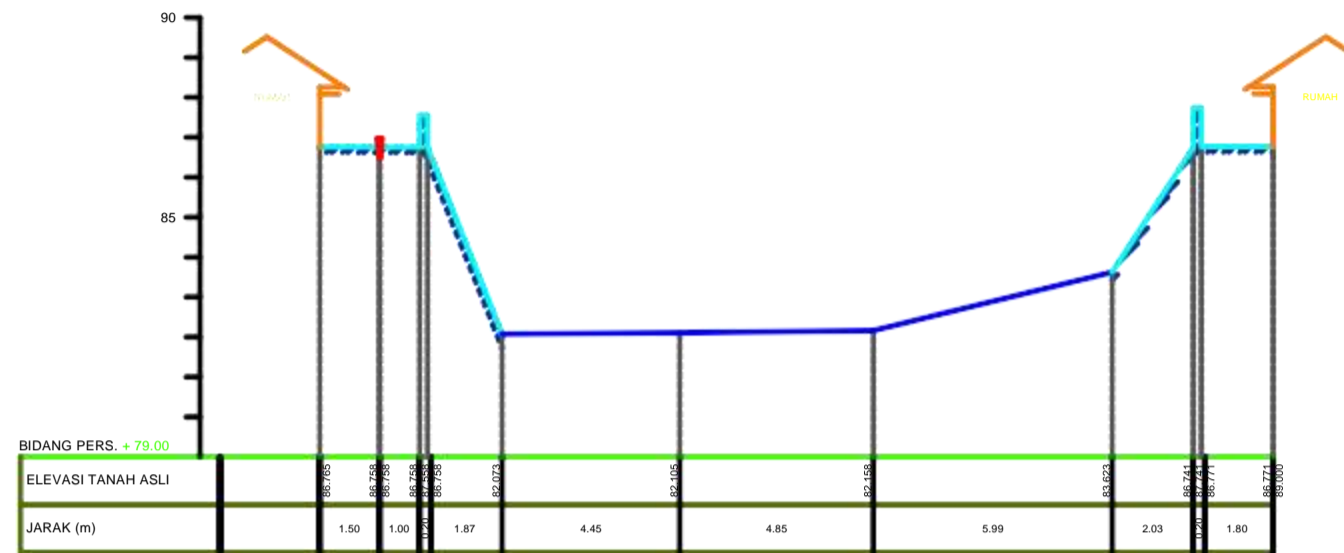
KETUA TIM	PARAF
Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
DIREKTUR	PARAF
Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
DIPERIKSA	PARAF
Ir. Liik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
DISETUJUI	PARAF
Suyono, SST	<i>[Signature]</i>

CATATAN

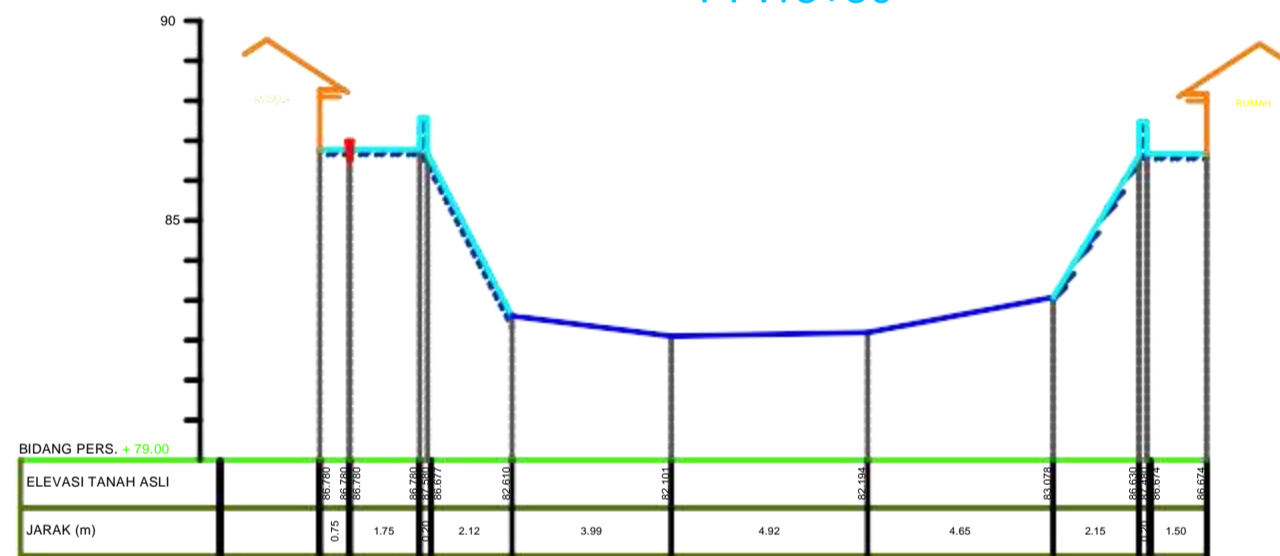
GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE
 PP.13+50-PP.14

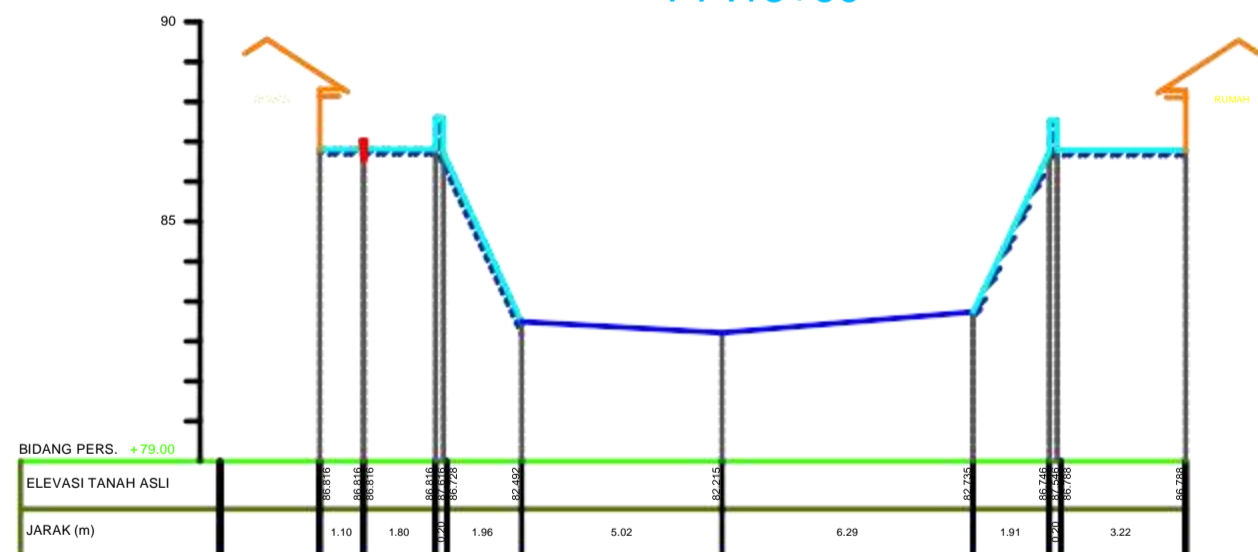
DIGAMBAR	TGL	PARAF
Rais Suwedi, ST		<i>[Signature]</i>
JML GAMBAR	No.	
83	36	



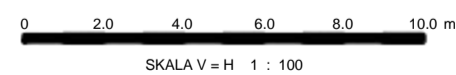
PP.13+50



PP.13+60



PP.14





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBIAYAAN DAN PENGENDALIAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 287, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
DIREKTUR	PARAF
Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
DIPERIKSA	PARAF
Ir. Lilik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
DISETUJUI	PARAF
Suyono, SST	<i>[Signature]</i>

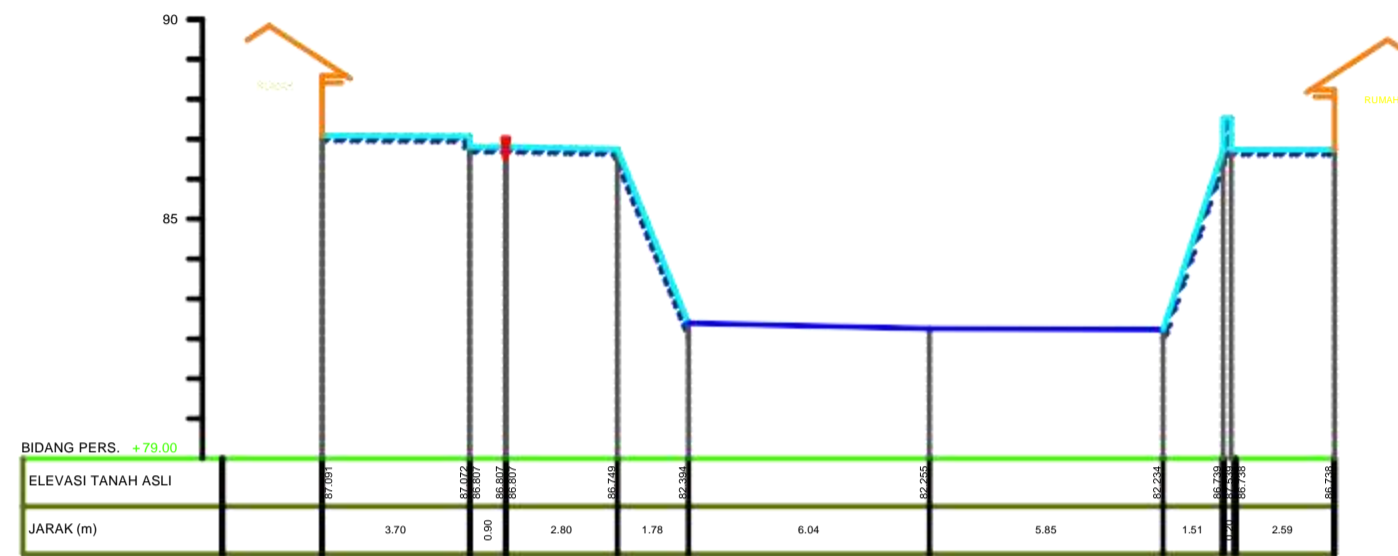
CATATAN

GAMBAR

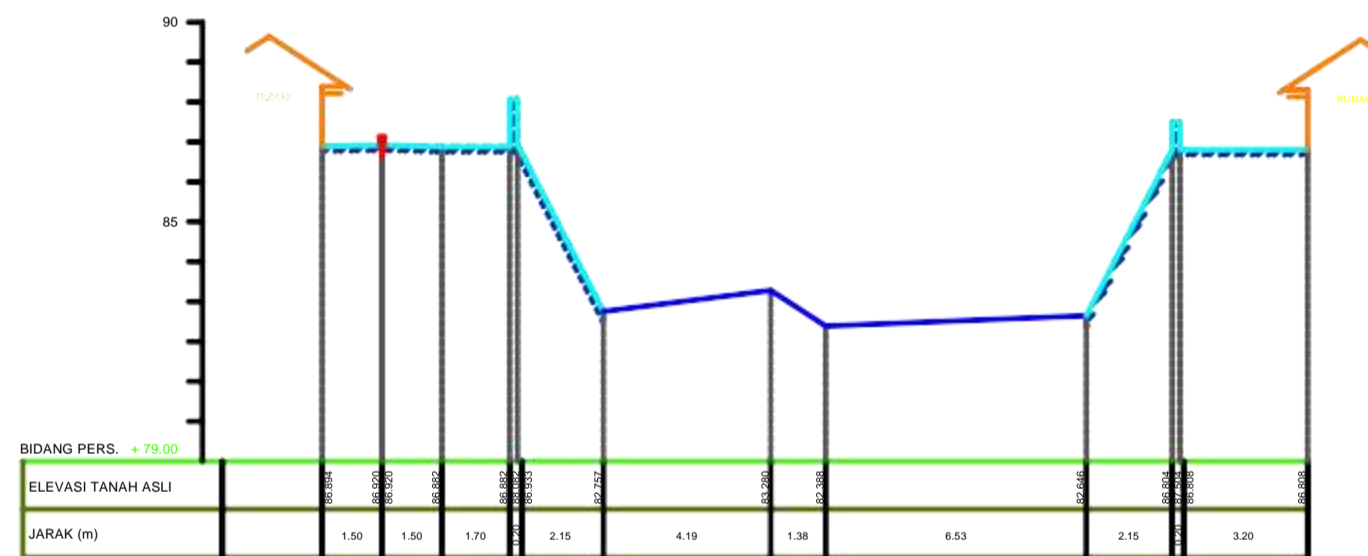
PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE
 PP.14+13-PP.15

DIGAMBAR	TGL	PARAF
Rais Suwedi, ST		<i>[Signature]</i>

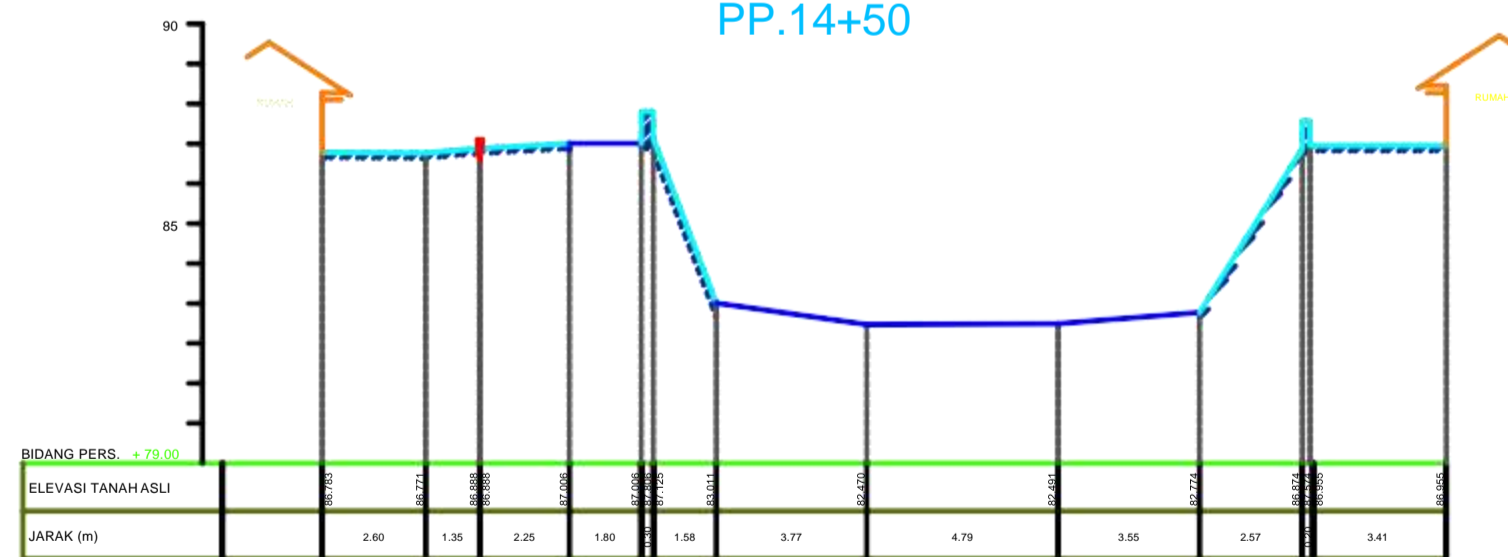
JML GAMBAR	No.
83	37



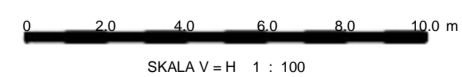
PP.14+13



PP.14+50



PP.15





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Klaten Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 72444, Pekalongan, Semarang 57142

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE
 PP.15+50-PP.16+50

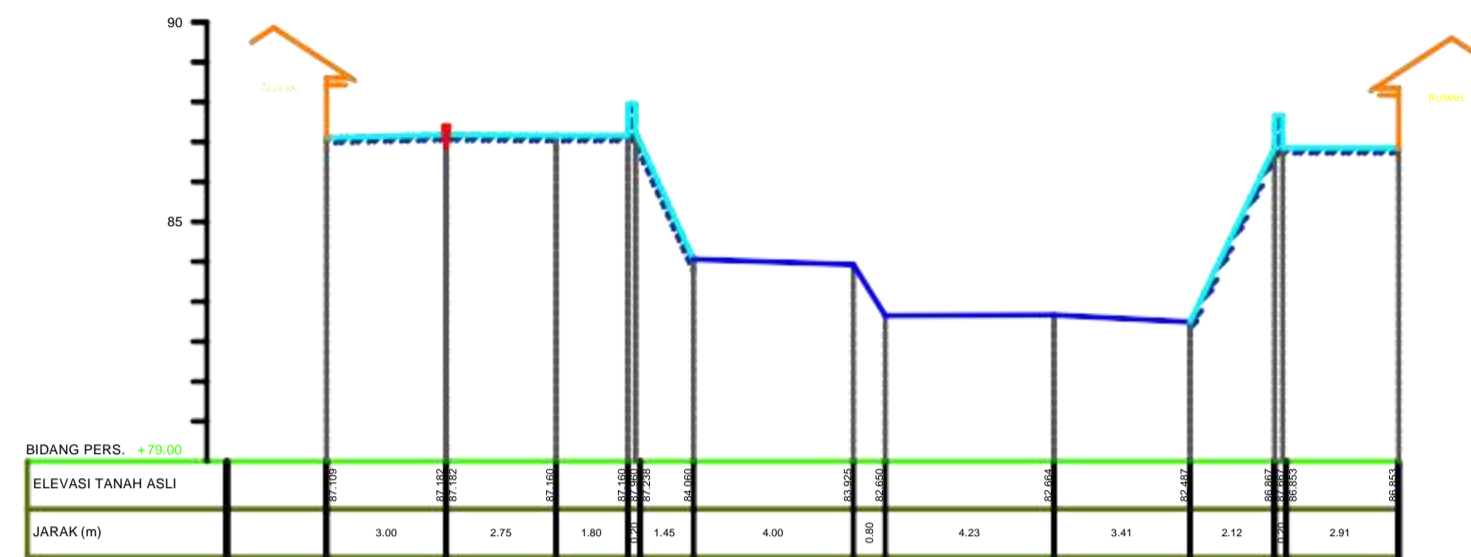
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

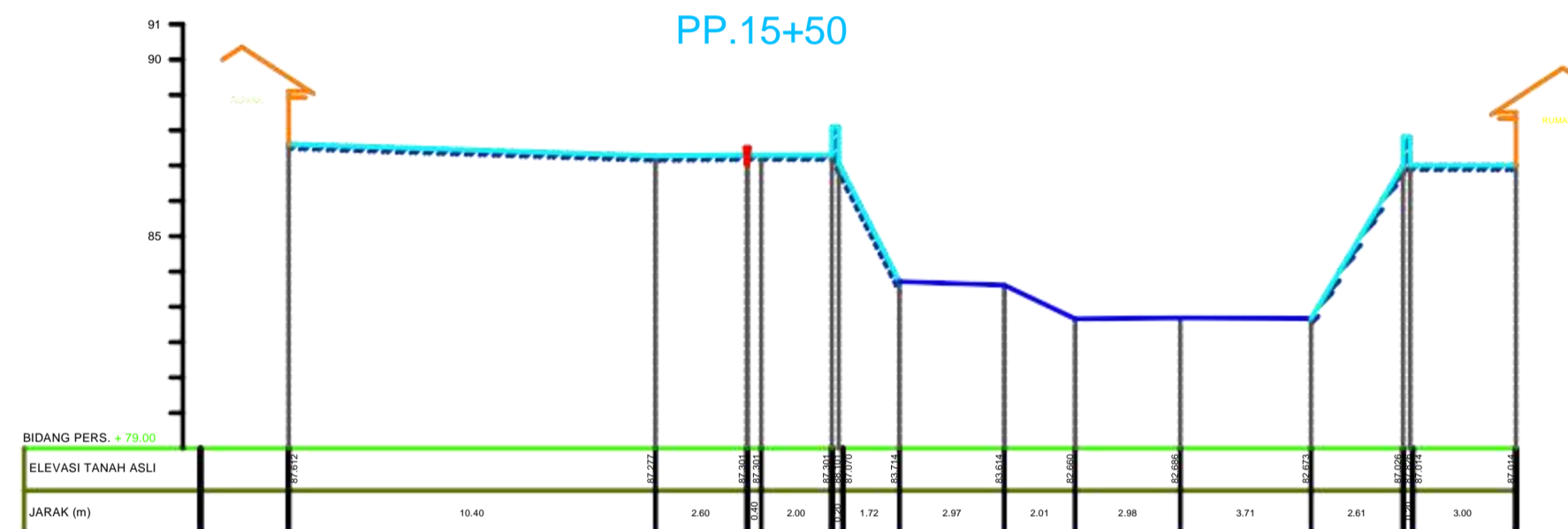
JML GAMBAR No.

83

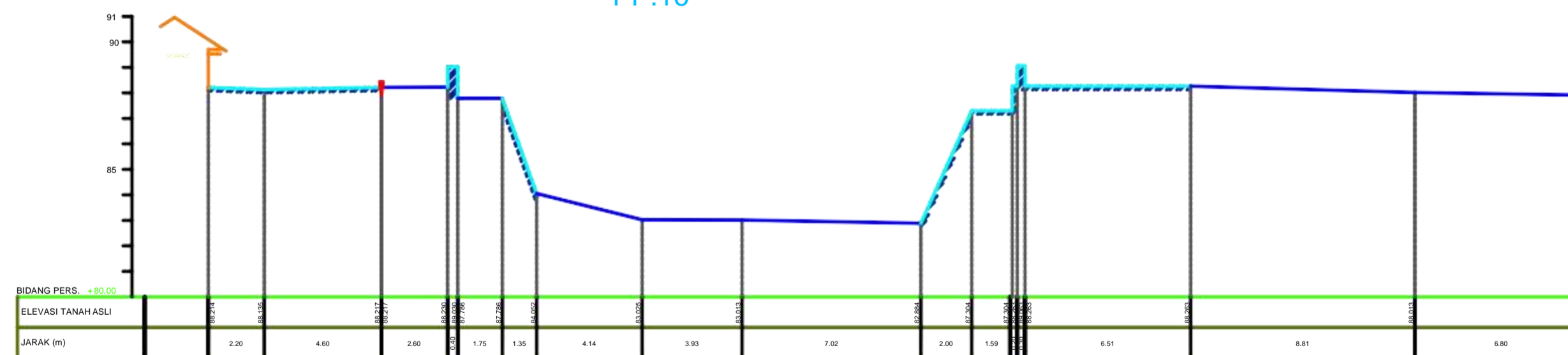
38



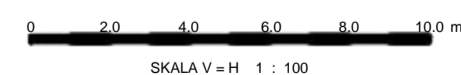
PP.15+50



PP.16



PP.16+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 287, Telp. Fax (0271) 750418, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
DIREKTUR	PARAF
Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
DIPERIKSA	PARAF
Ir. Lilik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
DISETUJUI	PARAF
Suyono, SST	<i>[Signature]</i>

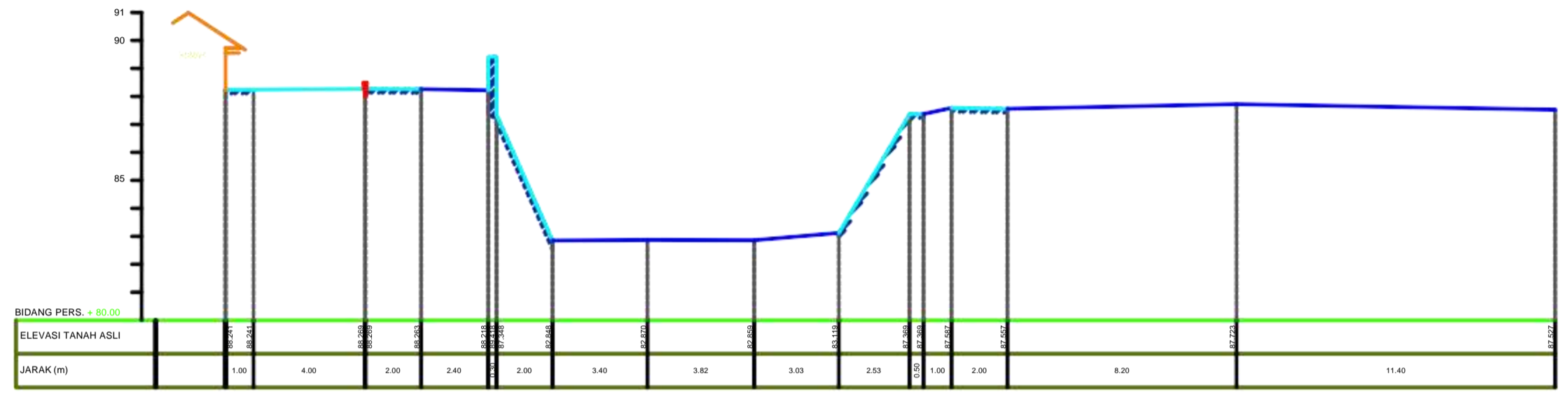
CATATAN

GAMBAR

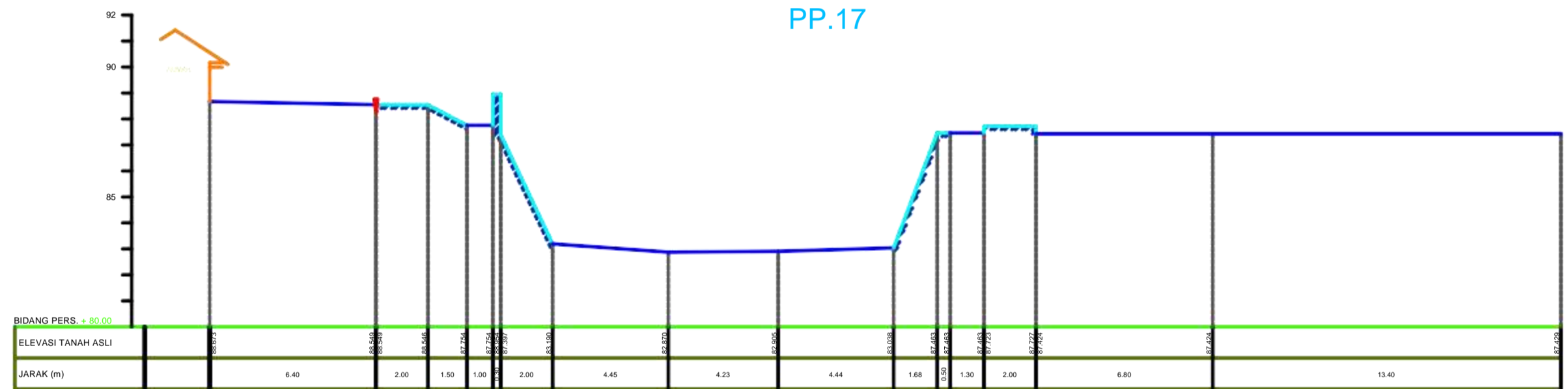
PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

PP.17-PP.18

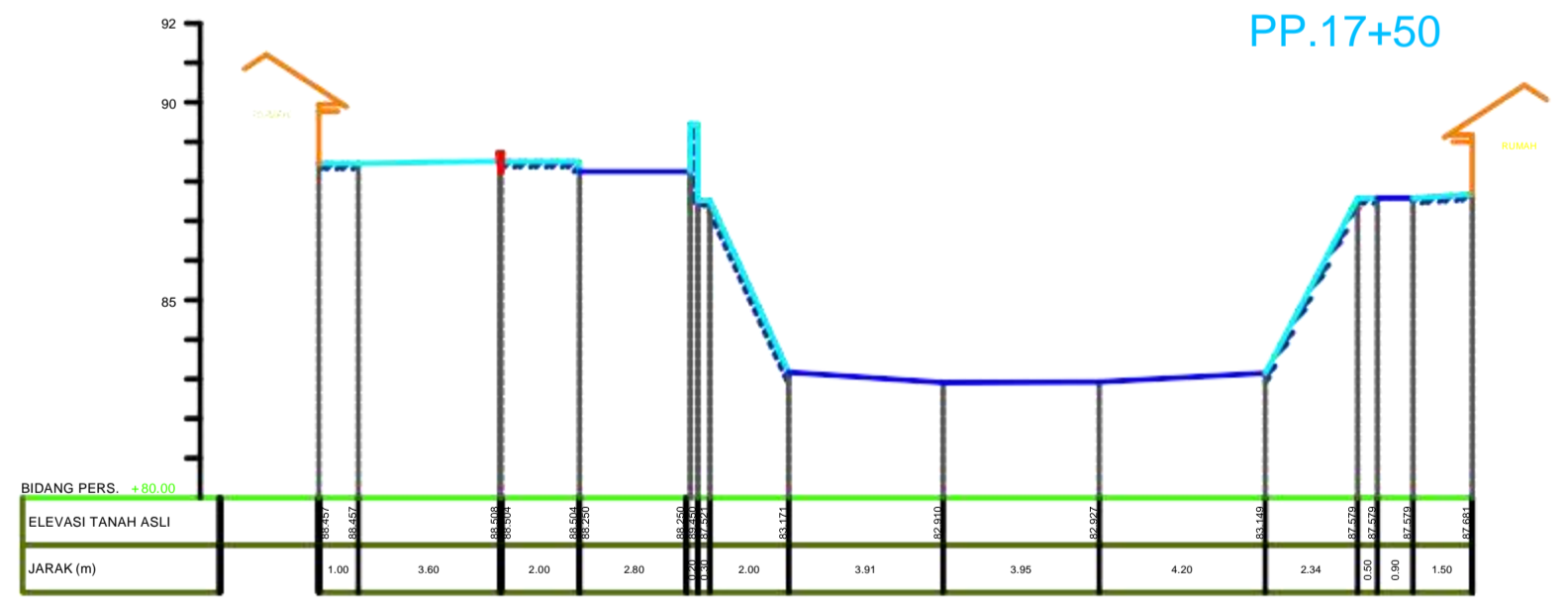
DIGAMBAR	TGL	PARAF
Rais Suwedi, ST		<i>[Signature]</i>
JML GAMBAR	No.	
83	39	



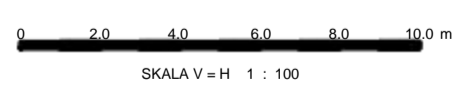
PP.17



PP.17+50



PP.18





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PELABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km. 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



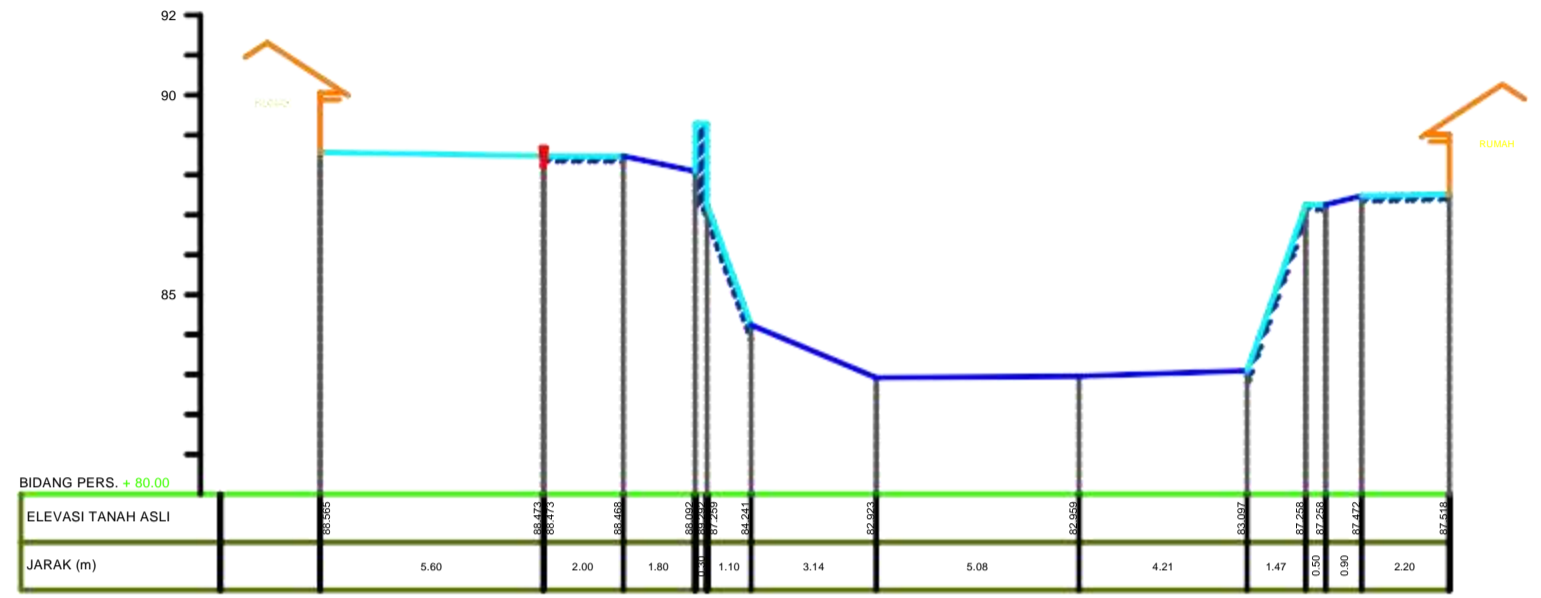
KETUA TIM	PARAF
Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
DIREKTUR	PARAF
Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
DIPERIKSA	PARAF
Ir. Lilik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
DISETUJUI	PARAF
Suyono, SST	<i>[Signature]</i>

CATATAN

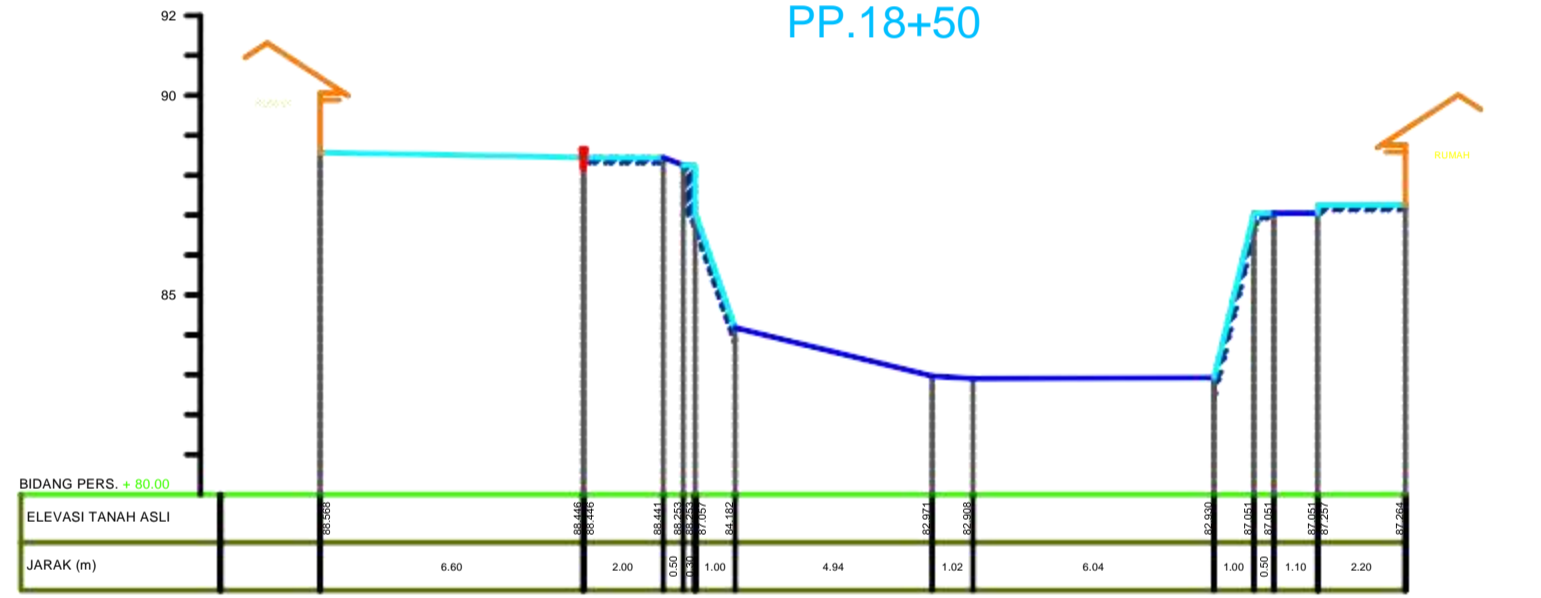
GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE
 PP.18+50-PP.19

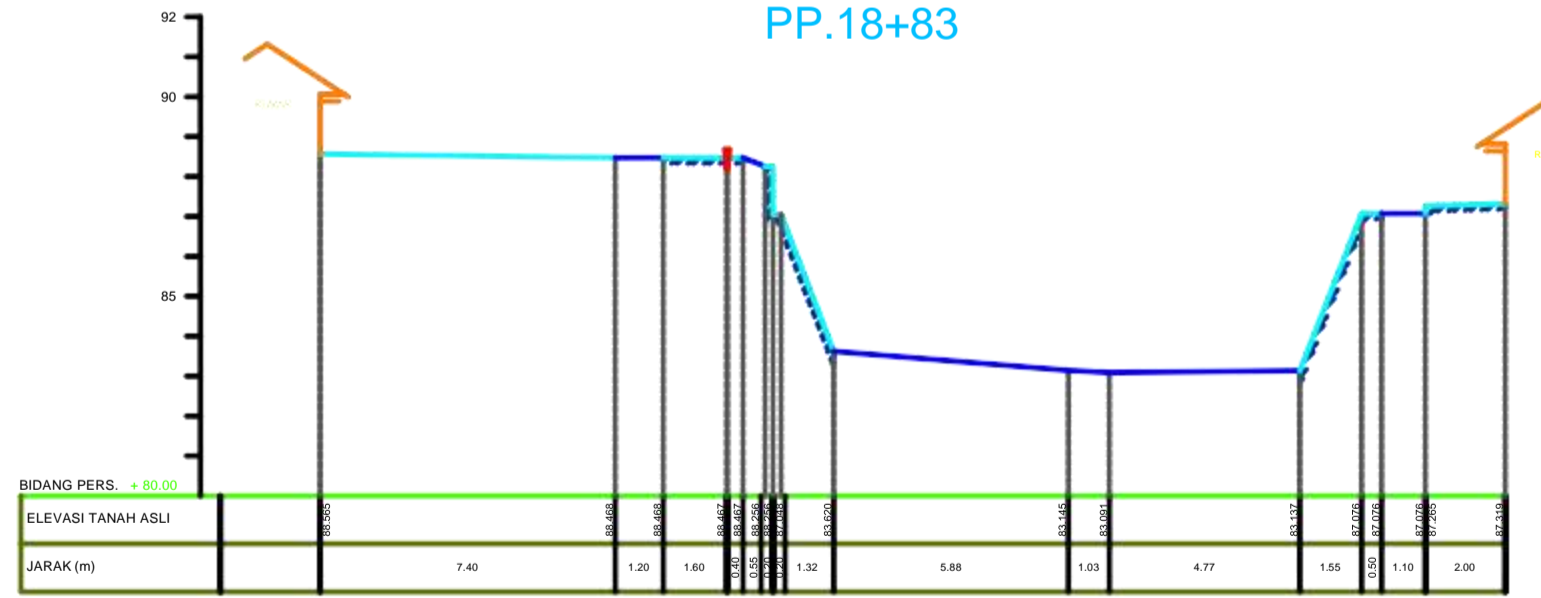
DIGAMBAR	TGL	PARAF
Rais Suwedi, ST		<i>[Signature]</i>
JML GAMBAR	No.	
83	40	



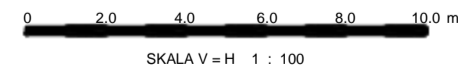
PP.18+50



PP.18+83



PP.19





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PELABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Sub. Kembangan No.1, PO BOX 307, Telp. Fax (021) 72666, Gedung Kemprak, Satebang 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

PP.19+30-PP.19+72

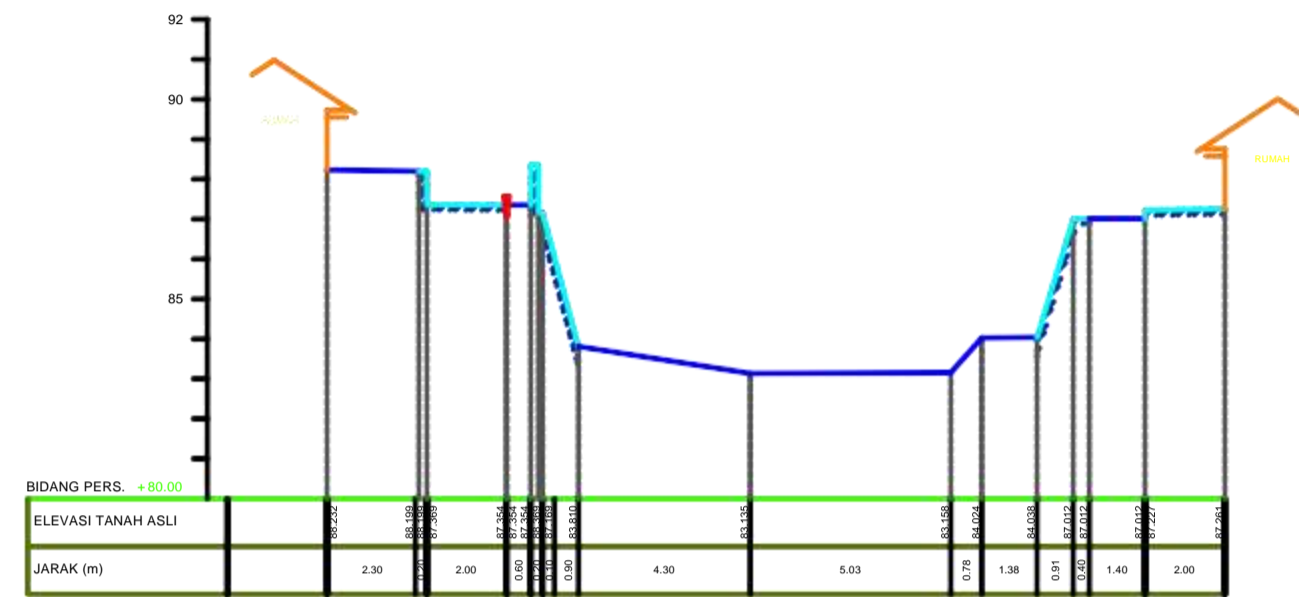
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST

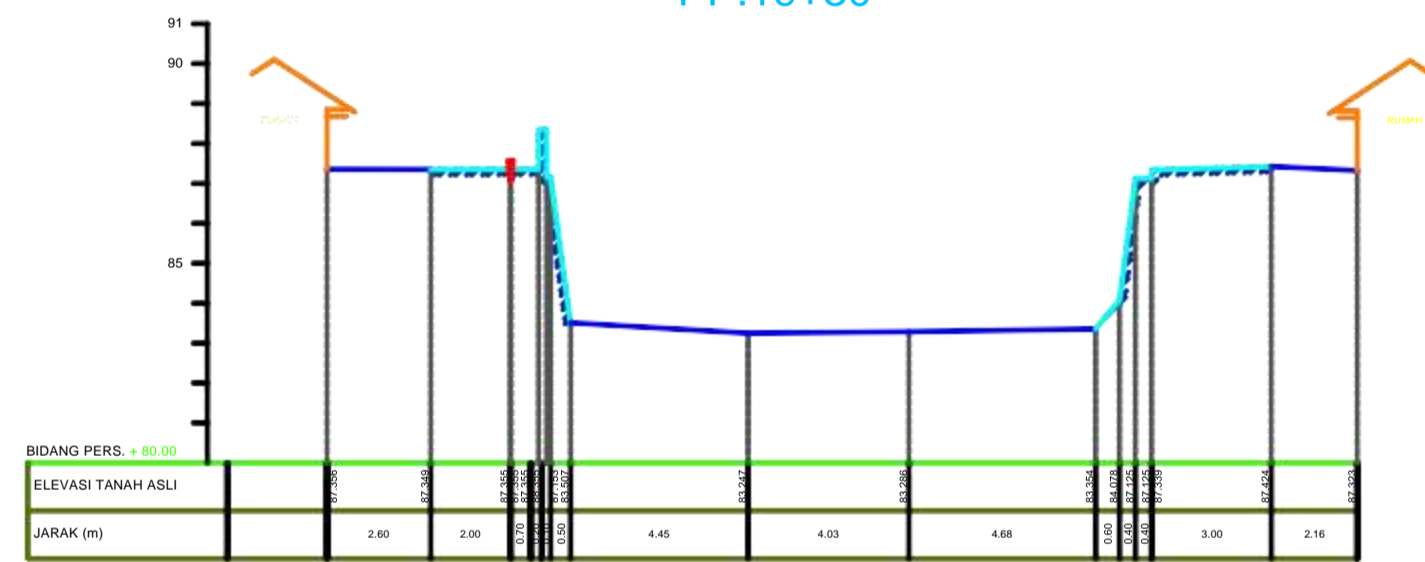
JML GAMBAR No.

83

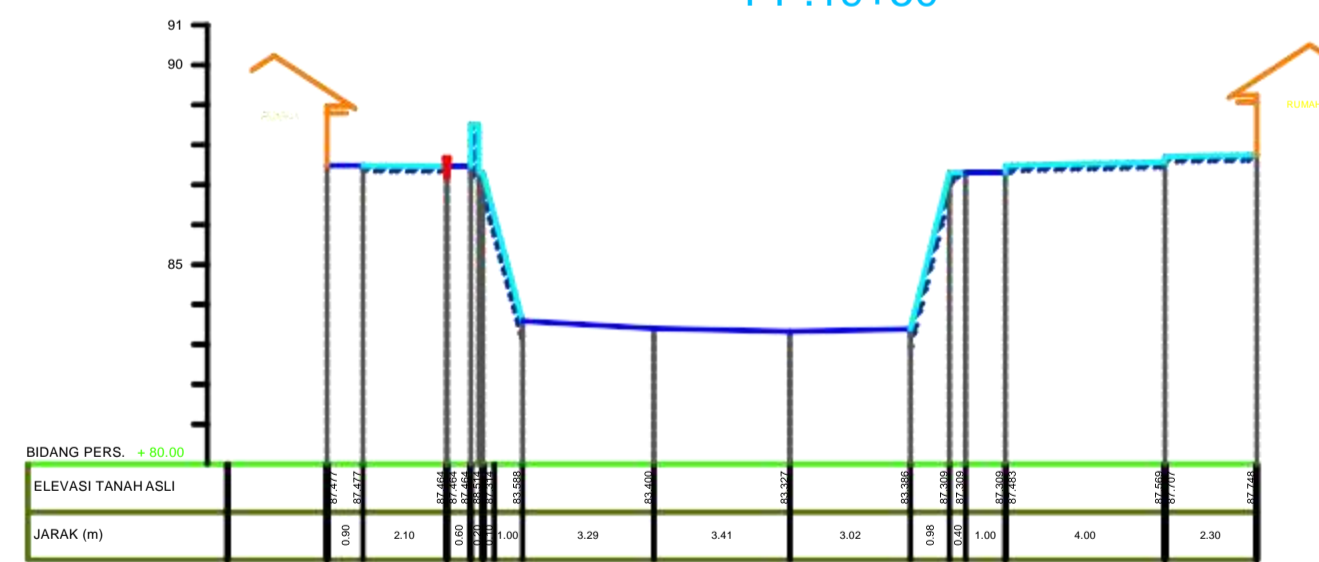
41



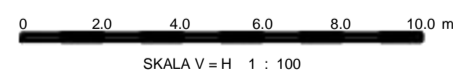
PP.19+30



PP.19+50



PP.19+72





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo - Kabupaten Klaten T. PO BOX 207 Telp. Fax 0271 72644, 72645, 72646, 72647, 72648, 72649, 72650, 72651, 72652

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SUNGAI PEPE

PP.20-PP.21

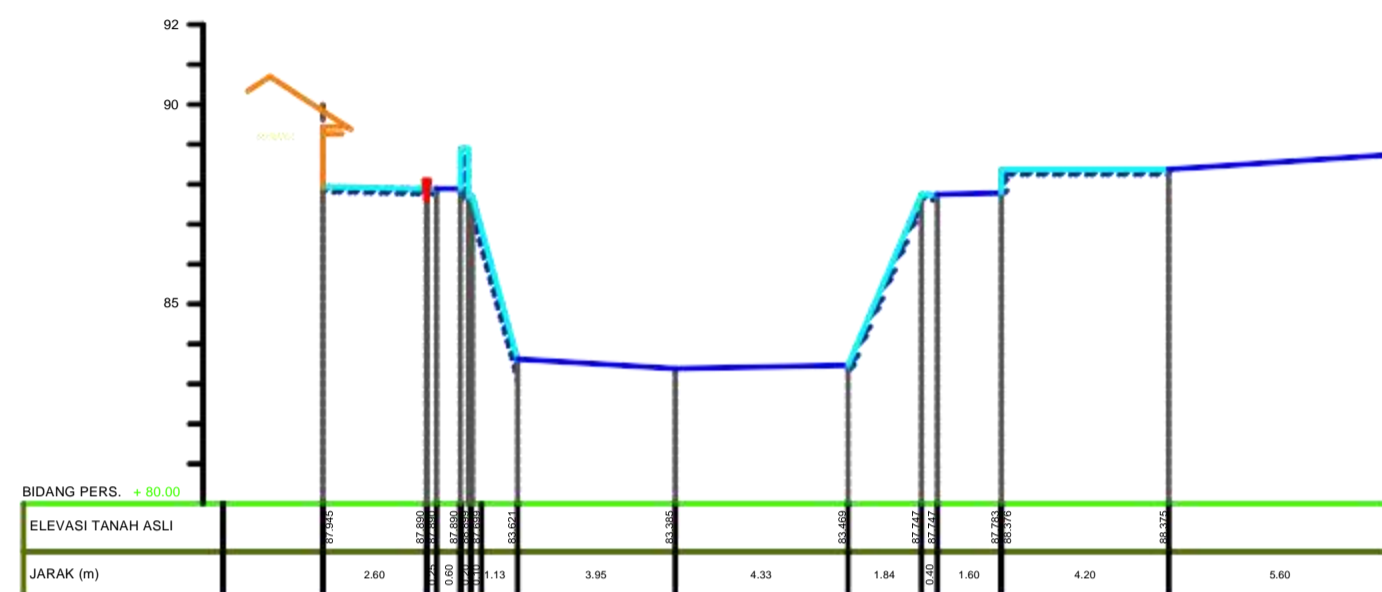
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

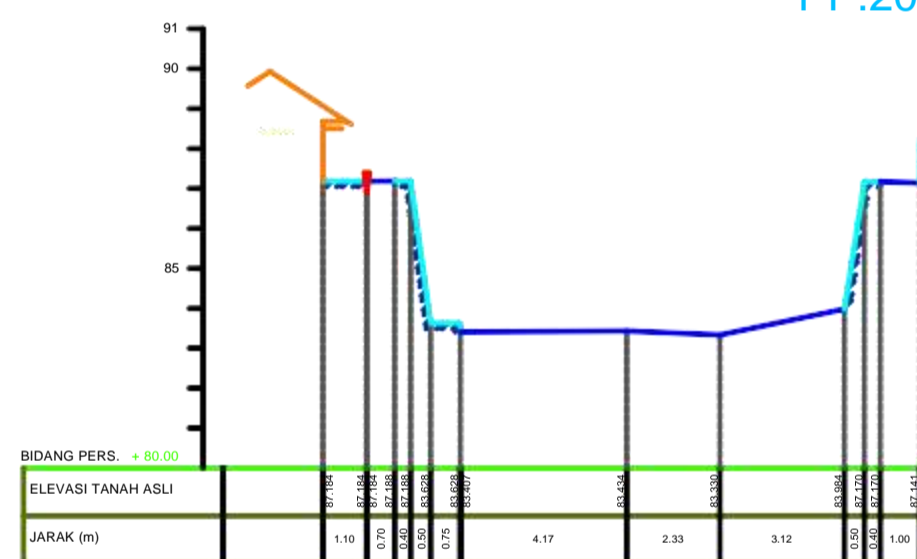
JML GAMBAR No.

83

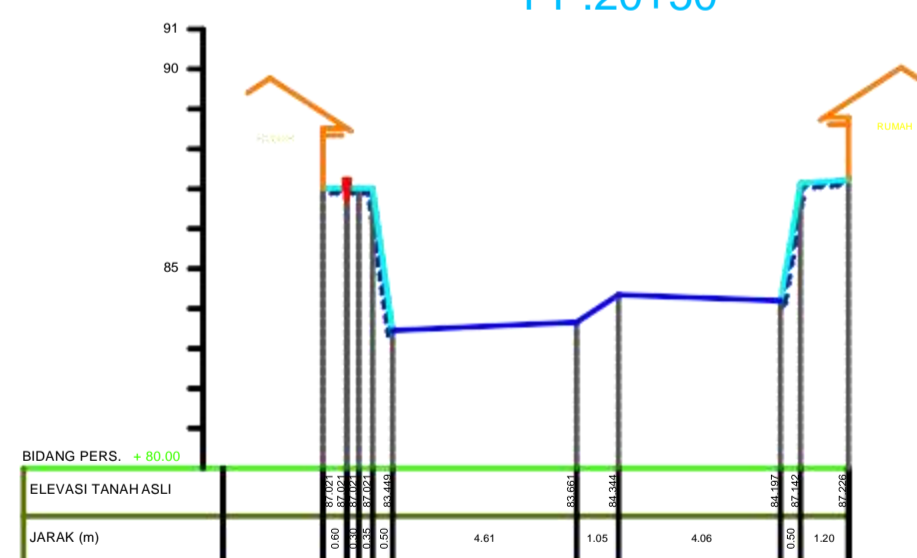
42



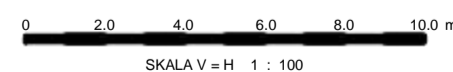
PP.20



PP.20+50



PP.21





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PELJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Sateh Kertosono Km 7, PO BOX 3011, Telp. Fax (0271) 720446, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

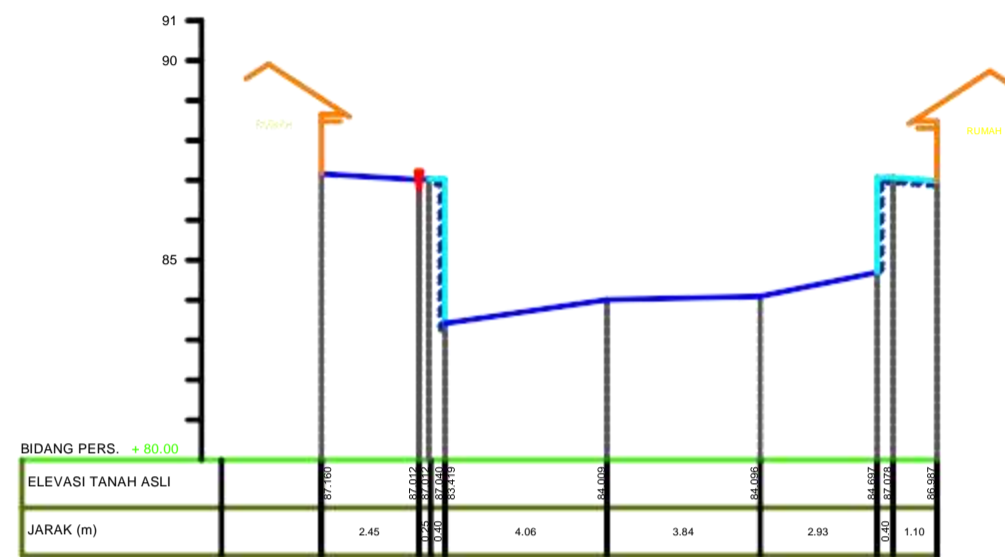
PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE
 PP.21+26-PP.21+60

DIGAMBAR TGL PARAF

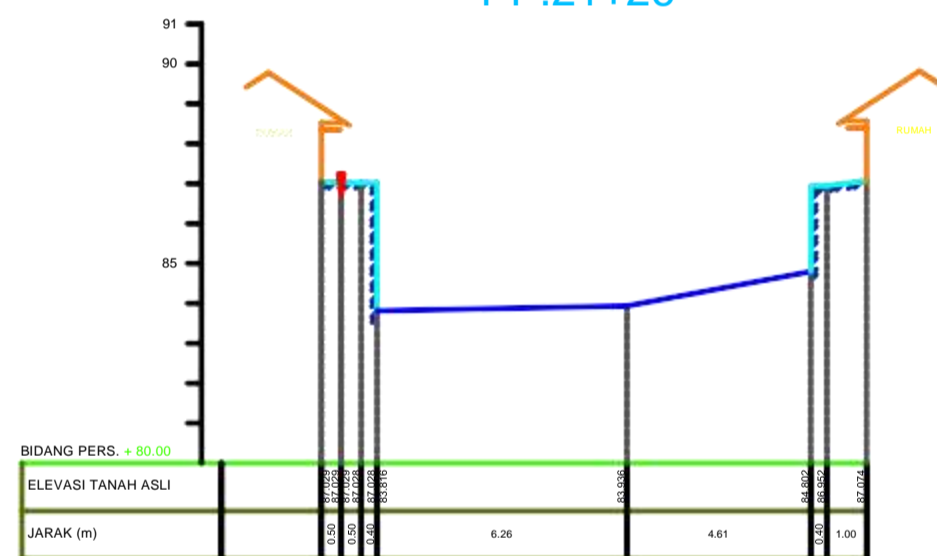
Rais Suwedi, ST *[Signature]*

JML GAMBAR No.

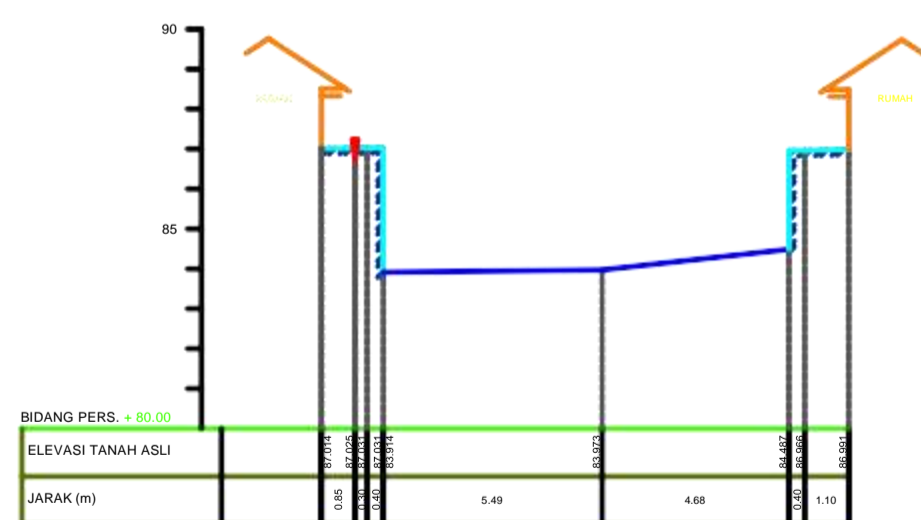
83 43



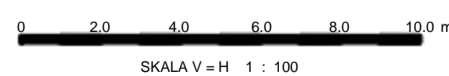
PP.21+26



PP.21+50



PP.21+60





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Selo - Kertosono Km. 7, PO BOX 267, Tels. Fax (0271) 73448, Pabelin, Kertosono, Sukoharjo 57122

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SUNGAI PEPE

PP.22-PP.22+50

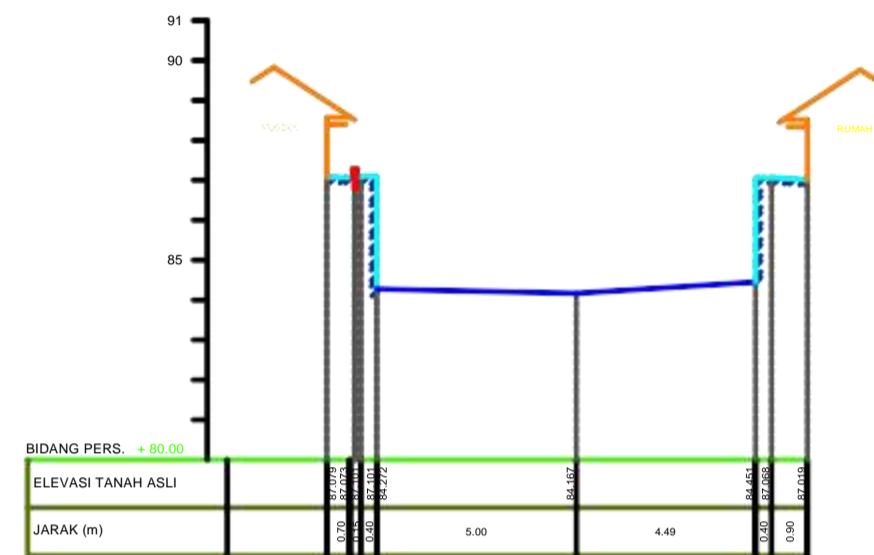
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

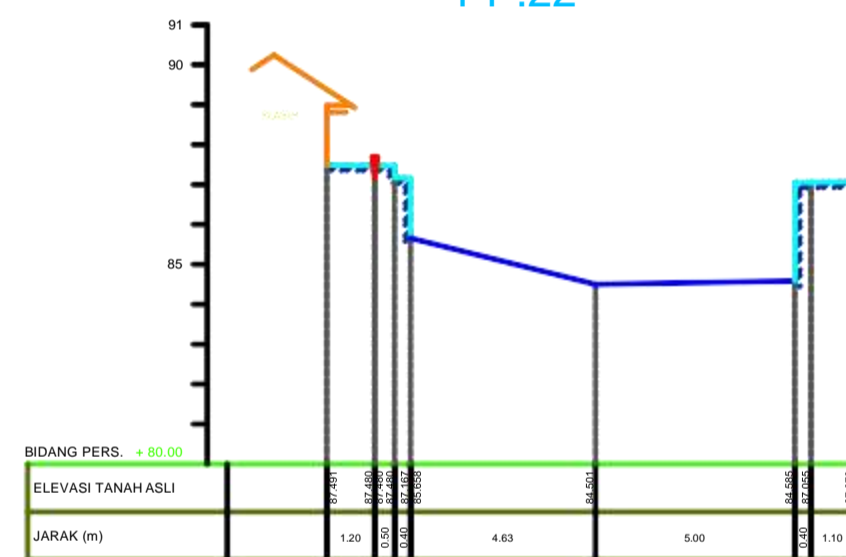
JML GAMBAR No.

83

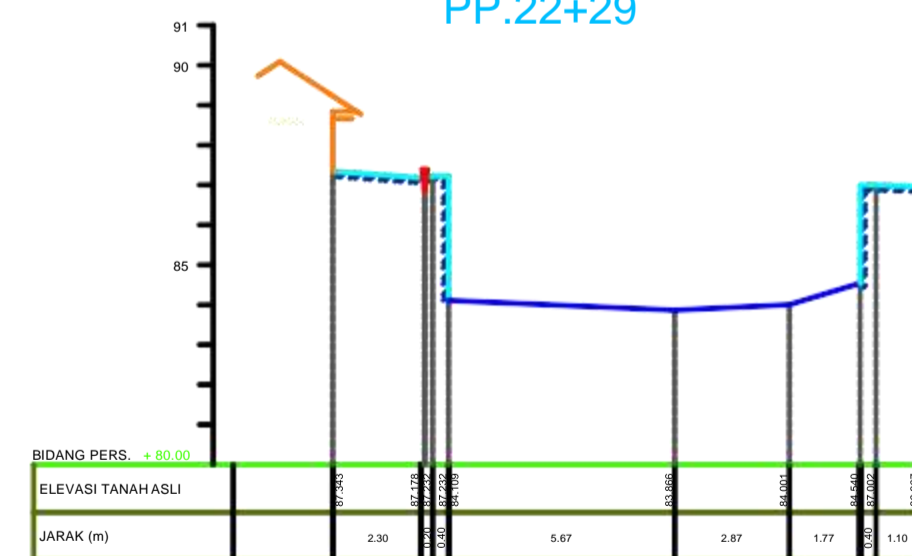
44



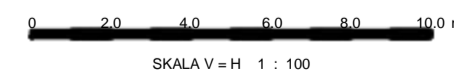
PP.22



PP.22+29



PP.22+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Kertosono Km. 7, PO BOX 207, Telp. Fax (0271) 723443, Pakel, Kabupaten, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM | PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT | *Ilham*

DIREKTUR | PARAF

Ir. Azhari | *Azhari*

DIPERIKSA | PARAF

Ir. Lilik Retno, MA | *Retno*

DISETUJUI | PARAF

Suyono, SST | *Suyono*

CATATAN

GAMBAR

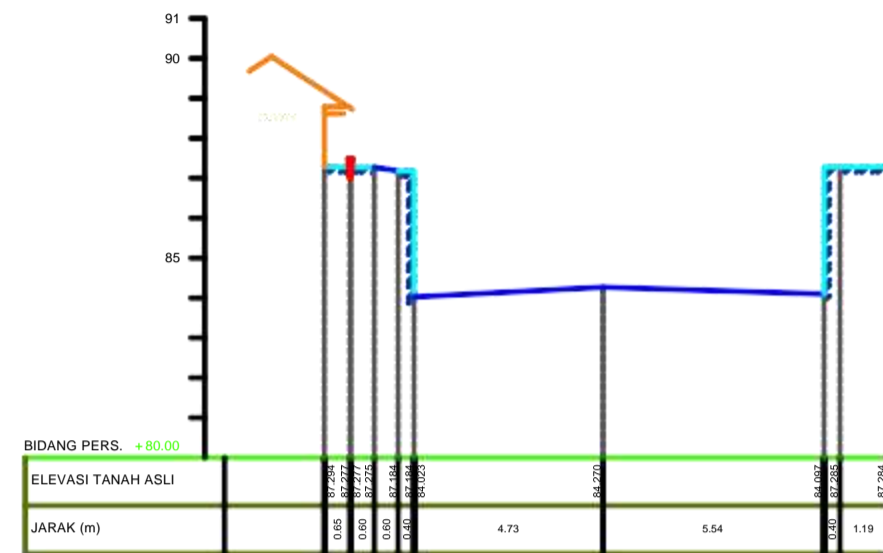
PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE
 PP.23-PP.23+50

DIGAMBAR | TGL | PARAF

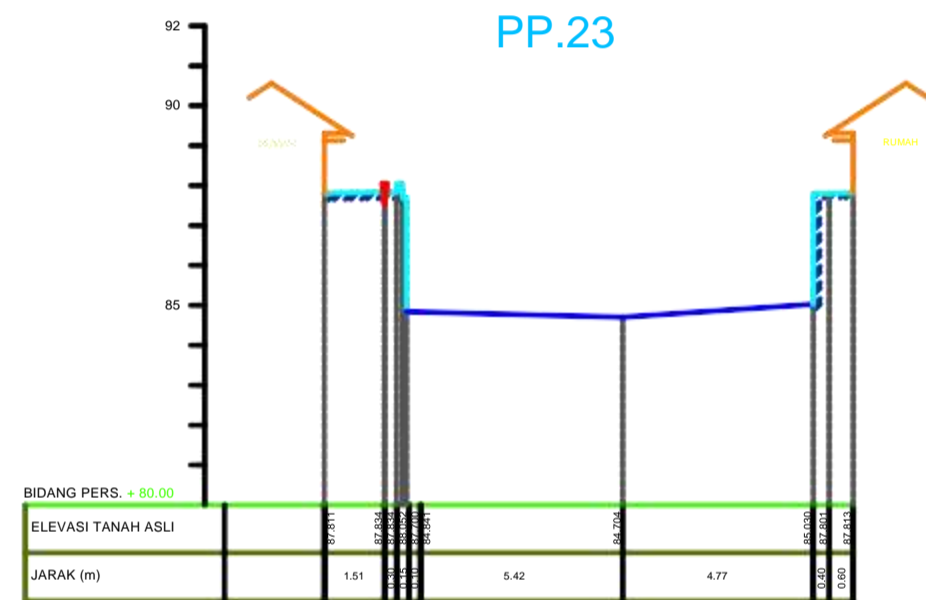
Rais Suwedi, ST | *Rais*

JML GAMBAR | No.

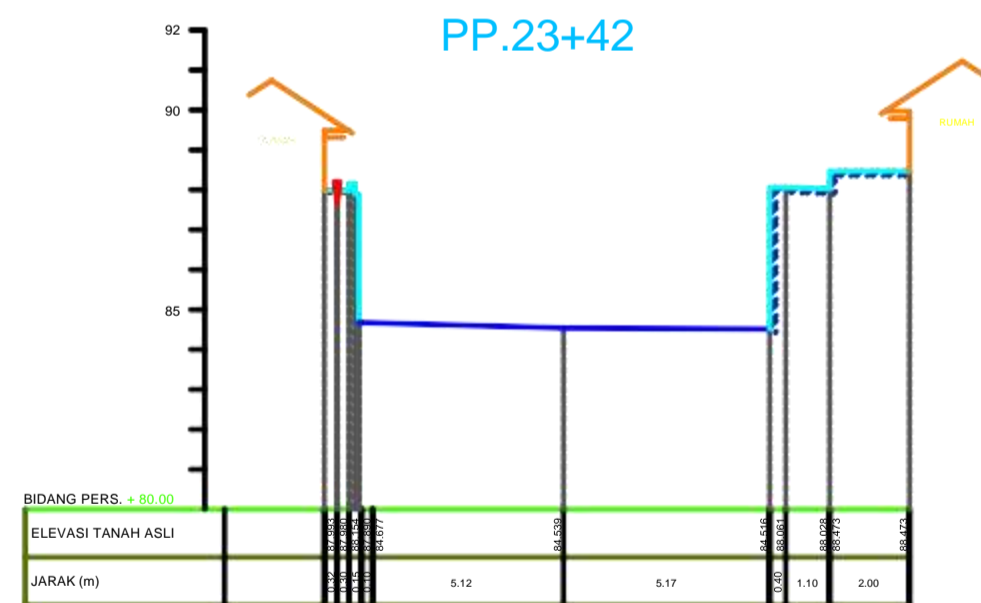
83 | 45



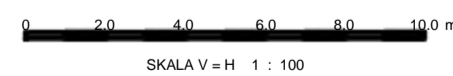
PP.23



PP.23+42



PP.23+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Soko Kertoarjo Km 7, PO BOX 207, Tels. Fax 0271/72648, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

PP.23+63-PP.24

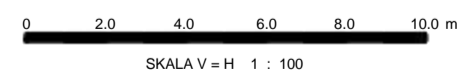
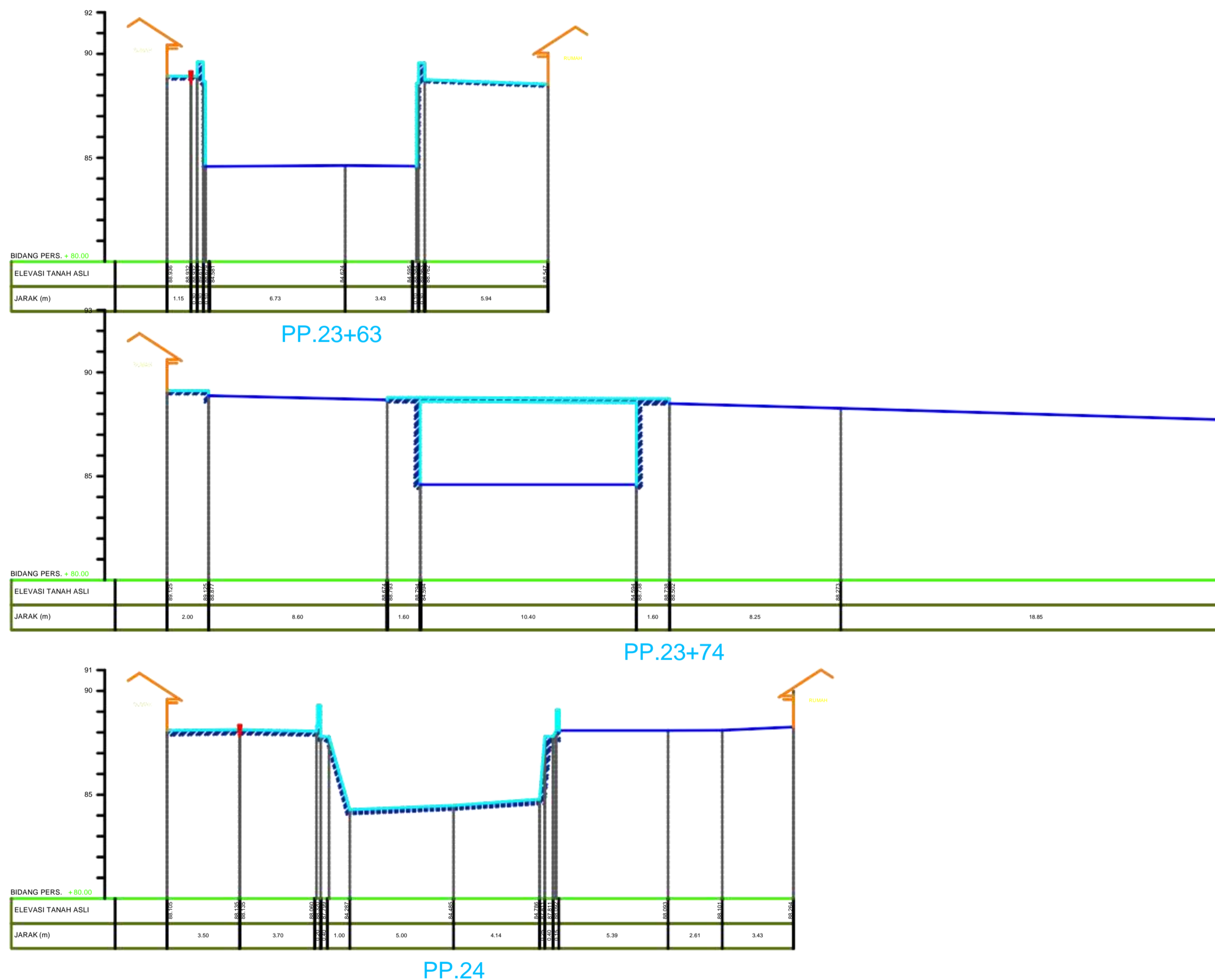
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

JML GAMBAR No.

83

46





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Karanganyar Km 7, PO BOX 207, Telp. Fax (0271) 723448, Pabelan, Karanganyar, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SUNGAI PEPE
PP.24+50-PP.25+50

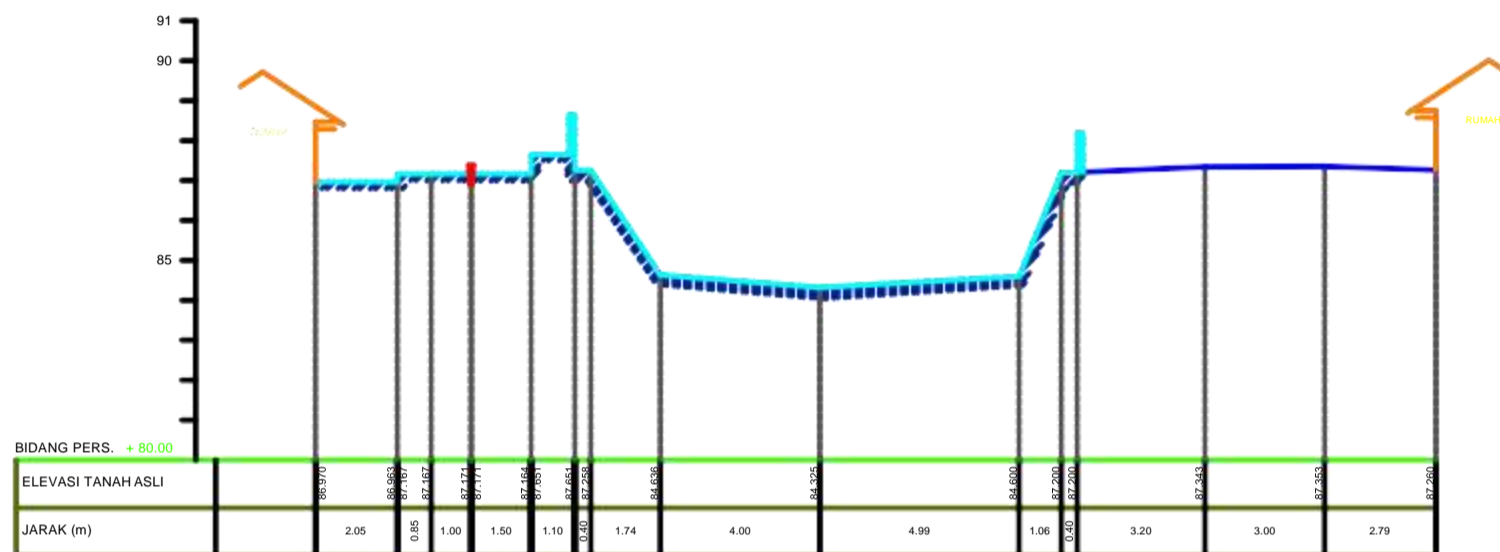
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

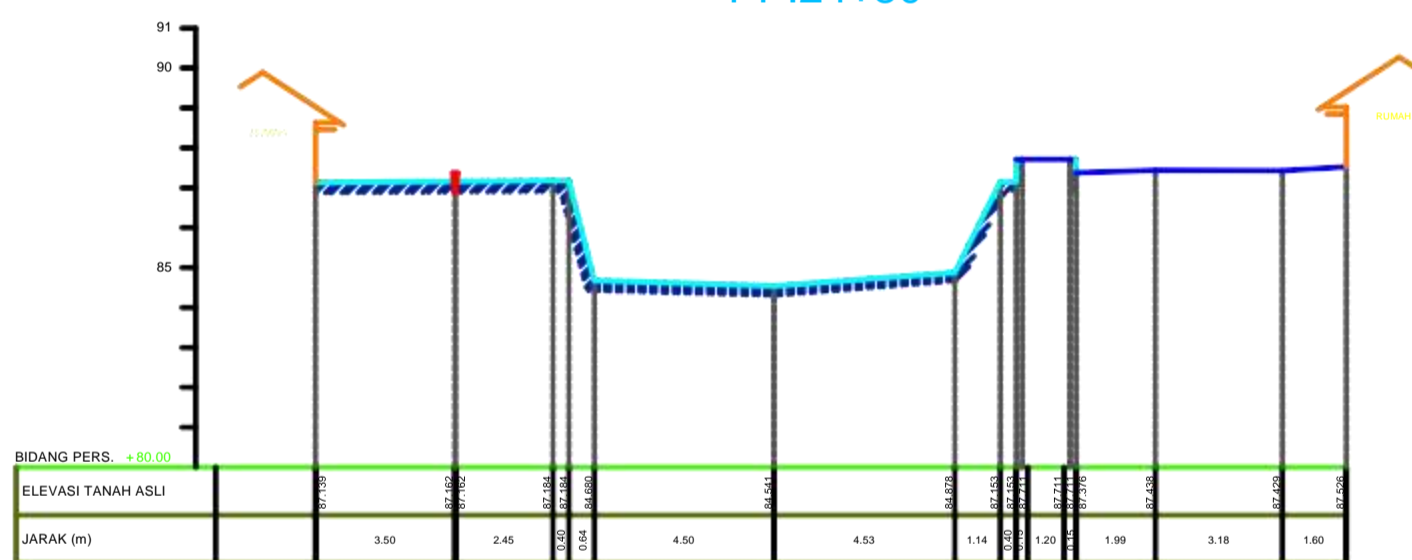
JML GAMBAR No.

83

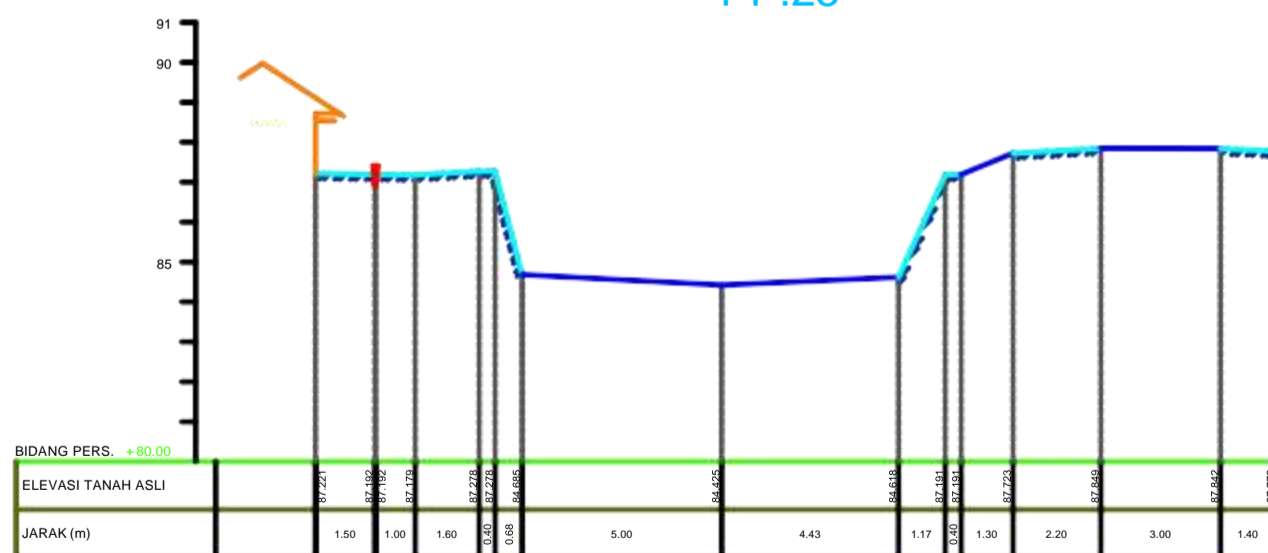
47



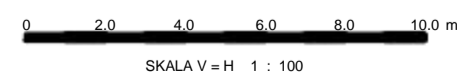
PP.24+50



PP.25



PP.25+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Selir, Kembaran Km 7, PO BOX 207, Telp. Faks 02711 70448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57142

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE
 PP.26-PP.26+50

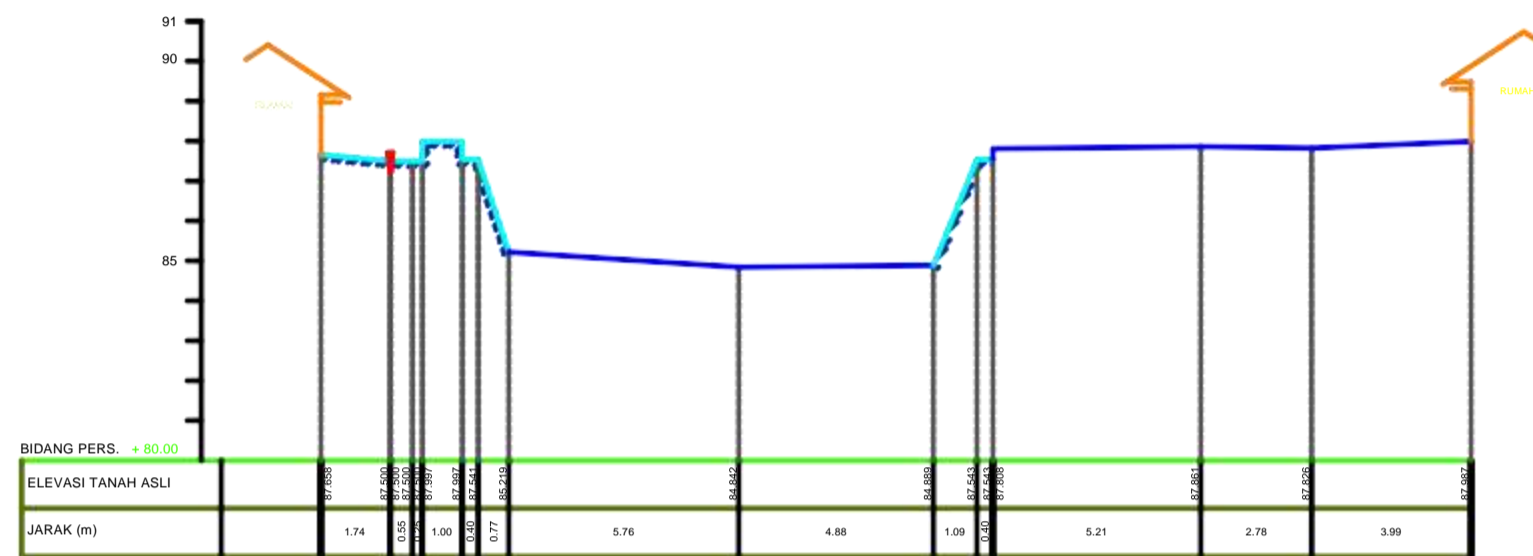
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, S *[Signature]*

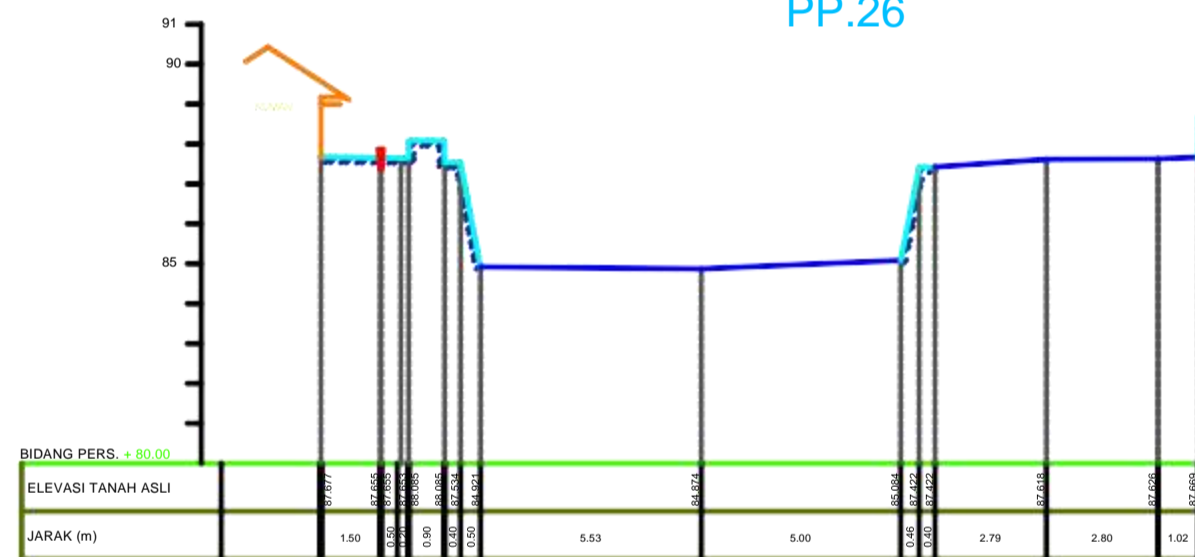
JML GAMBAR No.

83

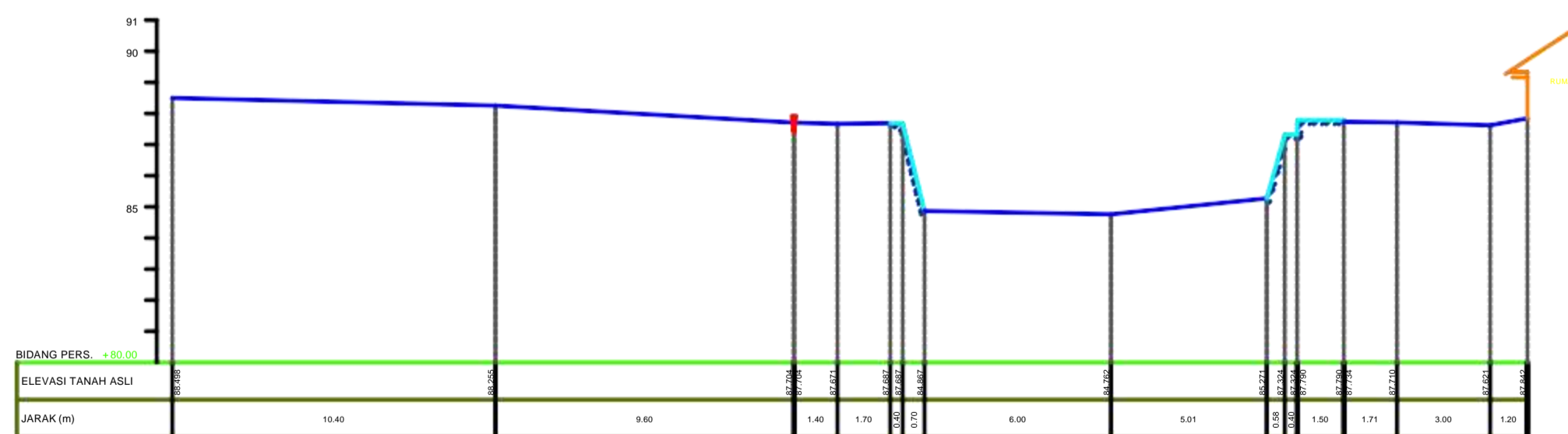
48



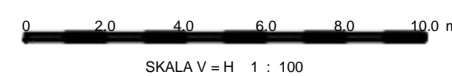
PP.26



PP.26+20



PP.26+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Selir - Komodora Km.7, PO BOX 387, Telp. Fax (0271) 72448, Pakel, Kediri, Sulawesi 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SUNGAI PEPE

PP.27-PP.28

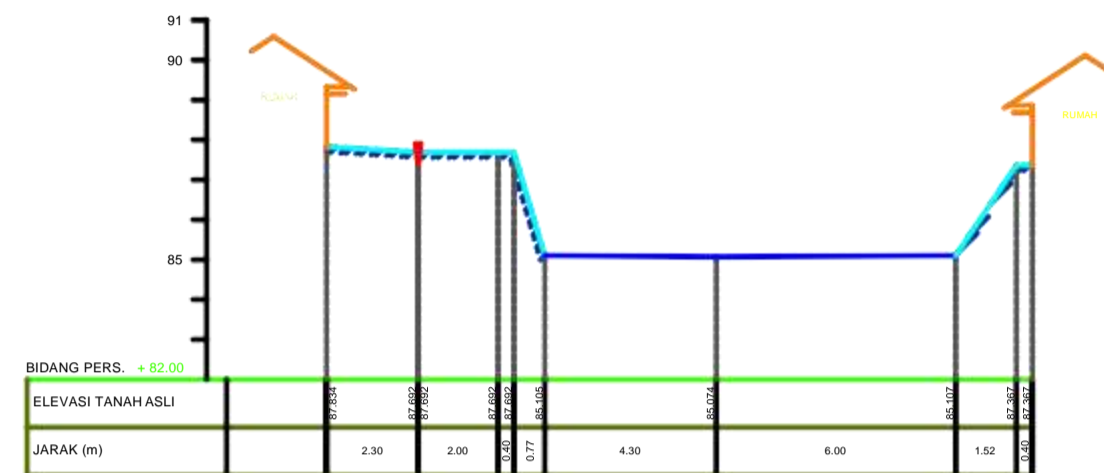
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

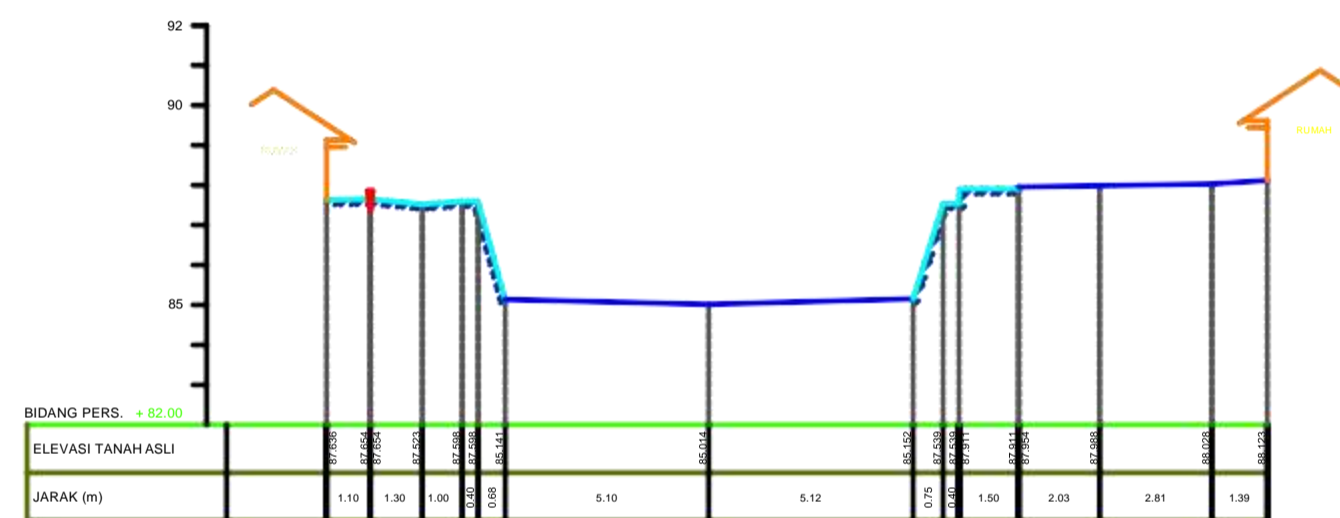
JML GAMBAR No.

83

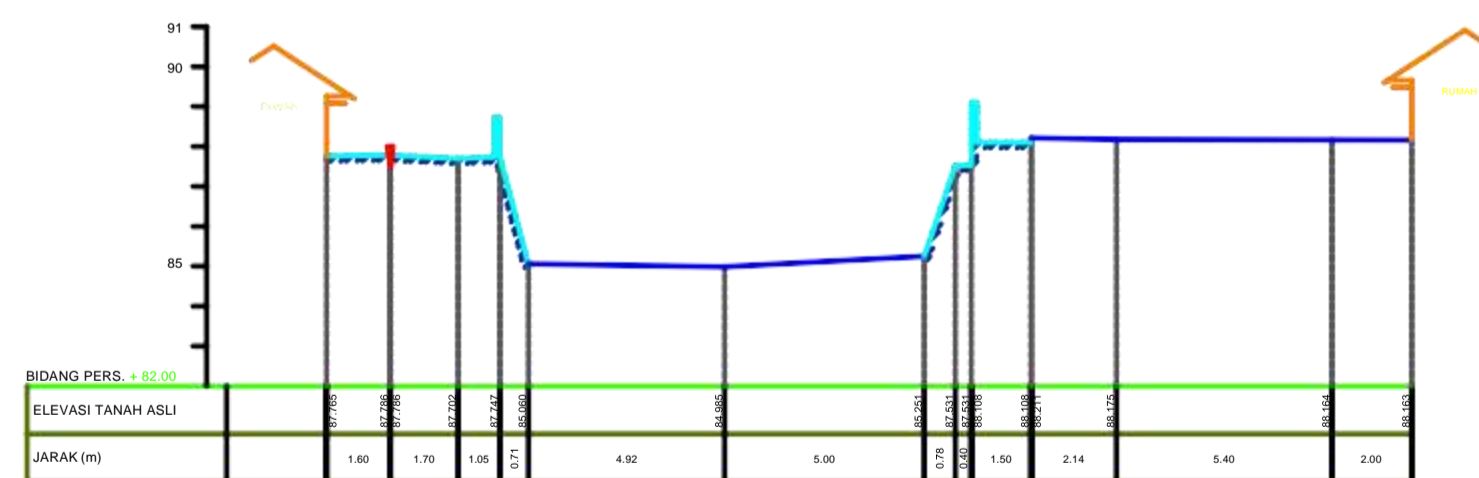
49



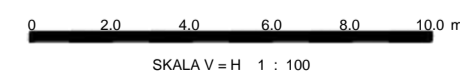
PP.27



PP.27+50



PP.28





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PELAJAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

PP.28+50-PP.29

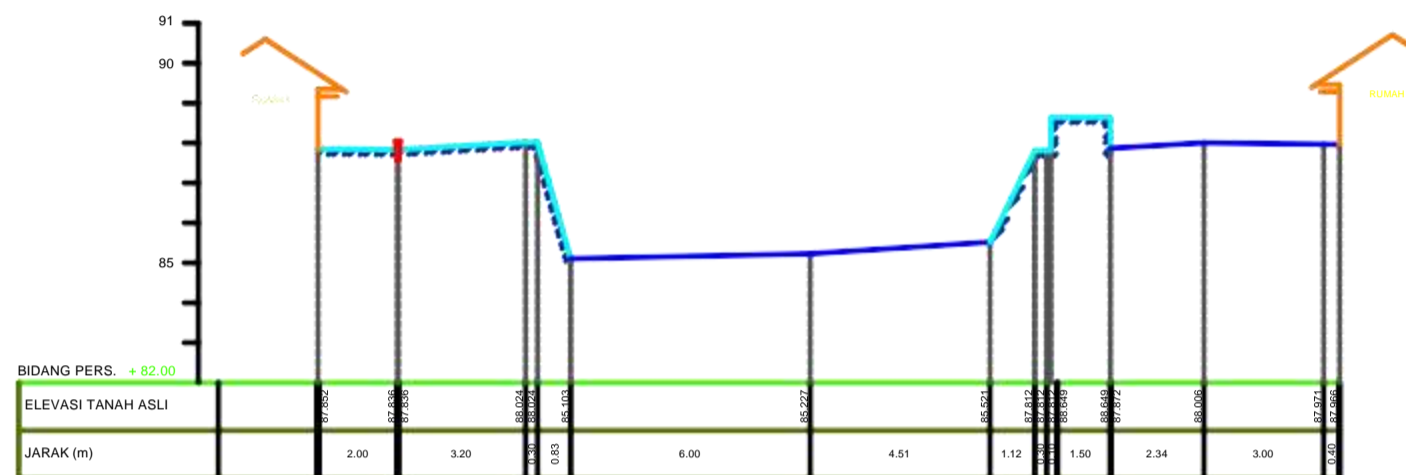
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

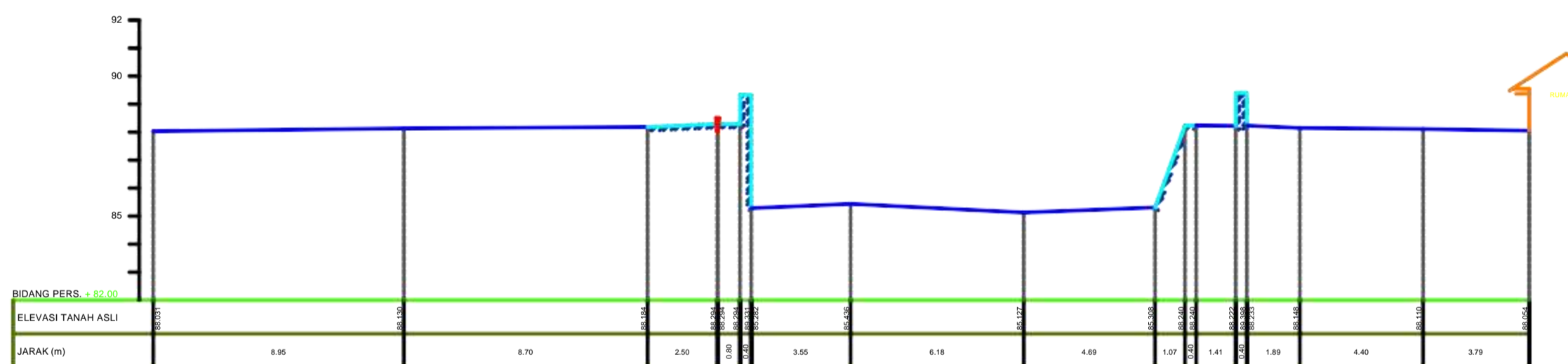
JML GAMBAR No.

83

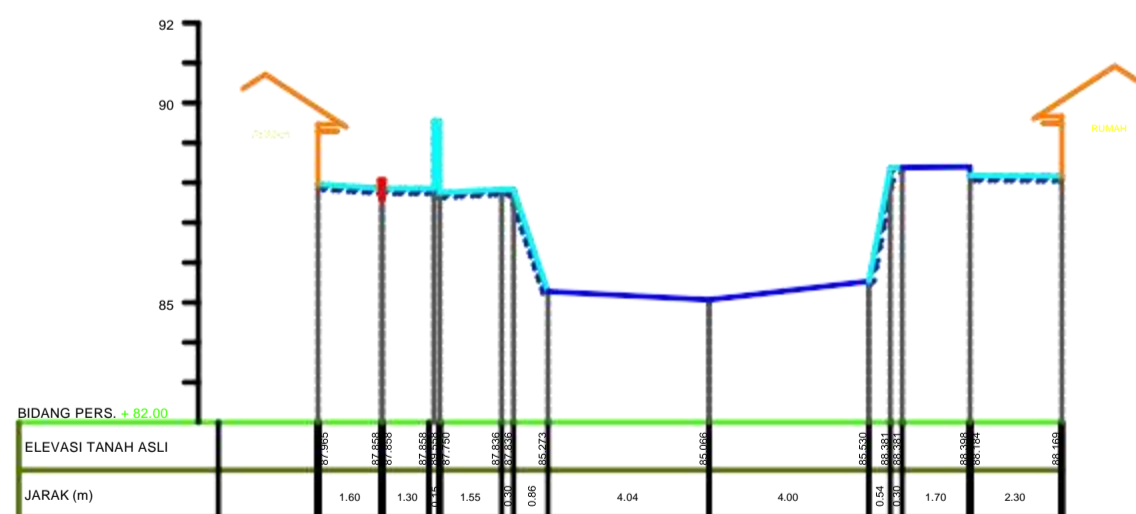
50



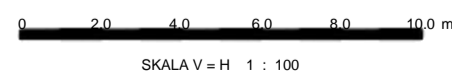
PP.28+50



PP.28+73



PP.29





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Klaten Km. 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 72448, Ponsel: Klaten 57142

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *Ilham*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *Azhari*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *Lilik*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *Suyono*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SUNGAI PEPE

PP.29+50-PP.30+50

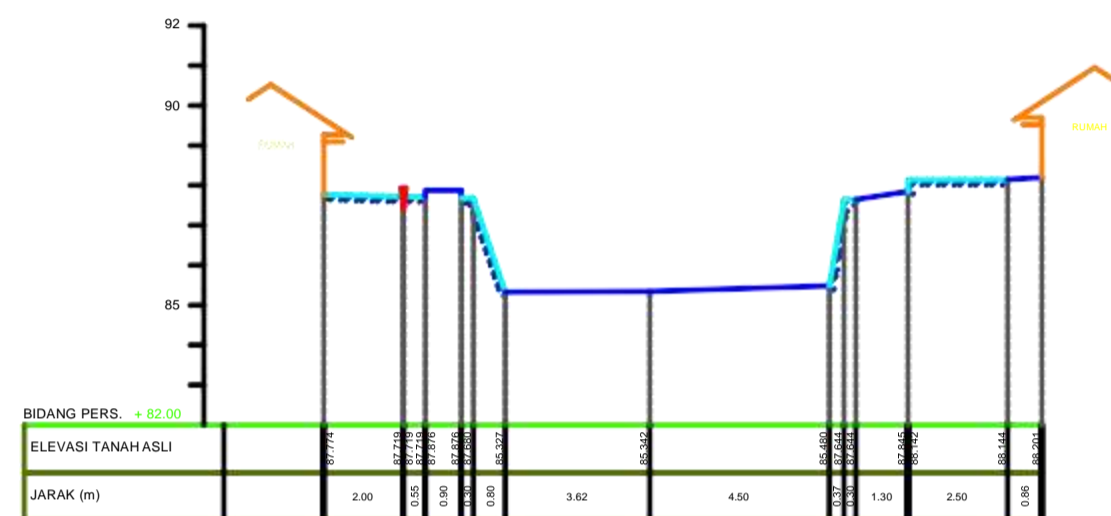
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *Rais*

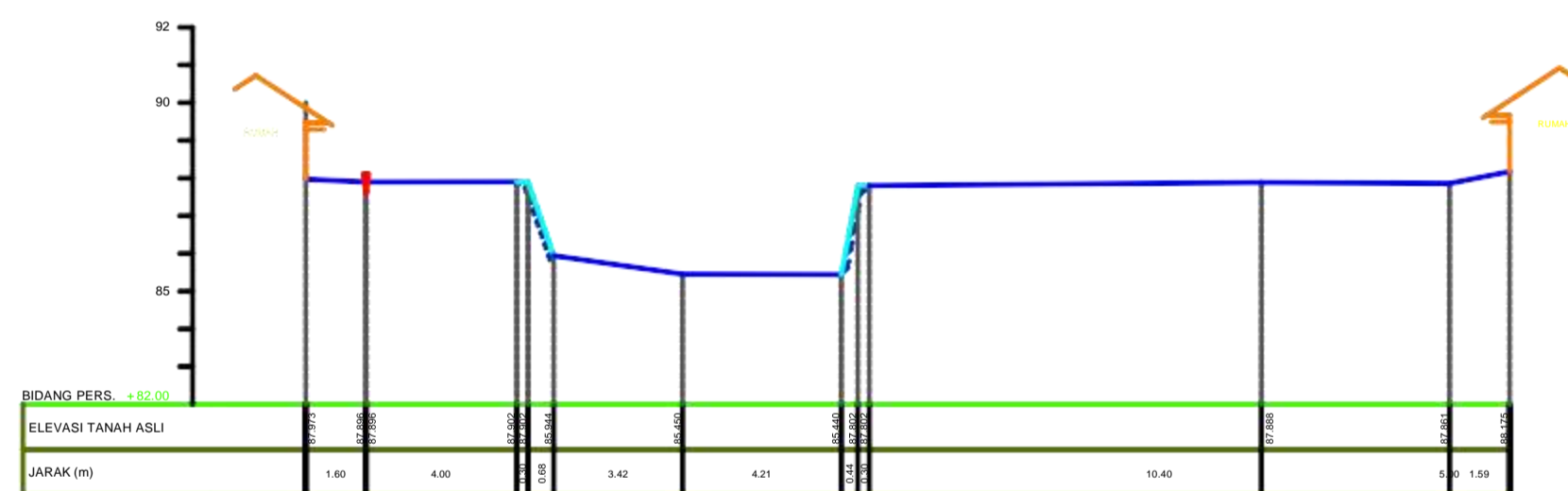
JML GAMBAR No.

83

51



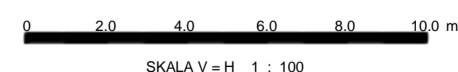
PP.29+50



PP.30



PP.30+25





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Kertosono Km 7, PO BOX 207, Tolo, Fax (0271) 730446, Pabelan, Klaten, Sukoharjo 57142

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

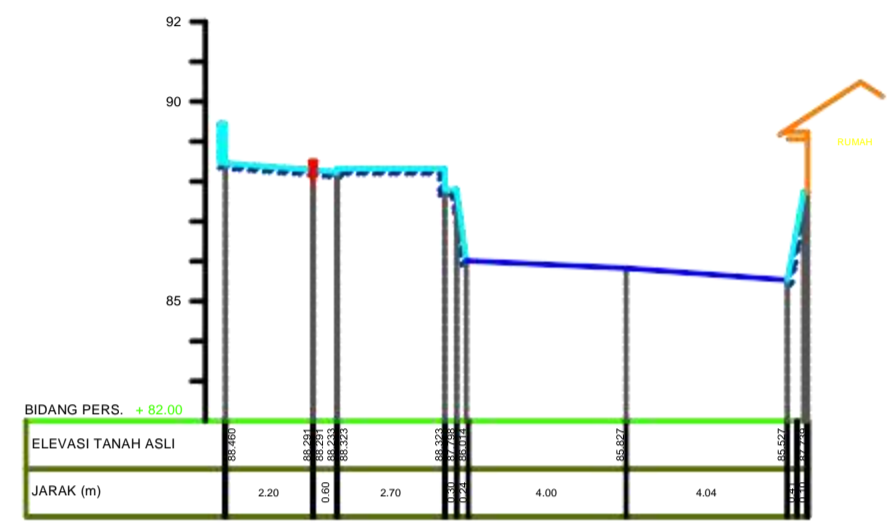
Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>Ilham</i>
DIREKTUR	PARAF
Ir. Azhari	<i>Azhari</i>
DIPERIKSA	PARAF
Ir. Lilik Retno, MA	<i>Retno</i>
DISETUJUI	PARAF
Suyono, SST	<i>Suyono</i>

CATATAN

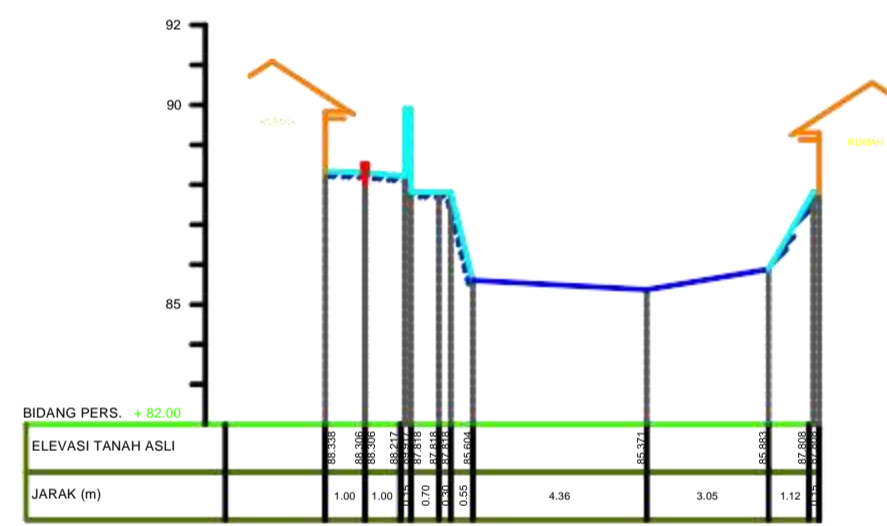
GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SUNGAI PEPE
PP.30+50-PP.31+50

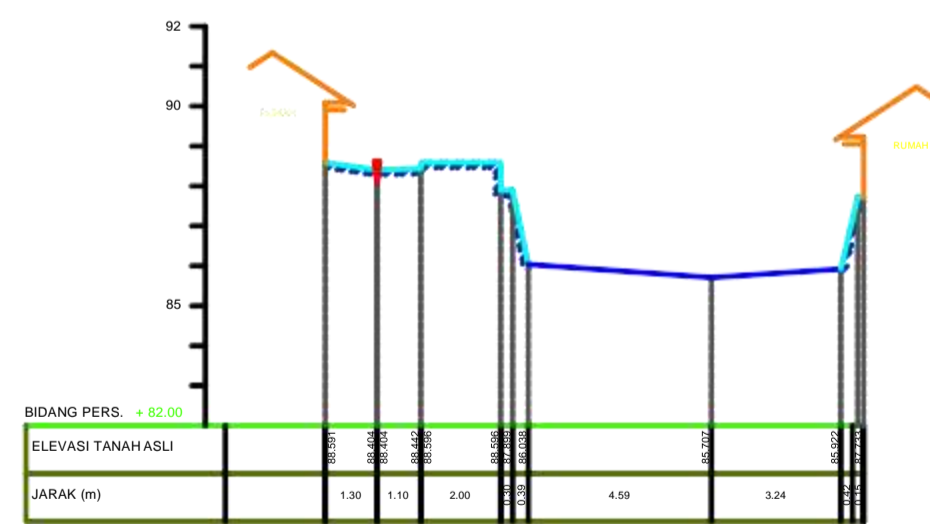
DIGAMBAR	TGL	PARAF
Rais Suwedi, ST		<i>Rais</i>
JML GAMBAR	No.	
83	52	



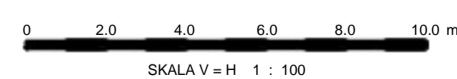
PP.30+50



PP.31



PP.31+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Karanganyar Km. 7, PO BOX 207, Telp. Fax (0271) 724168, Pabelan, Karanganyar, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
DIREKTUR	PARAF
Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
DIPERIKSA	PARAF
Ir. Lilik Retno ,MA	<i>[Signature]</i>
DISETUJUI	PARAF
Suyono, SST	<i>[Signature]</i>

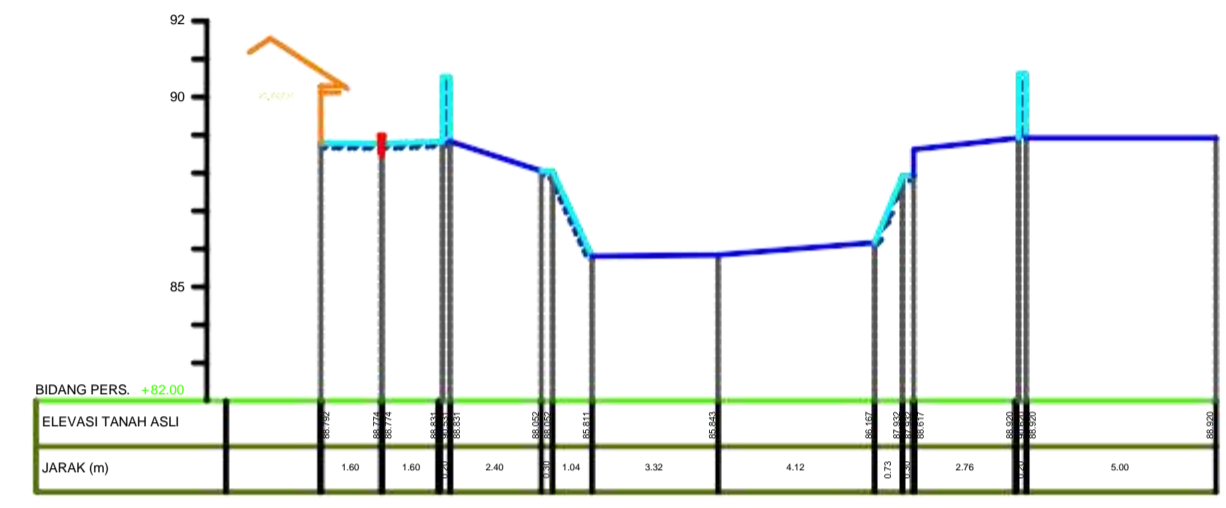
CATATAN

GAMBAR

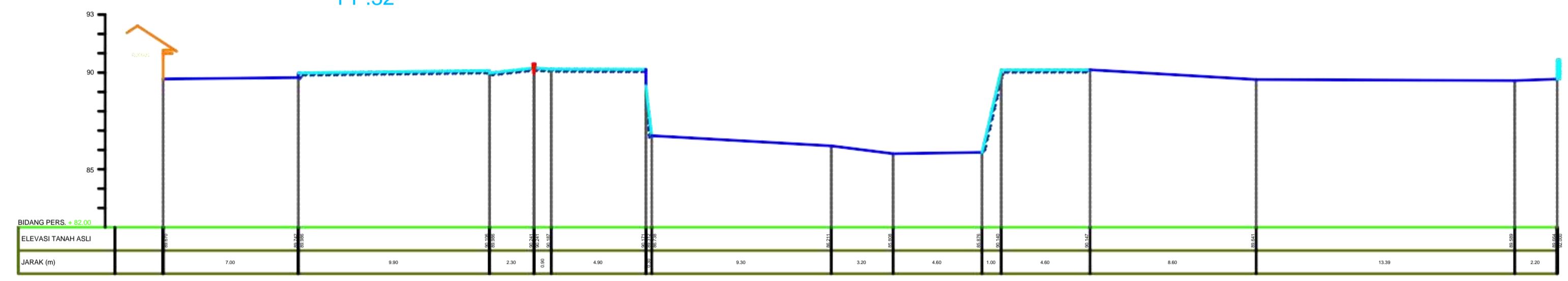
PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE
PP.32-PP.32+50

DIGAMBAR	TGL	PARAF
Rais Suwedi, ST		<i>[Signature]</i>

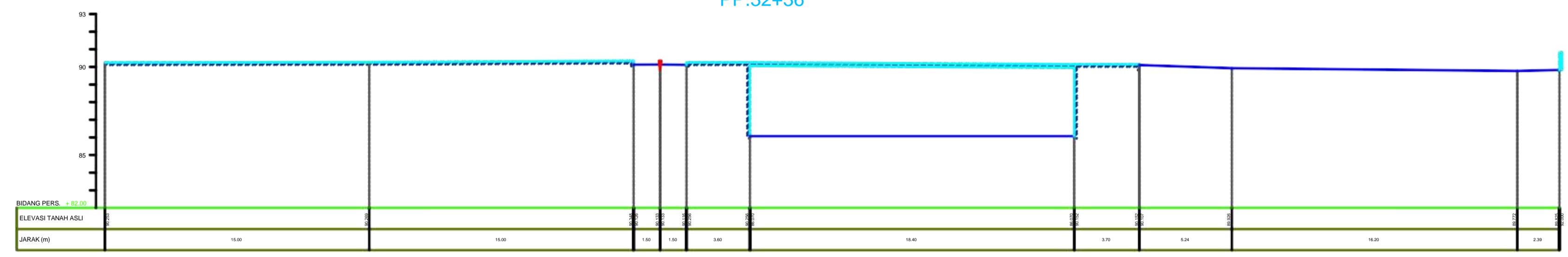
JML GAMBAR	No.
83	53



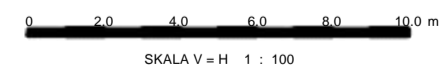
PP.32



PP.32+36



PP.32+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PELABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

PP.32+75-PP.33+50

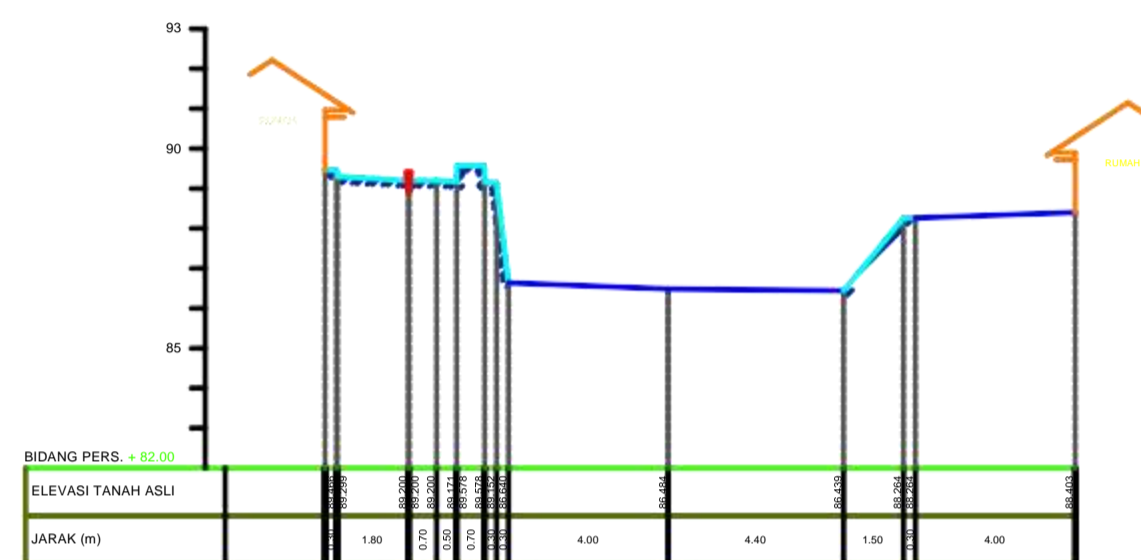
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

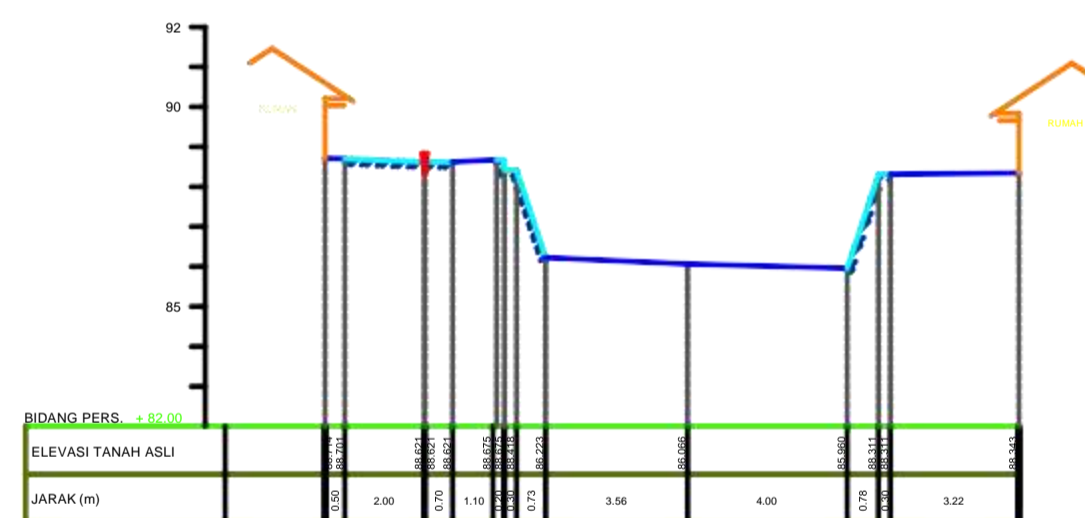
JML GAMBAR No.

83

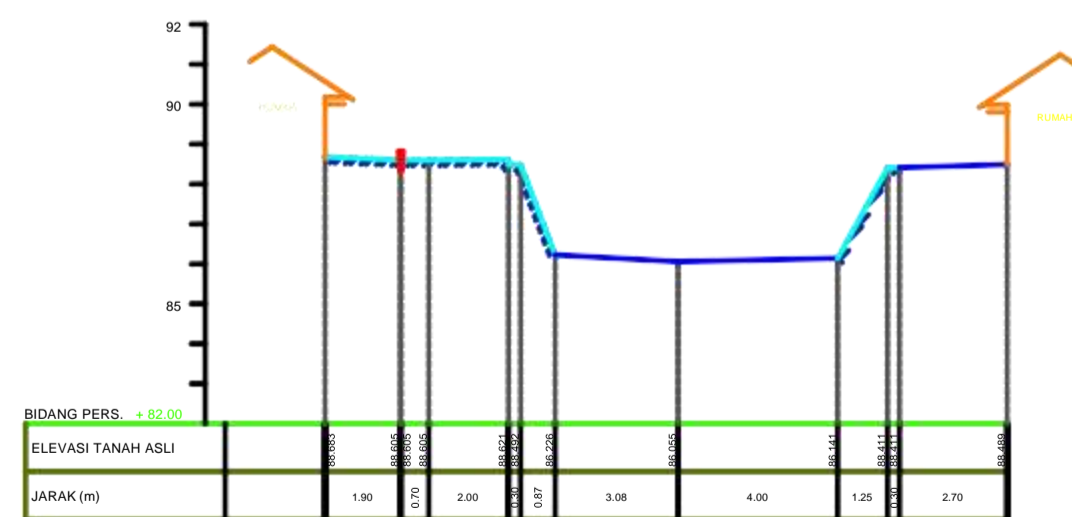
54



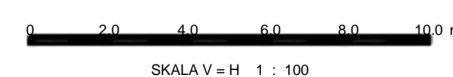
PP.32+75



PP.33



PP.33+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kertosura Km. 7, PO BOX 207, Telp. Fax (0271) 733448, Pabelan, Kertosura, Sukoharjo 57142

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE
 PP.33+75-PP.34+16

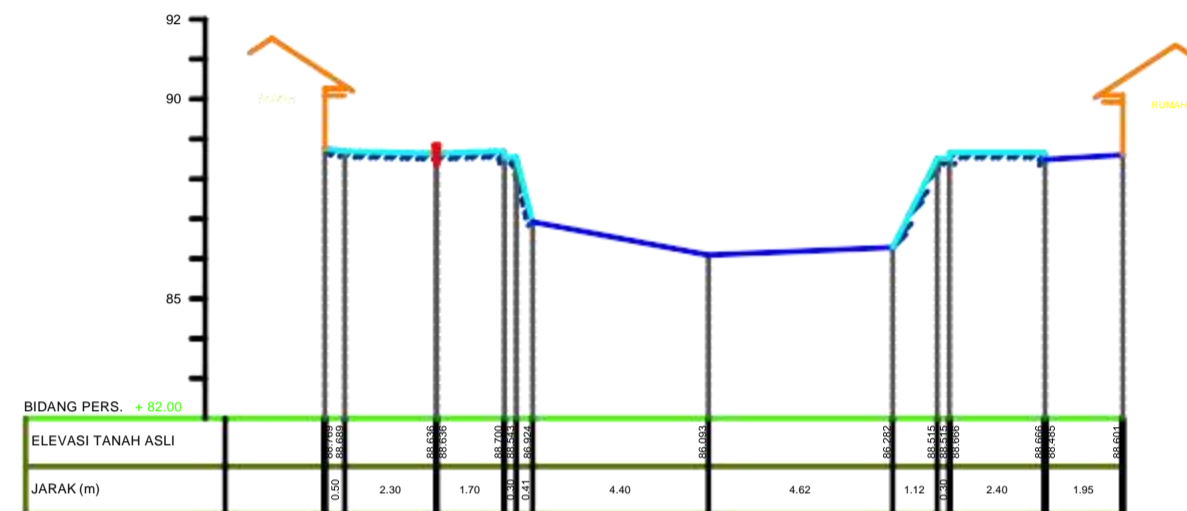
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

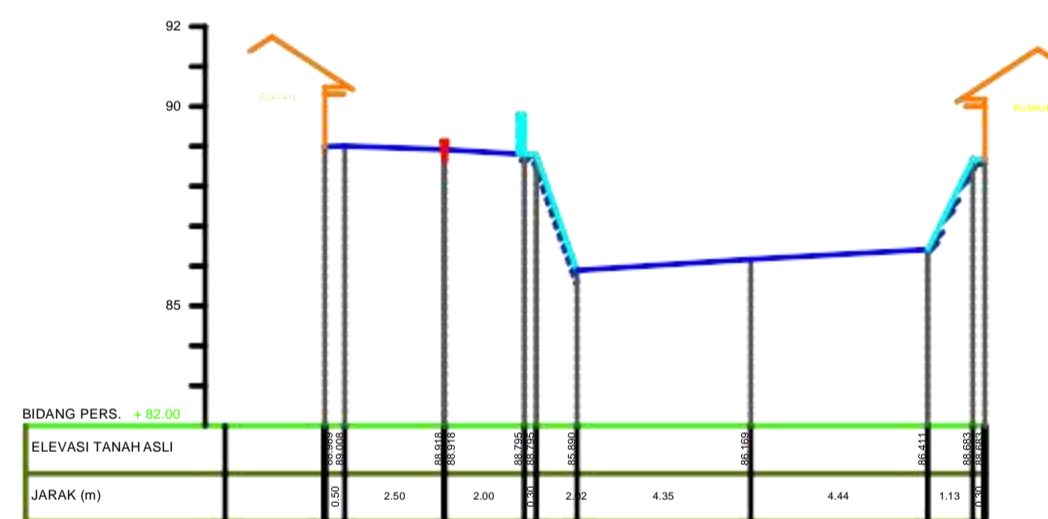
JML GAMBAR No.

83

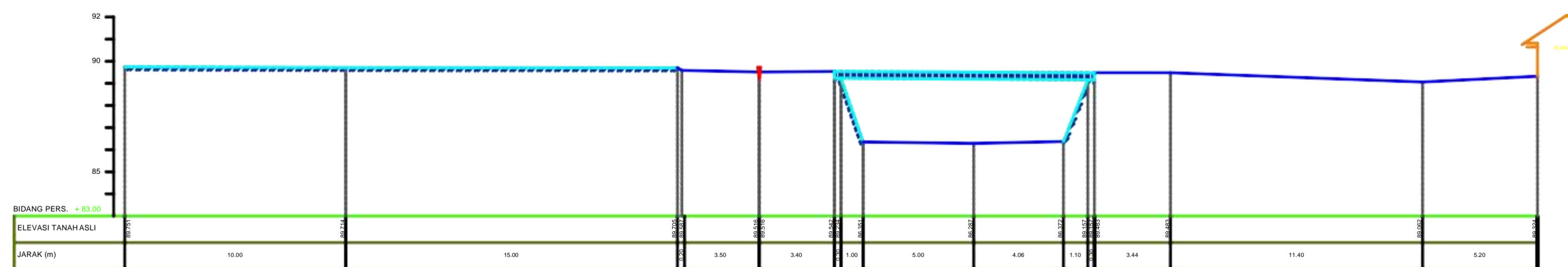
55



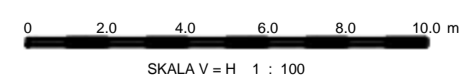
PP.33+75



PP.34



PP.34+16





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PELAJAT PEMBAT KONTIMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Karangasari Km. 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelan, Karangasari, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *Bony*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *Az*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *Rels*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *Suyono*

CATATAN

GAMBAR

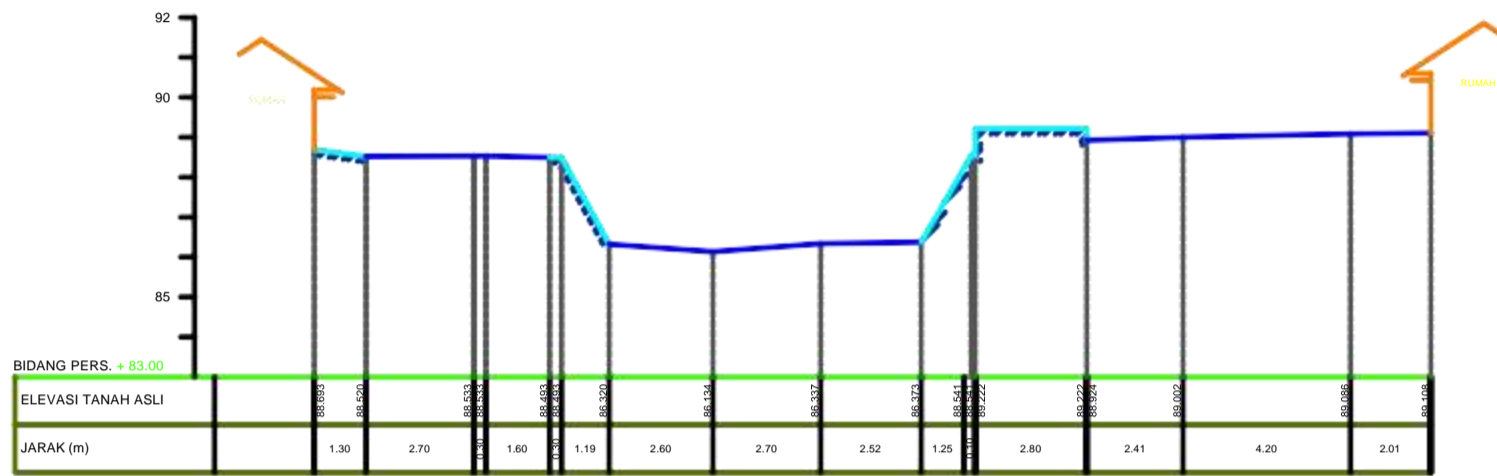
PENAMPANG MELINTANG
SUNGAI PEPE
PP.34+50-PP.35+40

DIGAMBAR TGL PARAF

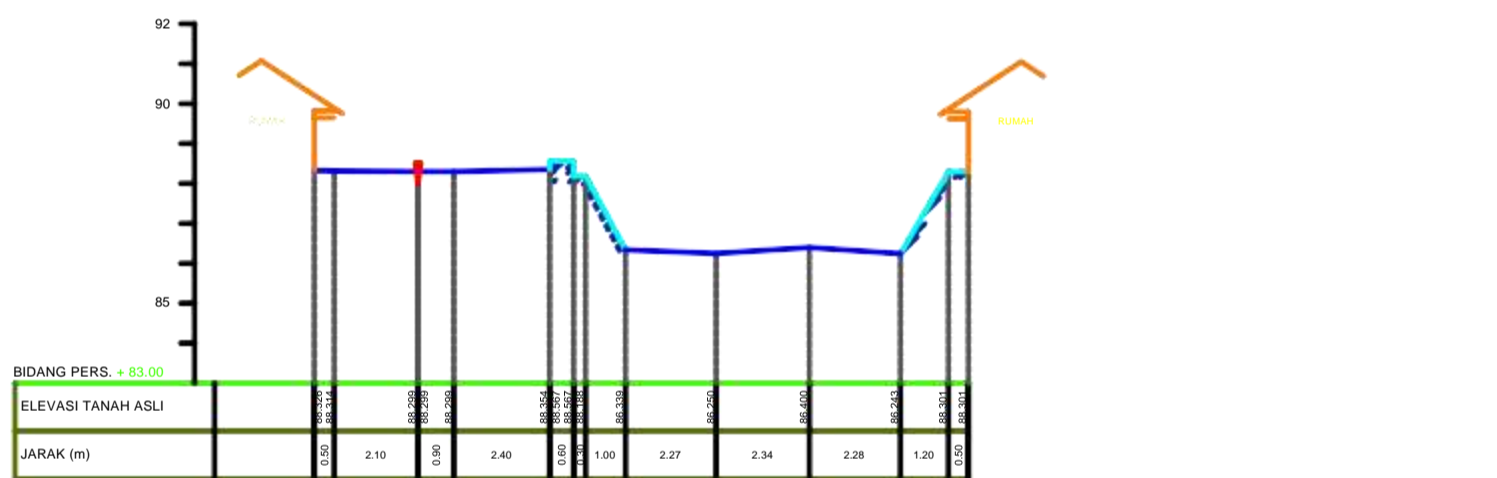
Rais Suwedi, ST *RS*

JML GAMBAR No.

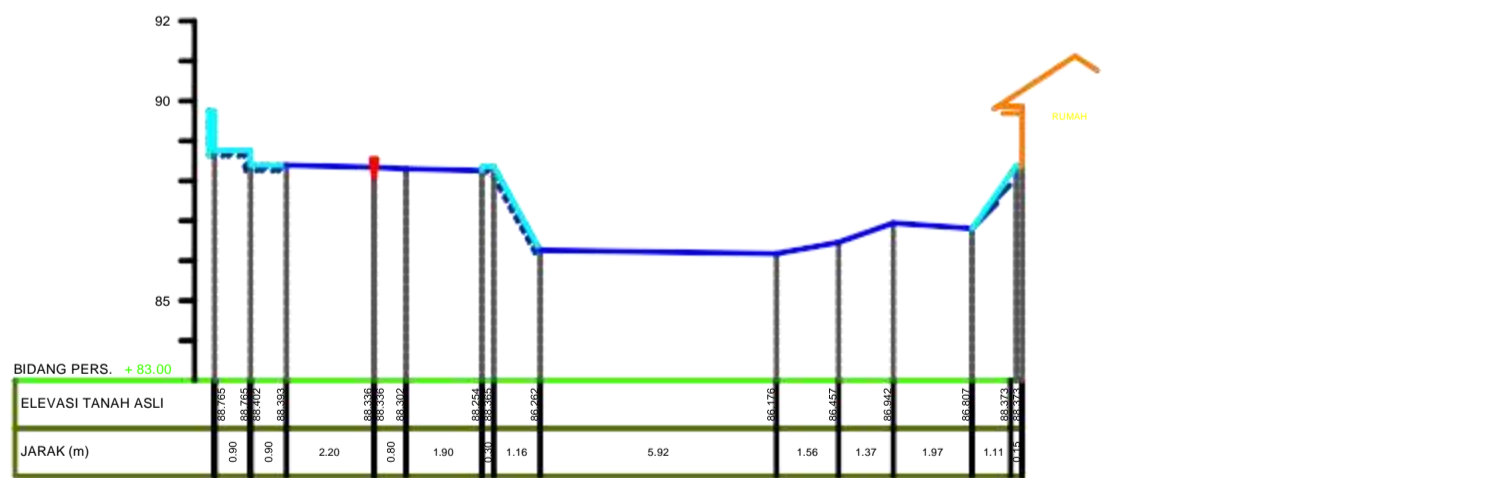
83 56



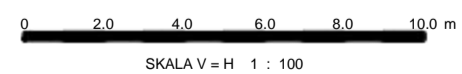
PP.34+50



PP.35



PP.35+40





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBIYAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km. 7, PO BOX 287, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

PP.35+50-PP.36

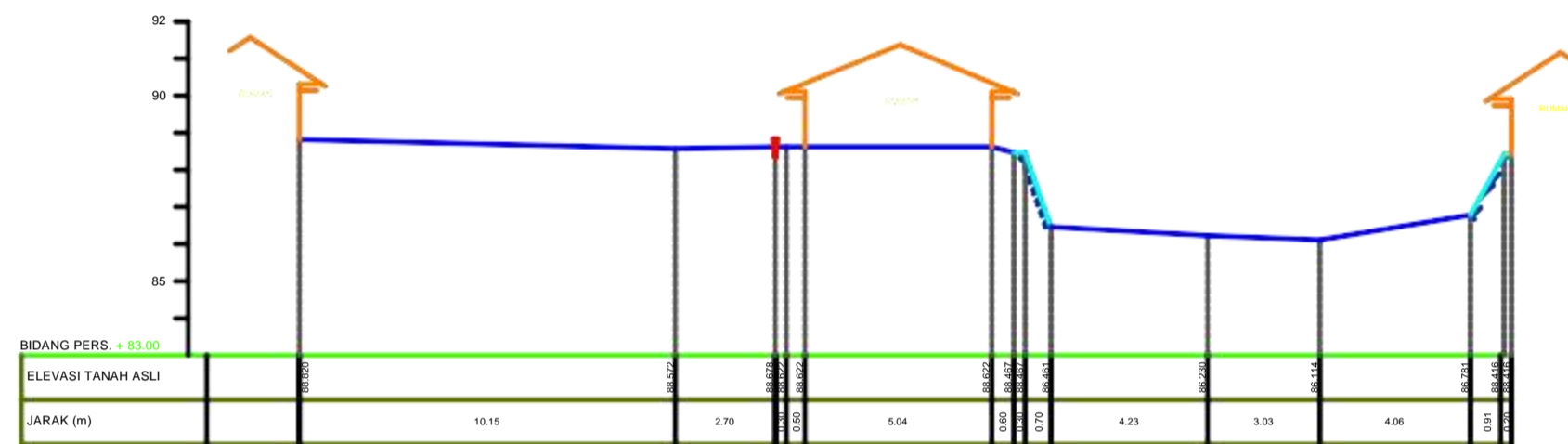
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST

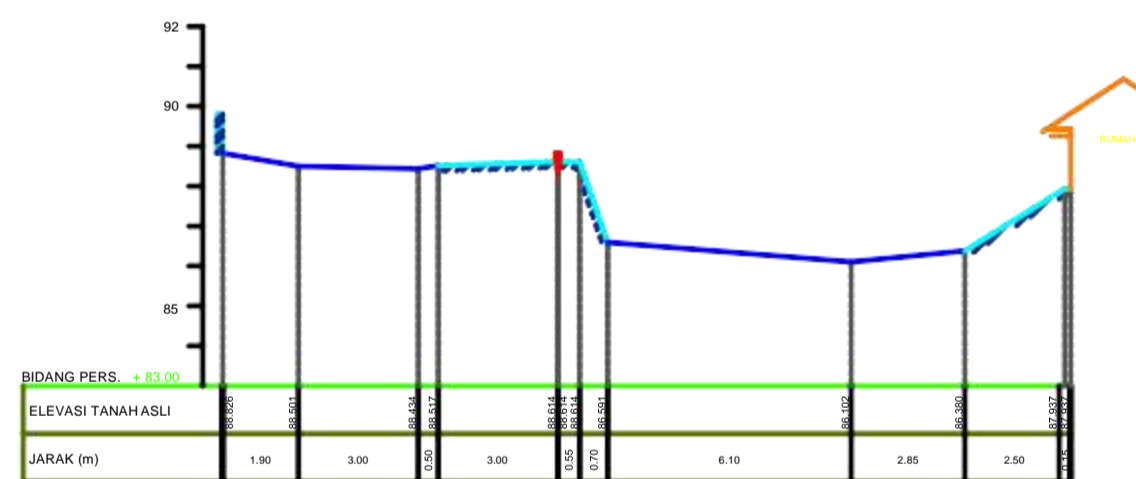
JML GAMBAR No.

83

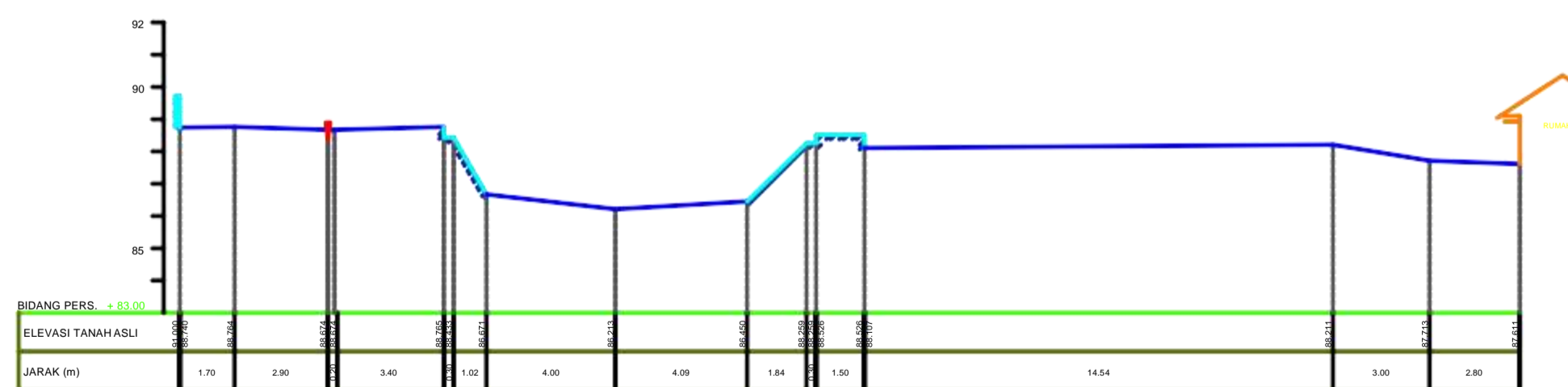
57



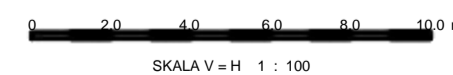
PP.35+50



PP.35+65



PP.36





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Sate - Kartasura Km 7, PO BOX 207, Telp. Fax (0271) 73444, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *Ilham*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *Azhari*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *Lilik*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *Suyono*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SUNGAI PEPE
PP.36+25-PP.36+67

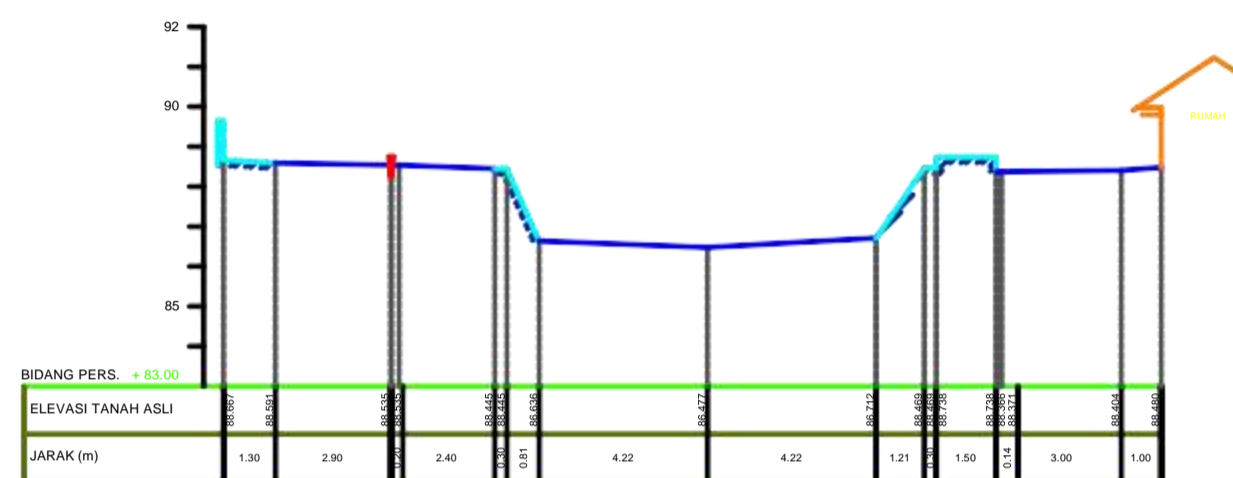
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *Rais*

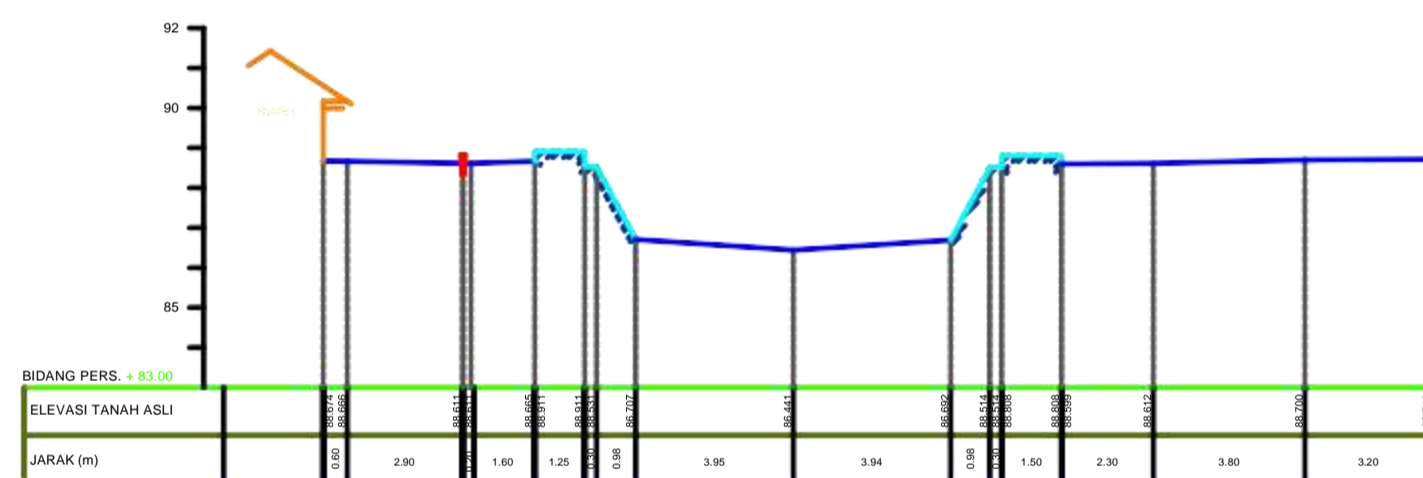
JML GAMBAR No.

83

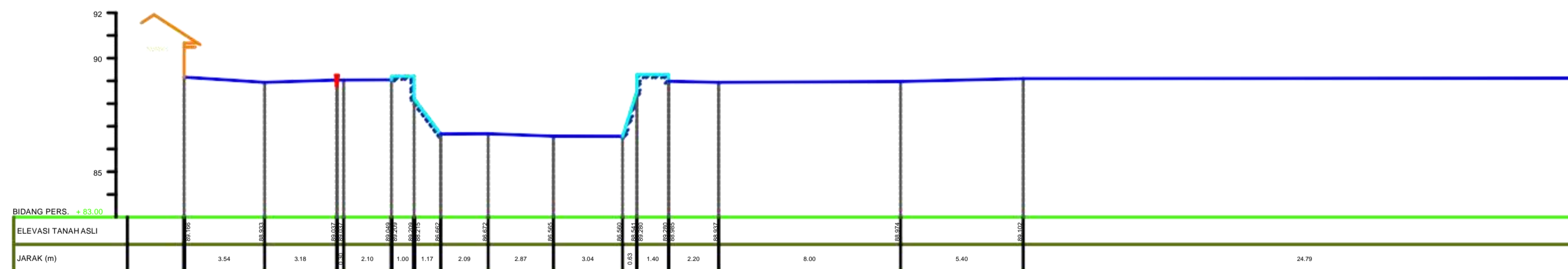
58



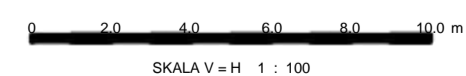
PP.36+25



PP.36+50



PP.36+67





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BEGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 367, Telp. Fax (0271) 730416, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE
 PP.37-PP.37+89

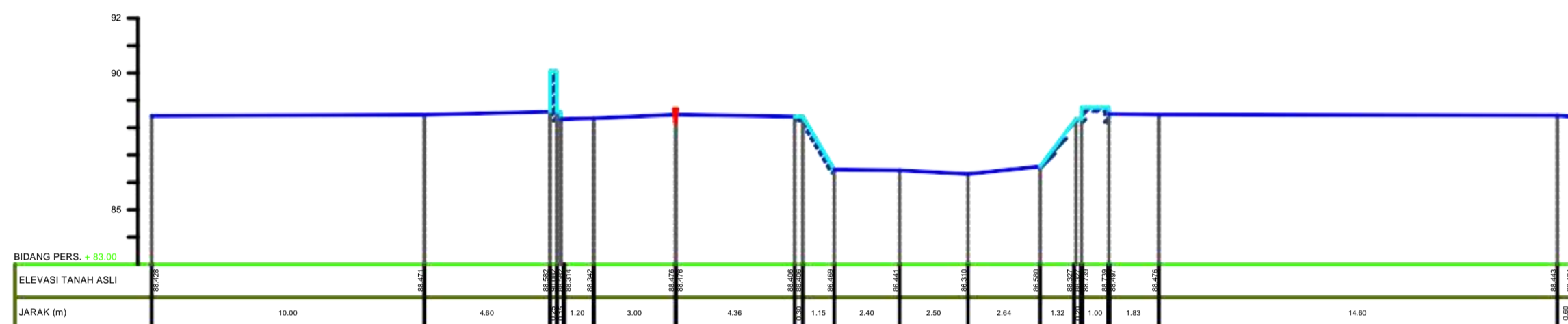
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

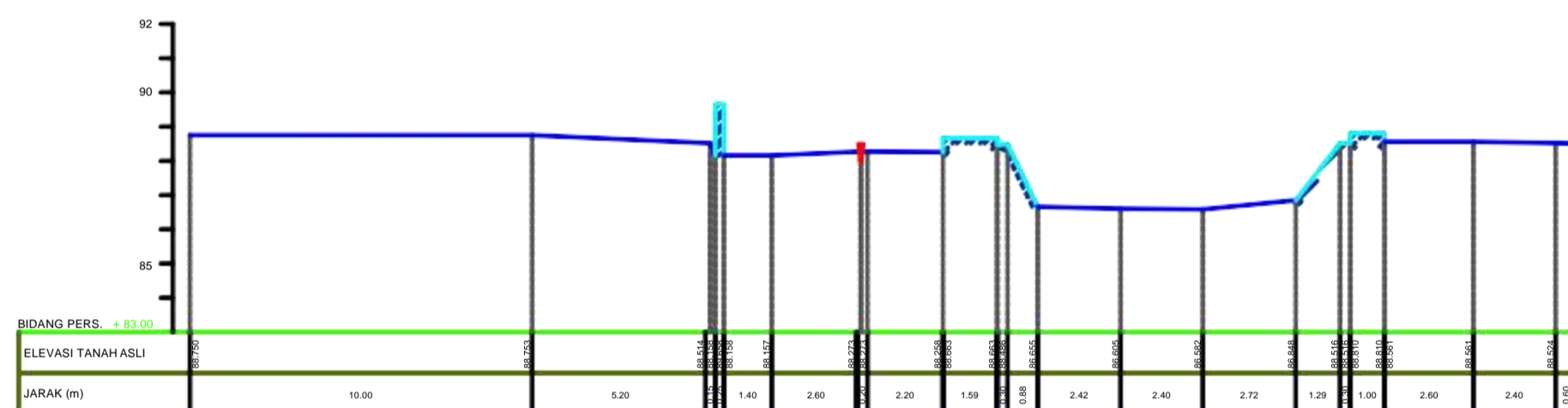
JML GAMBAR No.

83

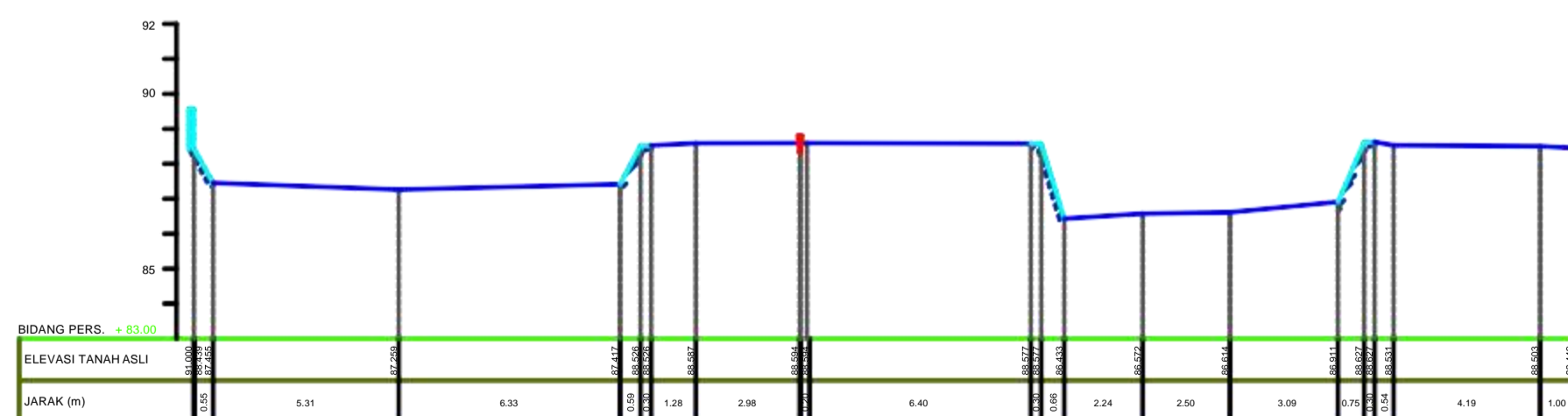
59



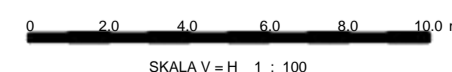
PP.37



PP.37+50



PP.37+89





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PELABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo - Kabupaten Klaten P. 55133-202 Telp. Fax 0271 72644, 72645, 72646, 72647

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
-----------	-------

Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>(Signature)</i>
------------------------	--------------------

DIREKTUR	PARAF
----------	-------

Ir. Azhari	<i>(Signature)</i>
------------	--------------------

DIPERIKSA	PARAF
-----------	-------

Ir. Lilik Retno, MA	<i>(Signature)</i>
---------------------	--------------------

DISETUJUI	PARAF
-----------	-------

Suyono, SST	<i>(Signature)</i>
-------------	--------------------

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

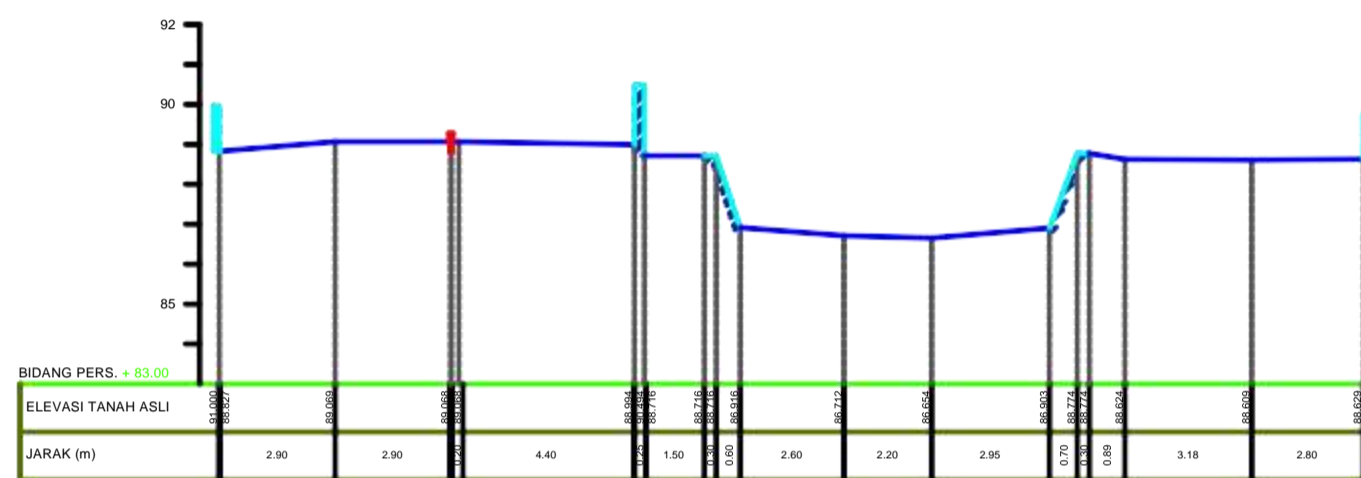
PP.38-PP.38+92

DIGAMBAR	TGL	PARAF
----------	-----	-------

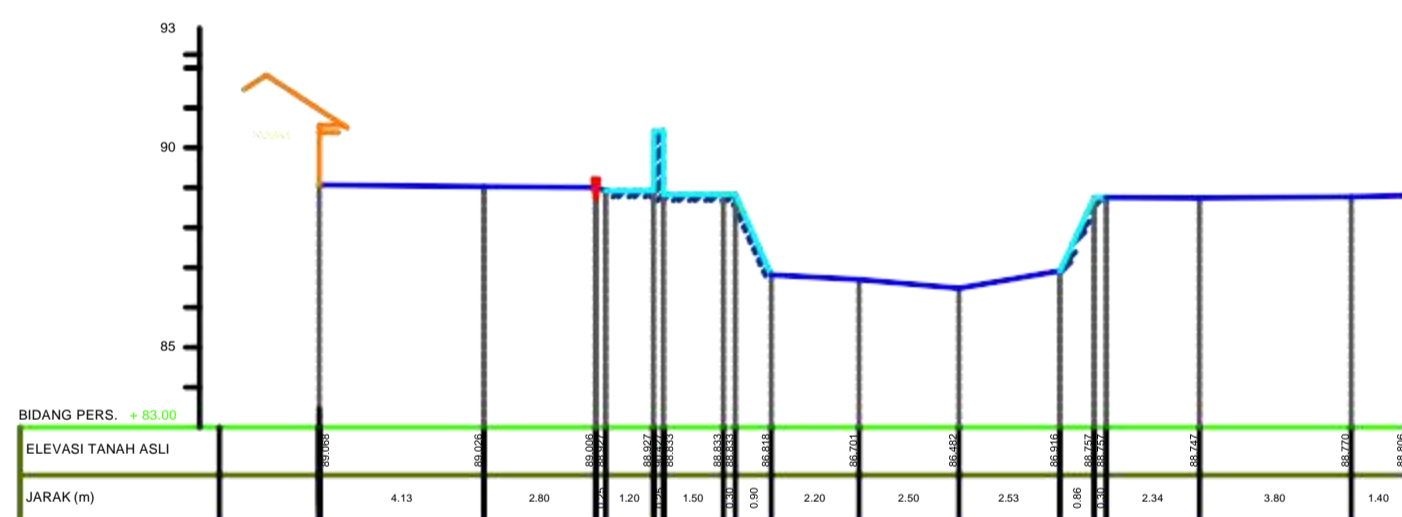
Rais Suwedi, ST		<i>(Signature)</i>
-----------------	--	--------------------

JML GAMBAR	No.	
------------	-----	--

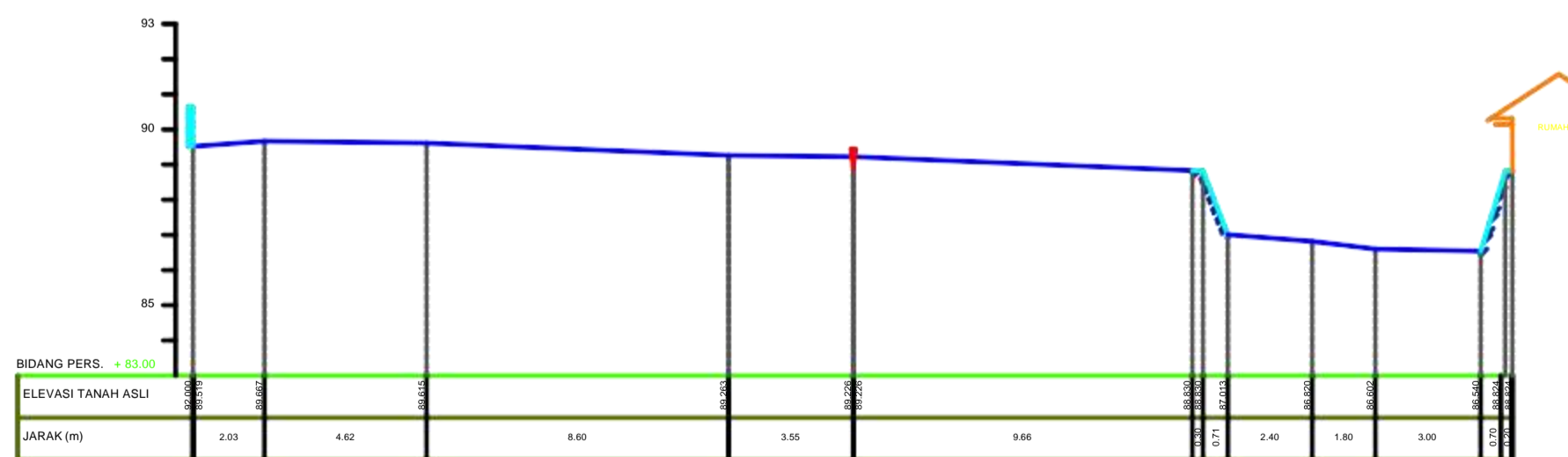
83	60	
----	----	--



PP.38



PP.38+50



PP.38+92

0 2.0 4.0 6.0 8.0 10.0 m
SKALA V = H 1 : 100



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Klaten No 7, PO BOX 287, Telp. Fax (0271) 73446, Pekalongan, Klaten, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *Ilham*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *Azhari*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *Lilik*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *Suyono*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SUNGAI PEPE

PP.39-PP.39+50

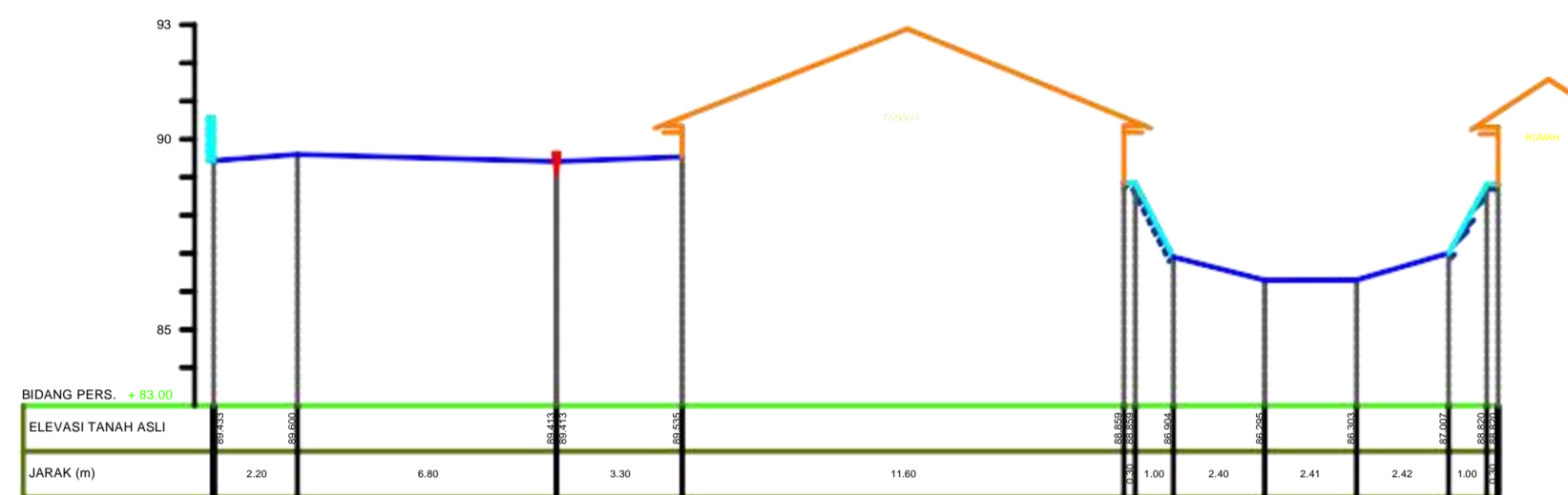
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *Rais*

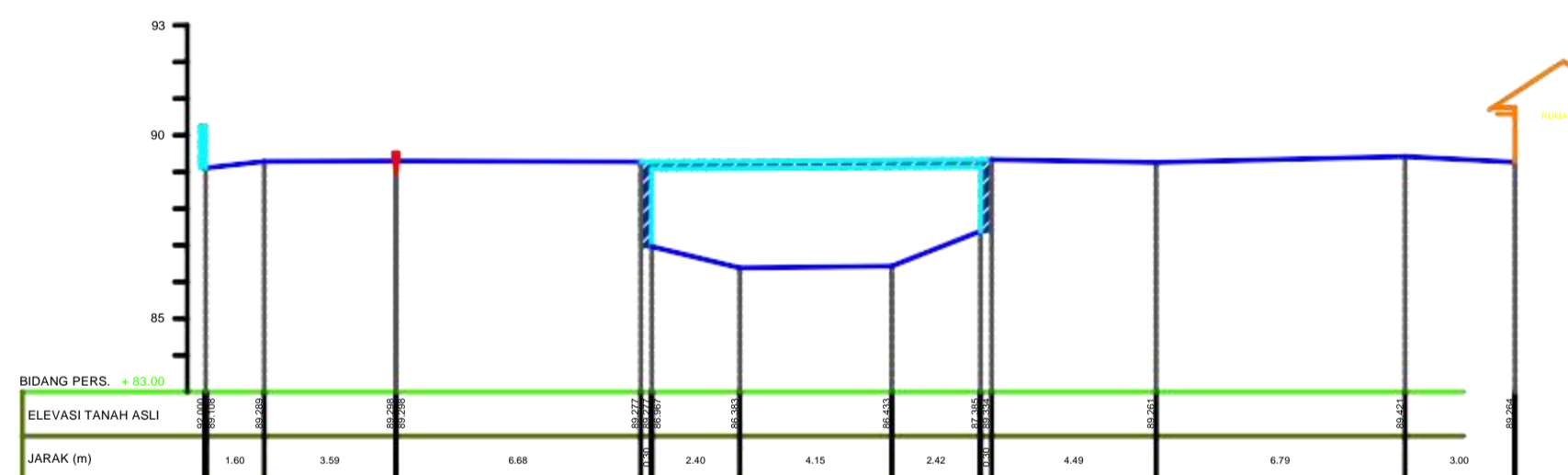
JML GAMBAR No.

83

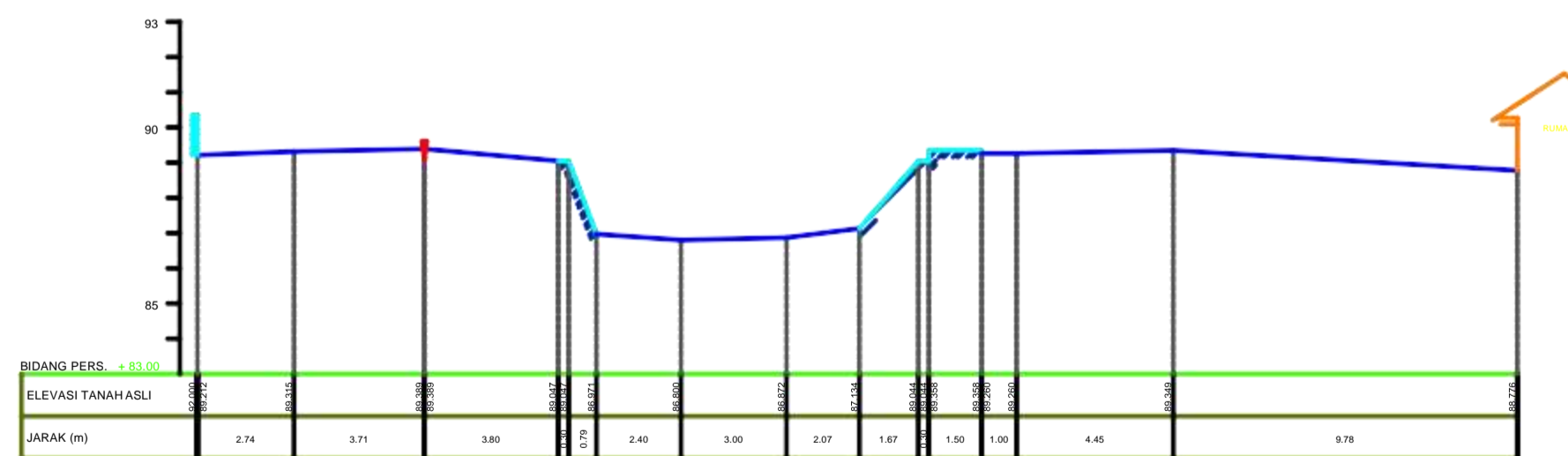
61



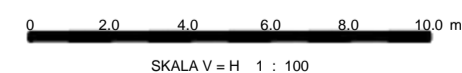
PP.39



PP.39+32



PP.39+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo, Kalimantan No. 7, PO 802-007, Telp. Fax (0271) 72048, Prabala, Karang, Salsabing 27102

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SUNGAI PEPE

PP.40-PP.40+50

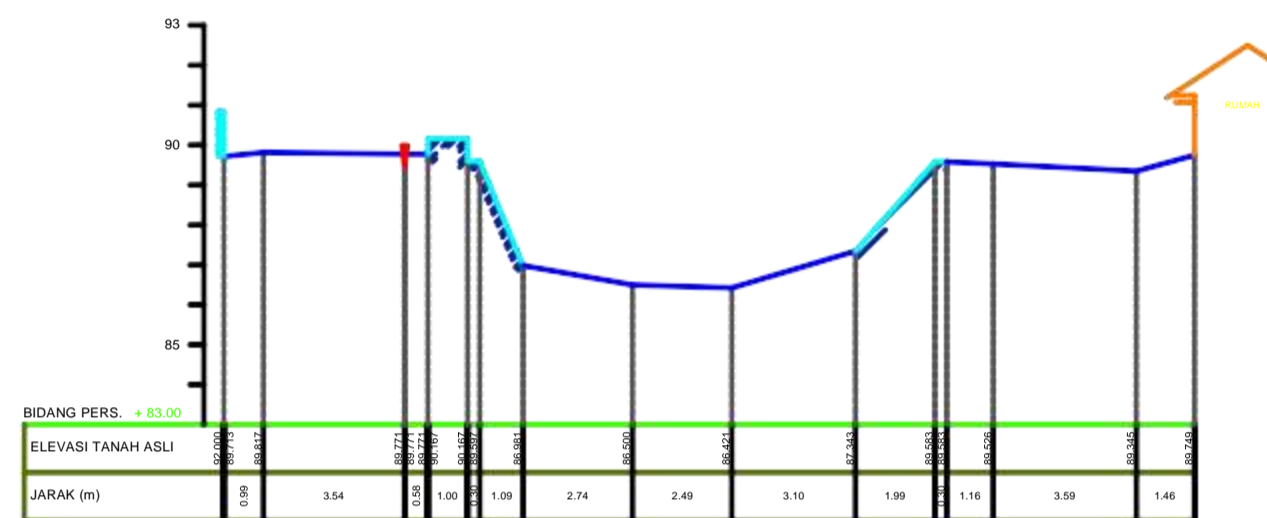
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST

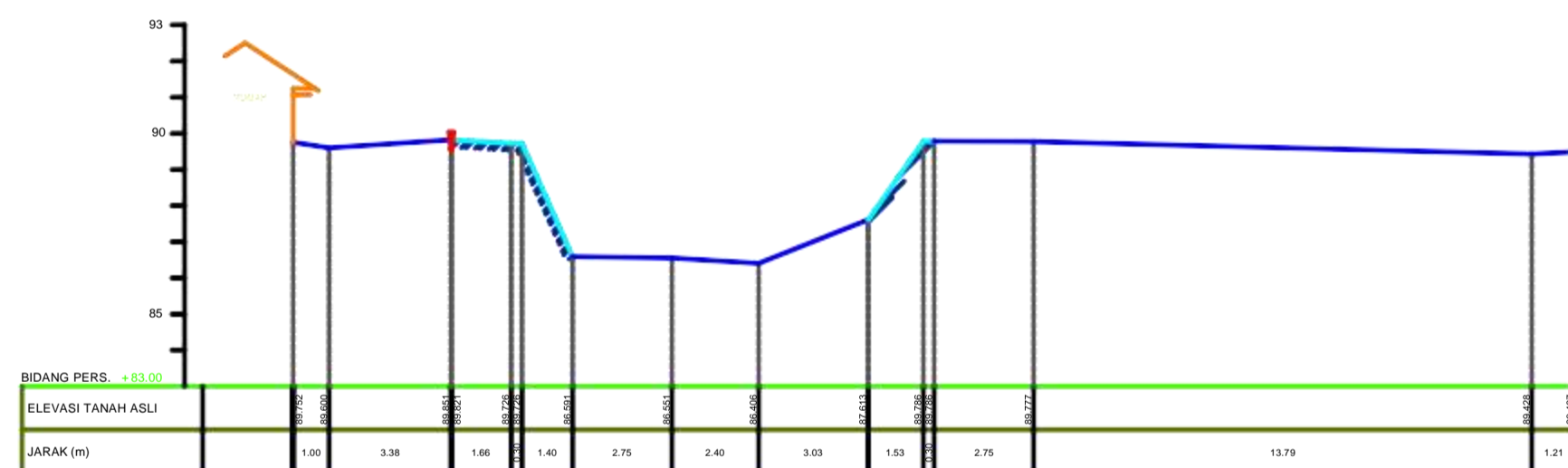
JML GAMBAR No.

83

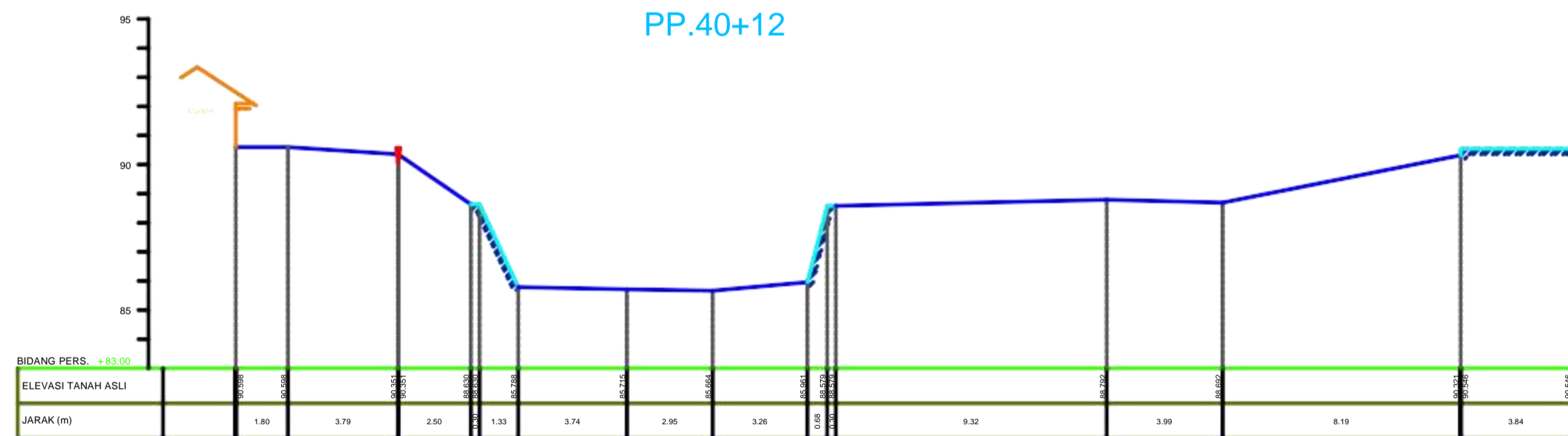
62



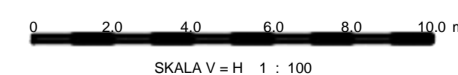
PP.40



PP.40+12



PP.40+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BAKAL BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730448, Prabotan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE

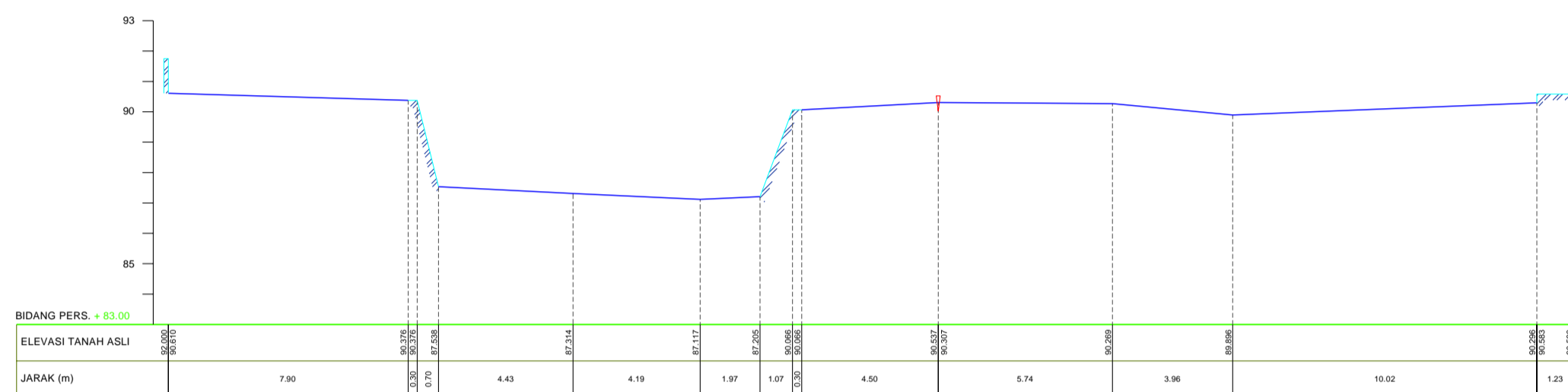
BM.PP.02

DIGAMBAR TGL PARAF

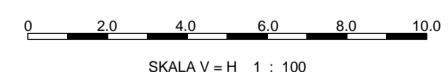
Rais Suwedi, ST *[Signature]*

JML GAMBAR No.

83 63



BM.PP.02





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 J. Solo - Kabupaten Kartasura, PO BOX 207, Telp. Fax (0271) 73444, Pekanbaru, Pekanbaru, Pekanbaru 57142

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

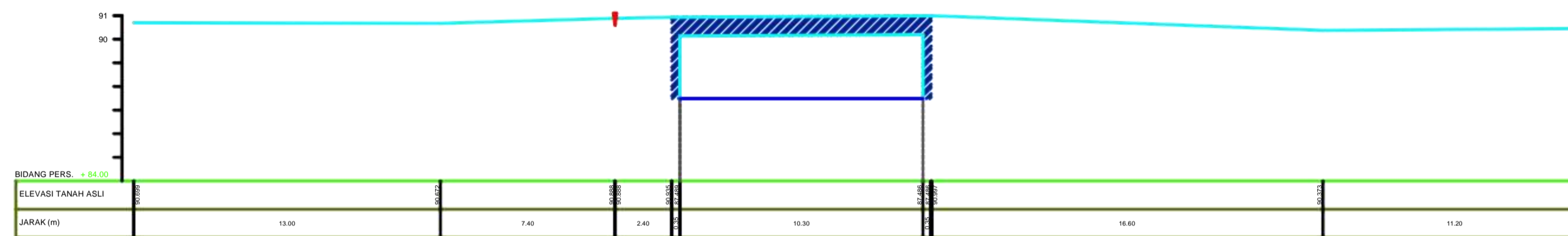
PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE
 PP.40+58-PP.41

DIGAMBAR TGL PARAF

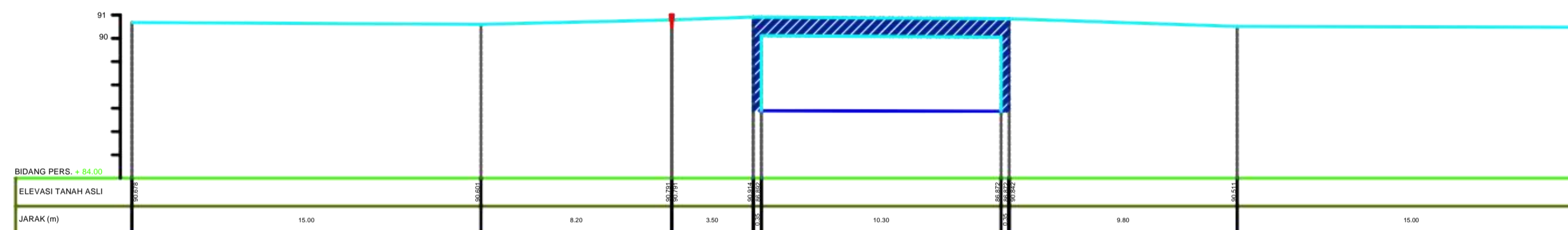
Rais Suwedi, ST *[Signature]*

JML GAMBAR No.

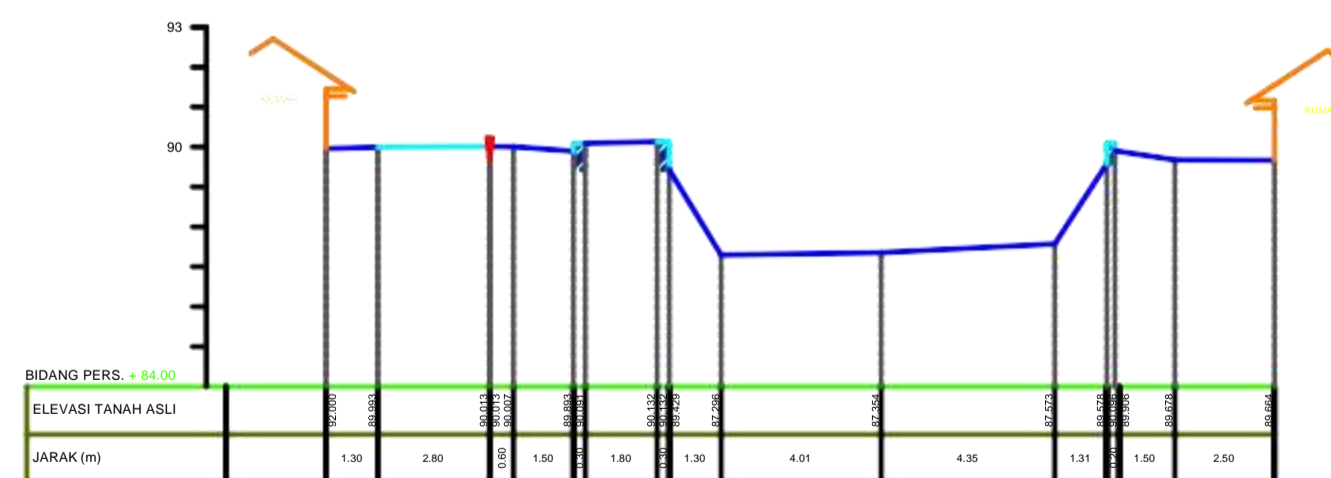
83 64



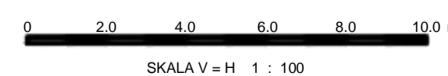
PP.40+58



PP.40+68



PP.41





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kertosono Km. 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 70448, Ponsel: Kertosono, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE
 PP.41+50-PP.42+25

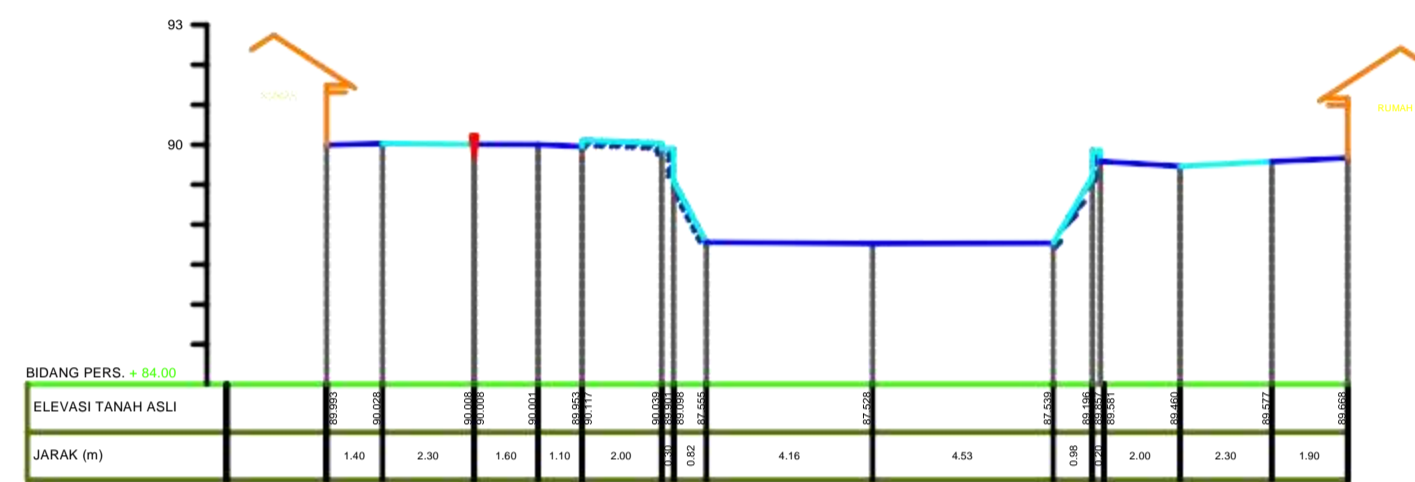
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

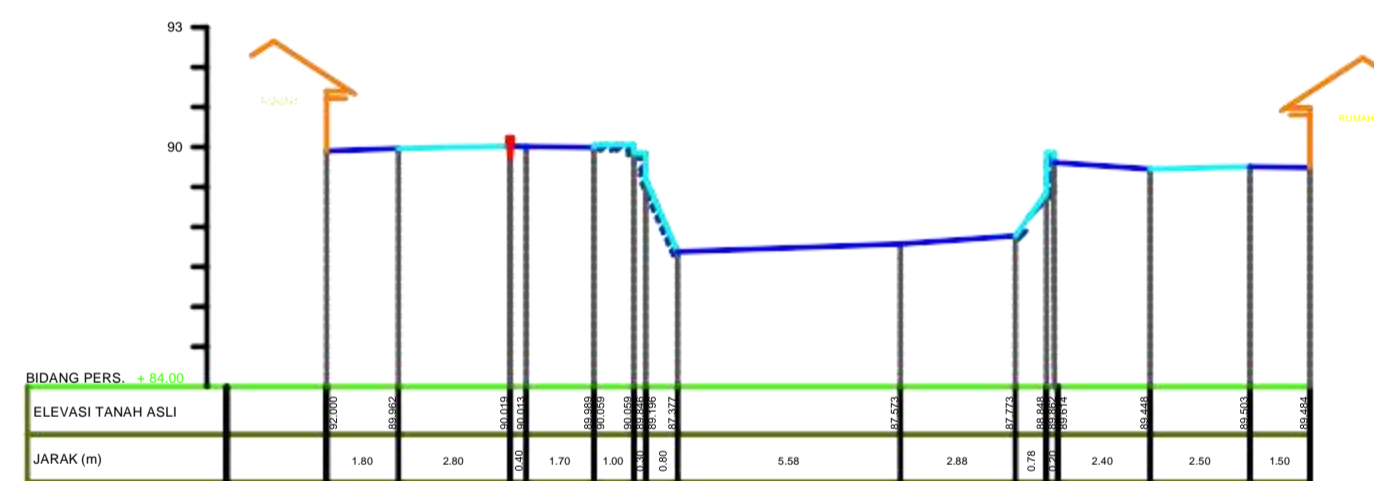
JML GAMBAR No.

83

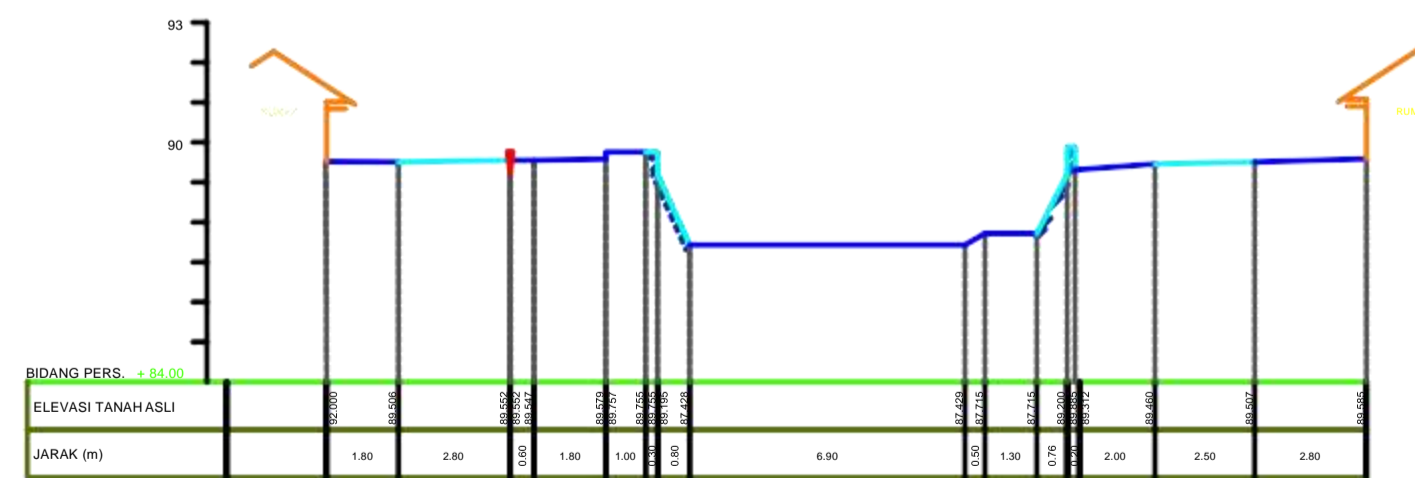
65



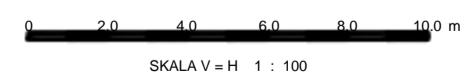
PP.41+50



PP.42



PP.42+25





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 754446, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

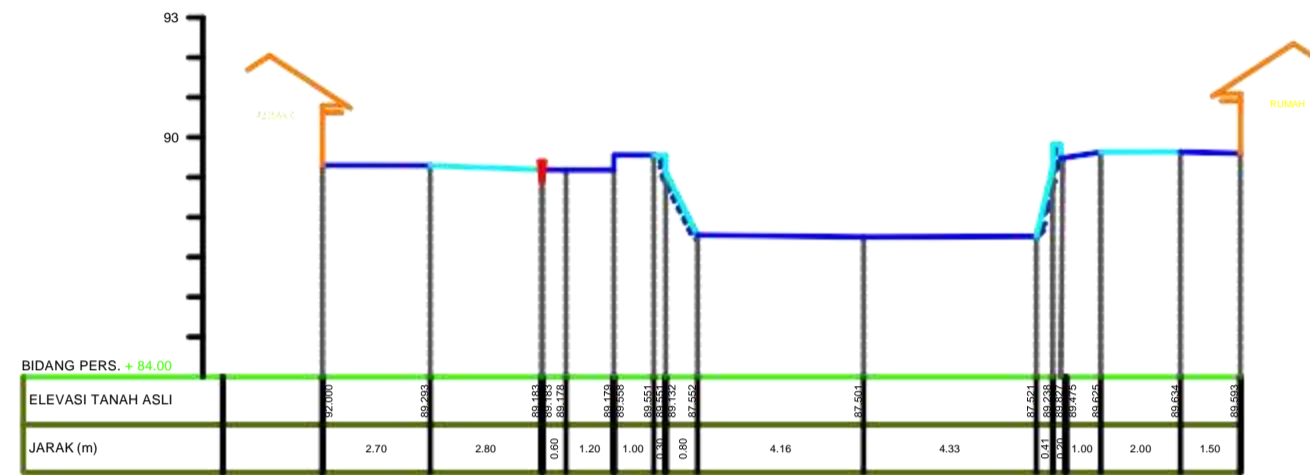
PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE
PP.42+50-PP.43A

DIGAMBAR TGL PARAF

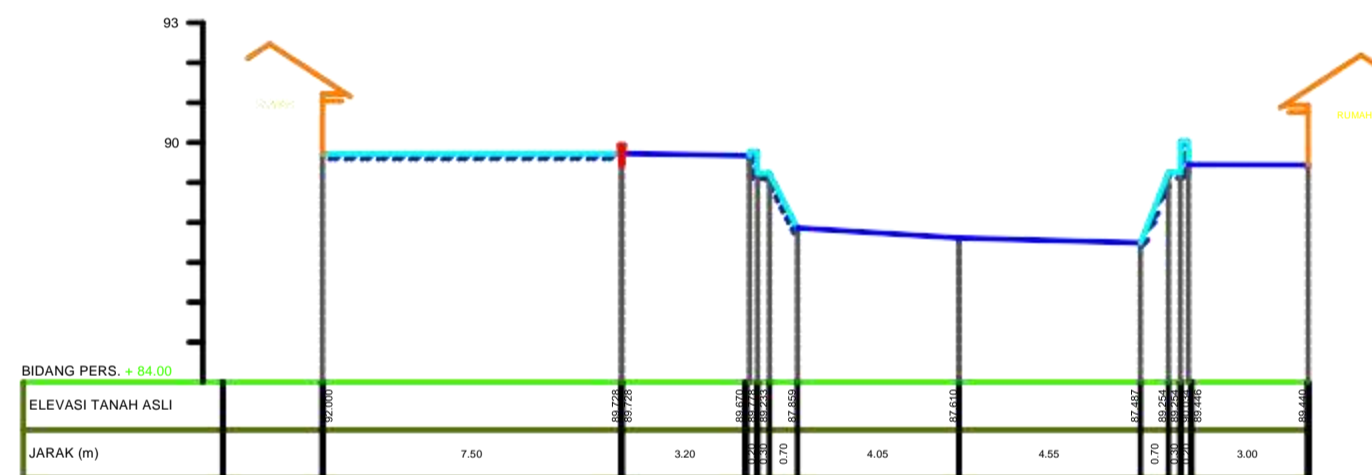
Rais Suwedi, ST *[Signature]*

JML GAMBAR No.

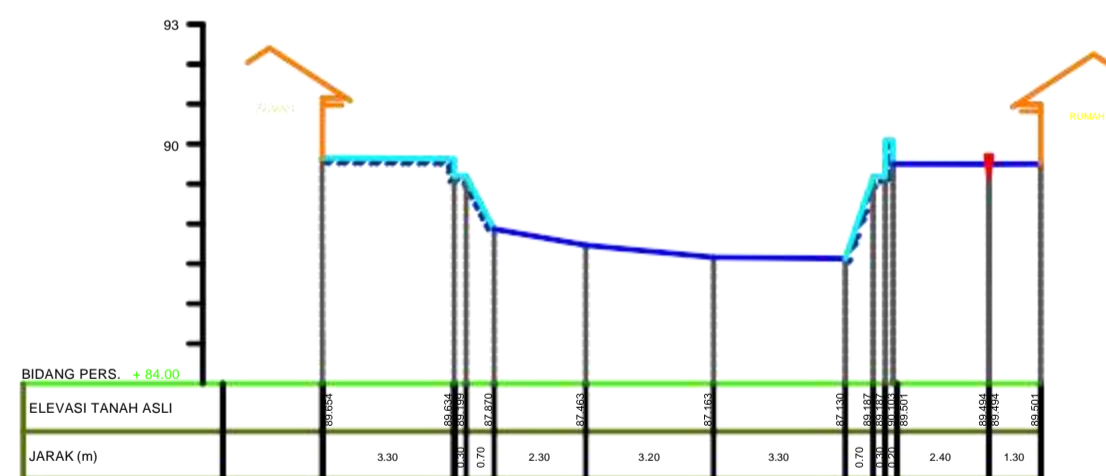
83 66



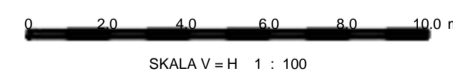
PP.42+50



PP.43



PP.43A





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
Jl. Solo - Kertosono Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax 02711 230443, Pekalongan, Kertosono, Sukoharjo 57142

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
-----------	-------

Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
------------------------	--------------------

DIREKTUR	PARAF
----------	-------

Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
------------	--------------------

DIPERIKSA	PARAF
-----------	-------

Ir. Liik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
--------------------	--------------------

DISETUJUI	PARAF
-----------	-------

Suyono, SST	<i>[Signature]</i>
-------------	--------------------

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

PP.43+50-PP.44

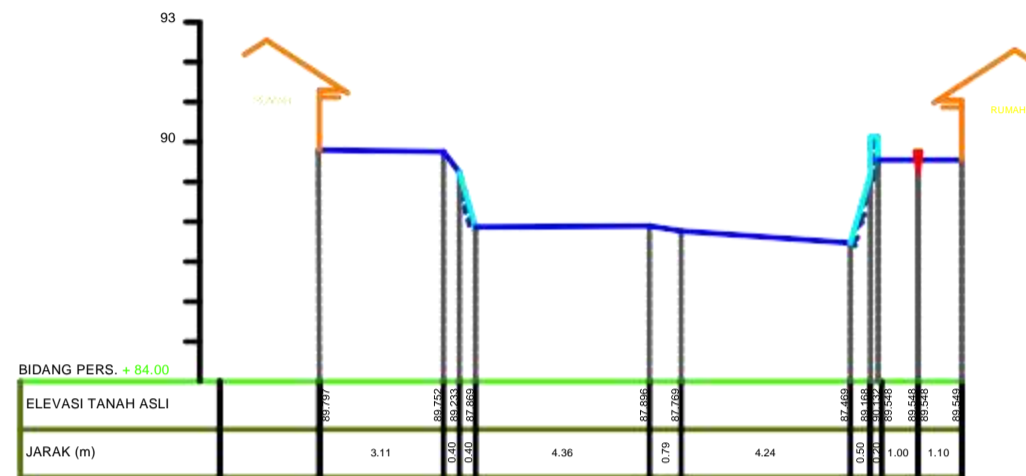
DIGAMBAR	TGL	PARAF
----------	-----	-------

Rais Suwedi, ST		<i>[Signature]</i>
-----------------	--	--------------------

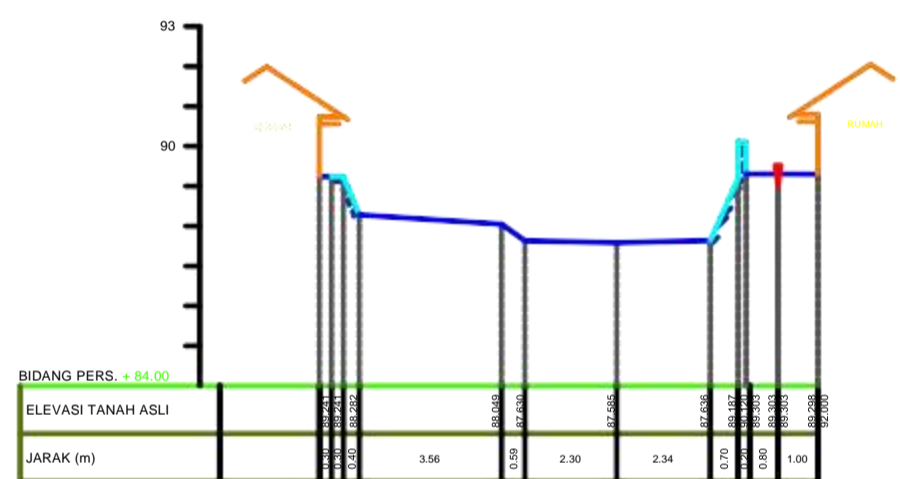
JML GAMBAR	No.	
------------	-----	--

83

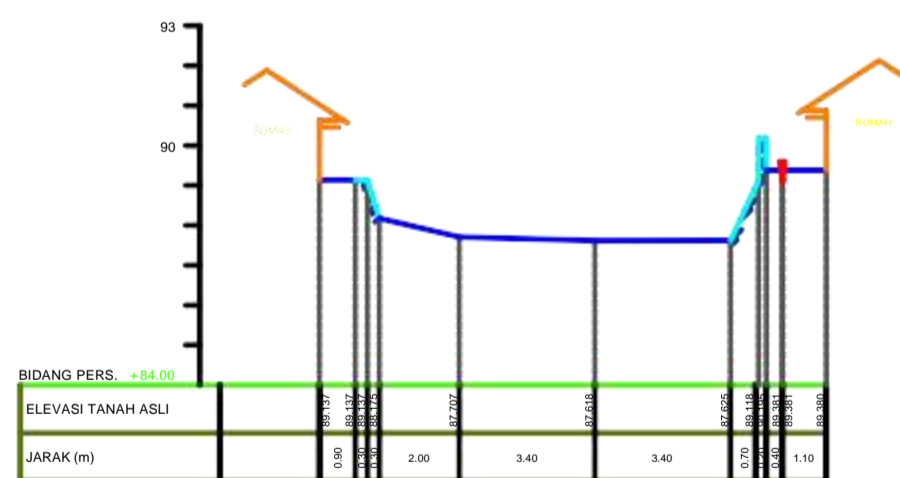
67



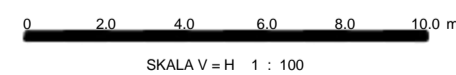
PP.43+50



PP.43+75



PP.44





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBIAT KOMITEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 287, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM | PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT | *Ilham*

DIREKTUR | PARAF

Ir. Azhari | *Azhari*

DIPERIKSA | PARAF

Ir. Lilik Retno, MA | *Lilik*

DISETUJUI | PARAF

Suyono, SST | *Suyono*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE
 PP.44+21-PP.44+50

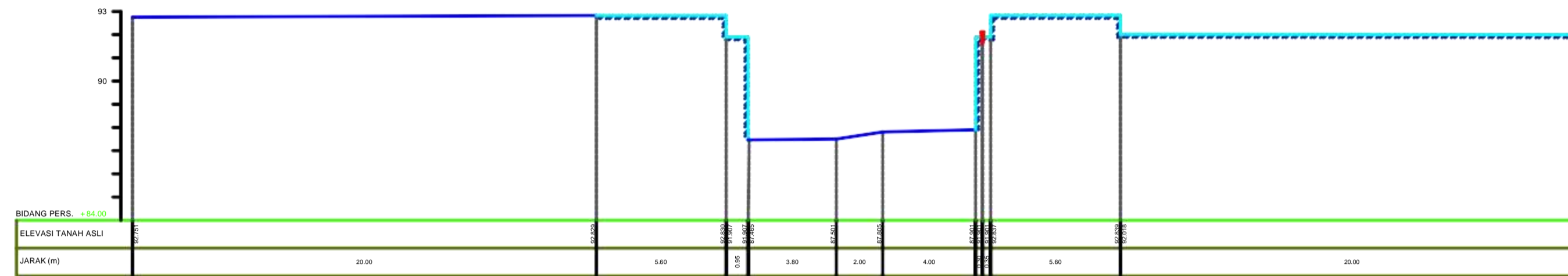
DIGAMBAR | TGL | PARAF

Rais Suwedi, ST | *Rais*

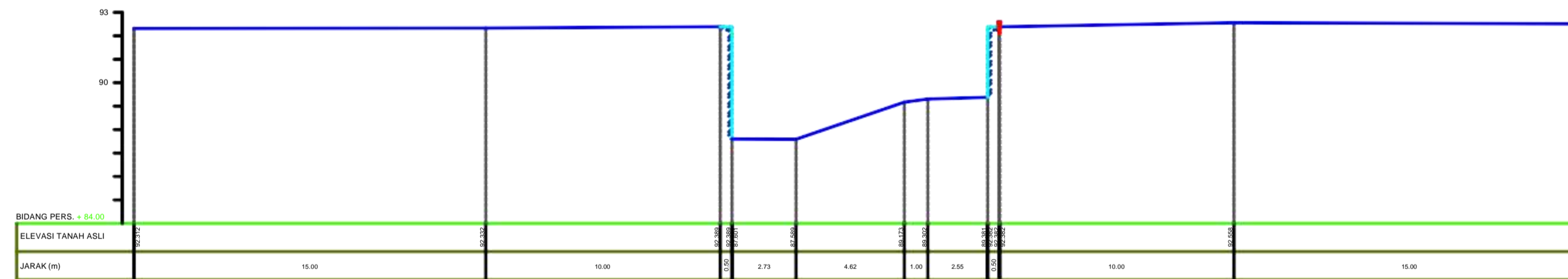
JML GAMBAR | No.

83

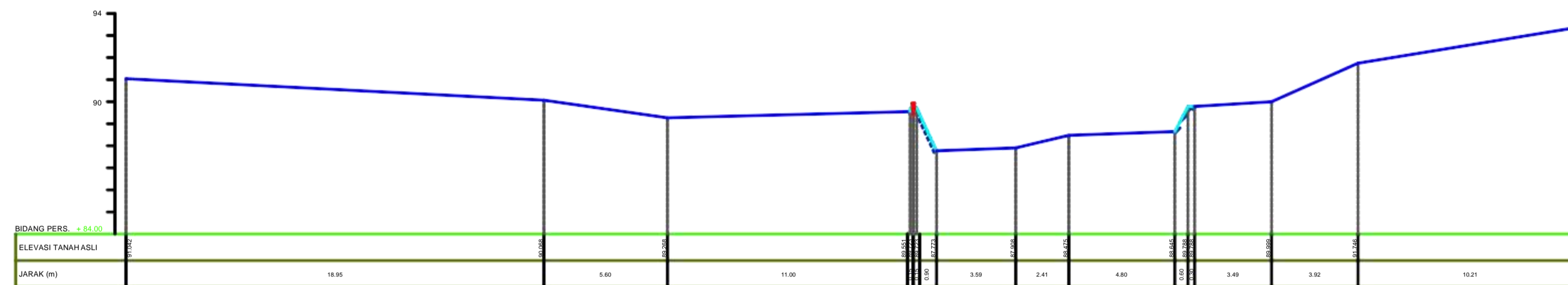
68



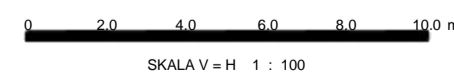
PP.44+21



PP.44+38



PP.44+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 J. Selir - Kertosono Km. 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 731443, Pekalongan, Kalimantan, Sulawesi 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

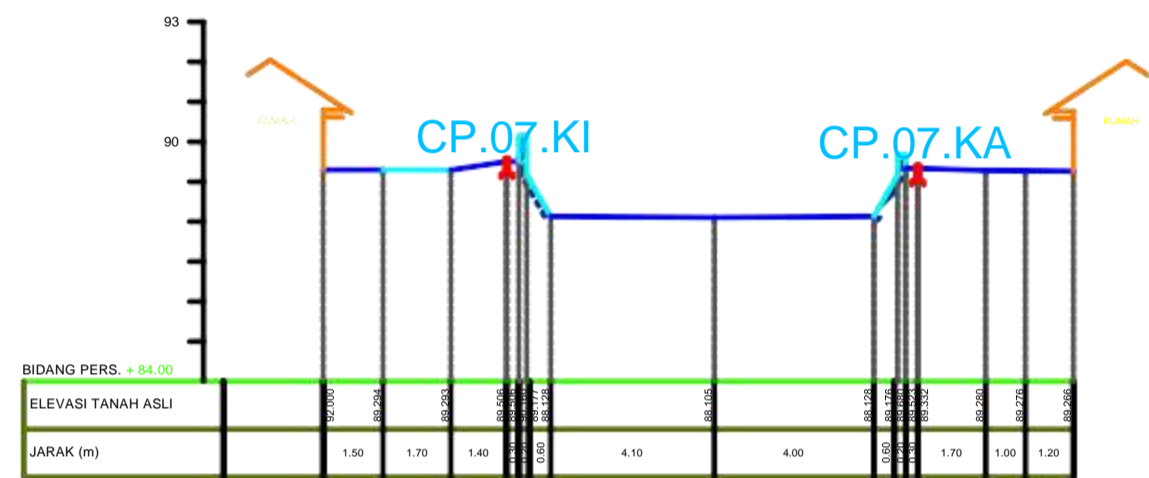
CP.07-PP.46

DIGAMBAR TGL PARAF

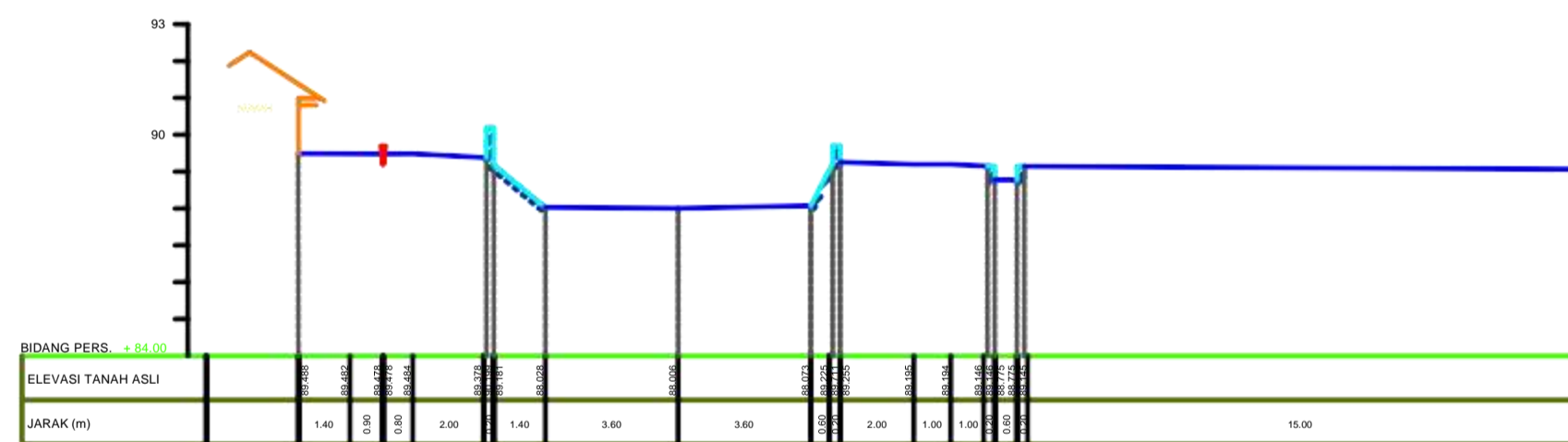
Rais Suwedi, ST *[Signature]*

JML GAMBAR No.

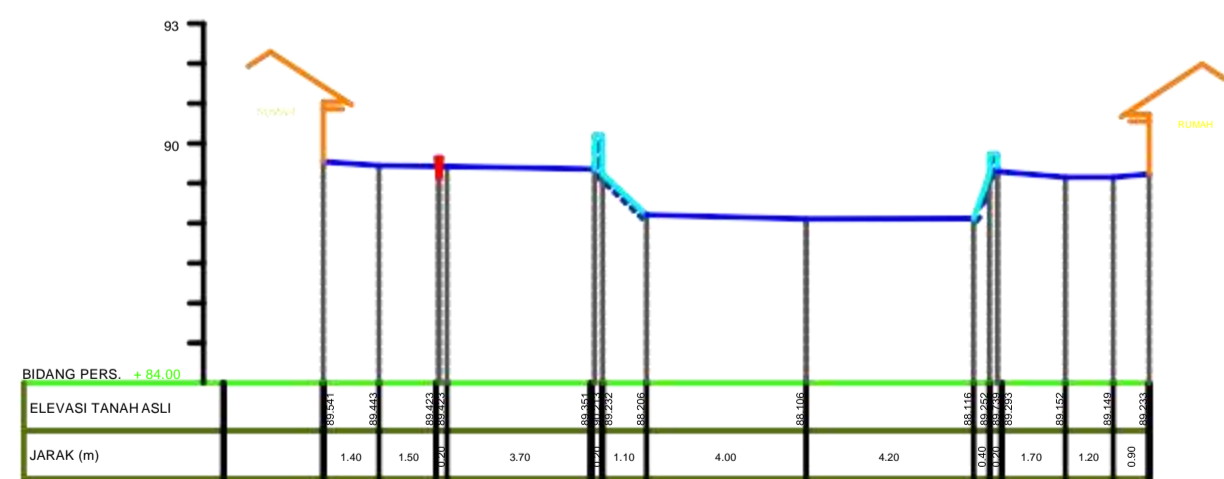
83 70



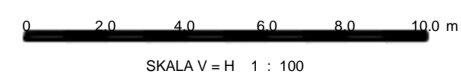
CP.07



PP.45+50



PP.46





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 J. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 750445, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
 Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
-----------	-------

Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>Ilham</i>
------------------------	--------------

DIREKTUR	PARAF
----------	-------

Ir. Azhari	<i>Azhari</i>
------------	---------------

DIPERIKSA	PARAF
-----------	-------

Ir. Lilik Retno, MA	<i>Lilik</i>
---------------------	--------------

DISETUJUI	PARAF
-----------	-------

Suyono, SST	<i>Suyono</i>
-------------	---------------

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
 SUNGAI PEPE
 PP.46+25-PP.47

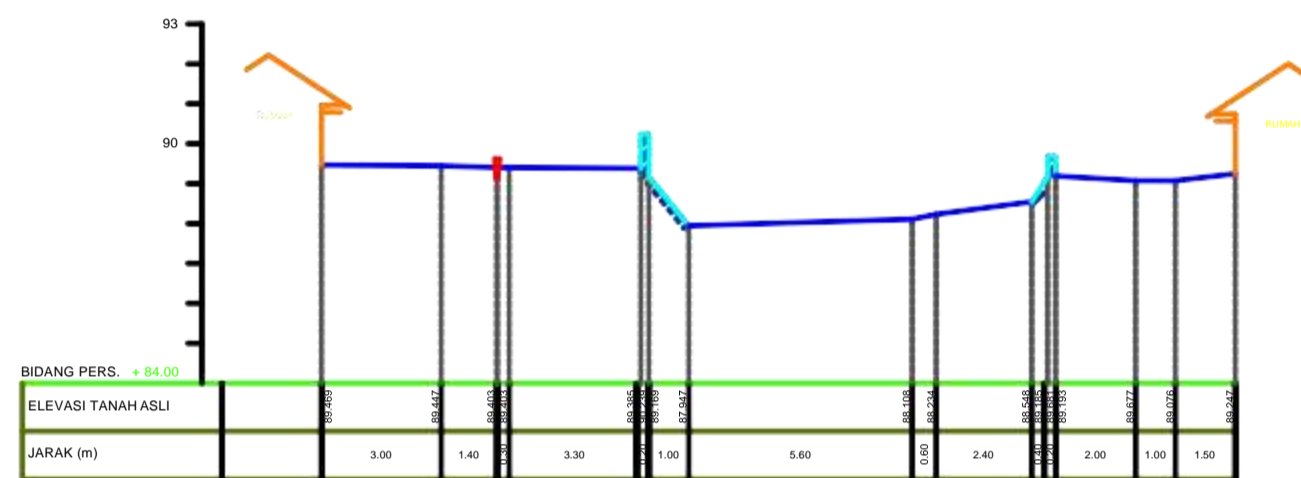
DIGAMBAR	TGL	PARAF
----------	-----	-------

Rais Suwedi, ST		<i>Rais</i>
-----------------	--	-------------

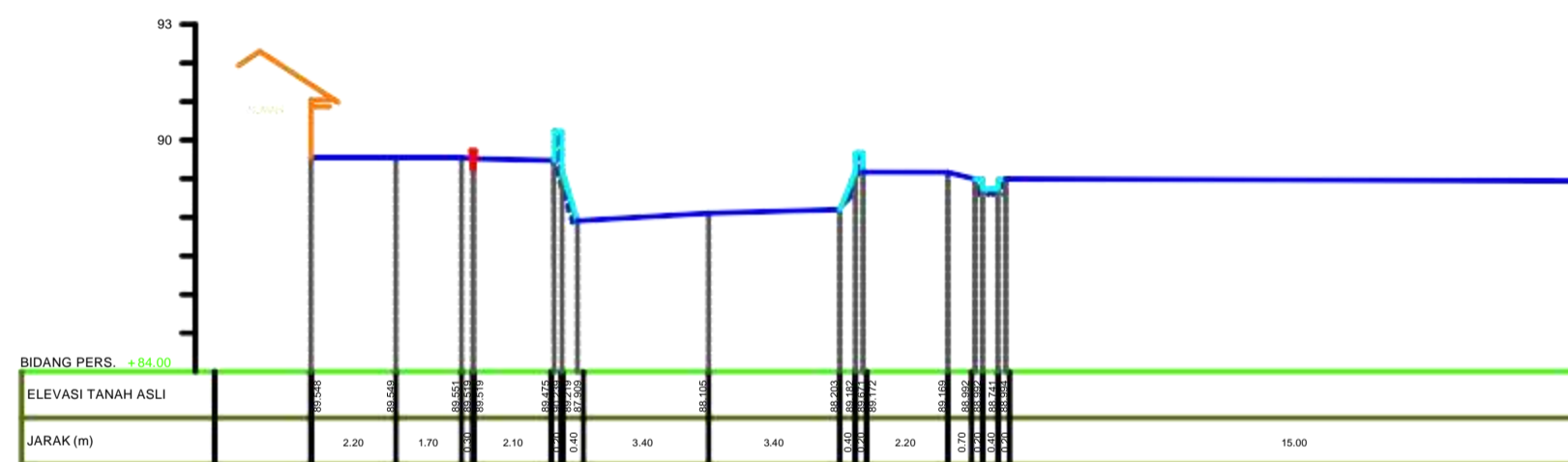
JML GAMBAR	No.	
------------	-----	--

83

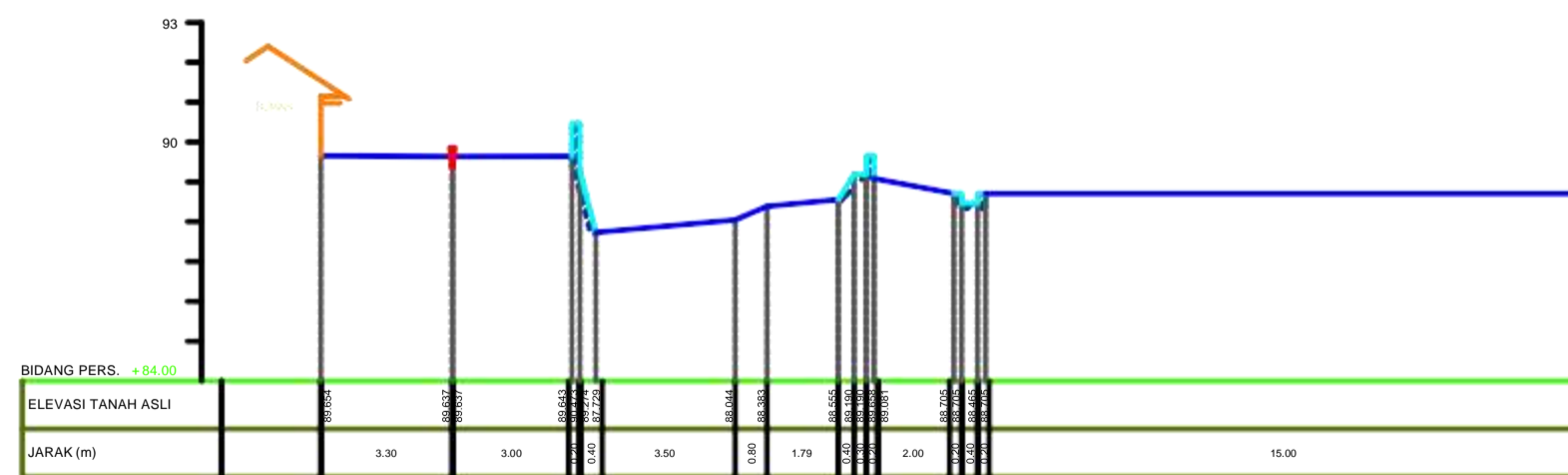
71



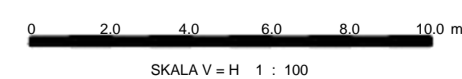
PP.46+25



PP.46+50



PP.47





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBIAYAAN KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 287, Telp. Fax (0271) 73044, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57182

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

PP.47+50-PP.48+50

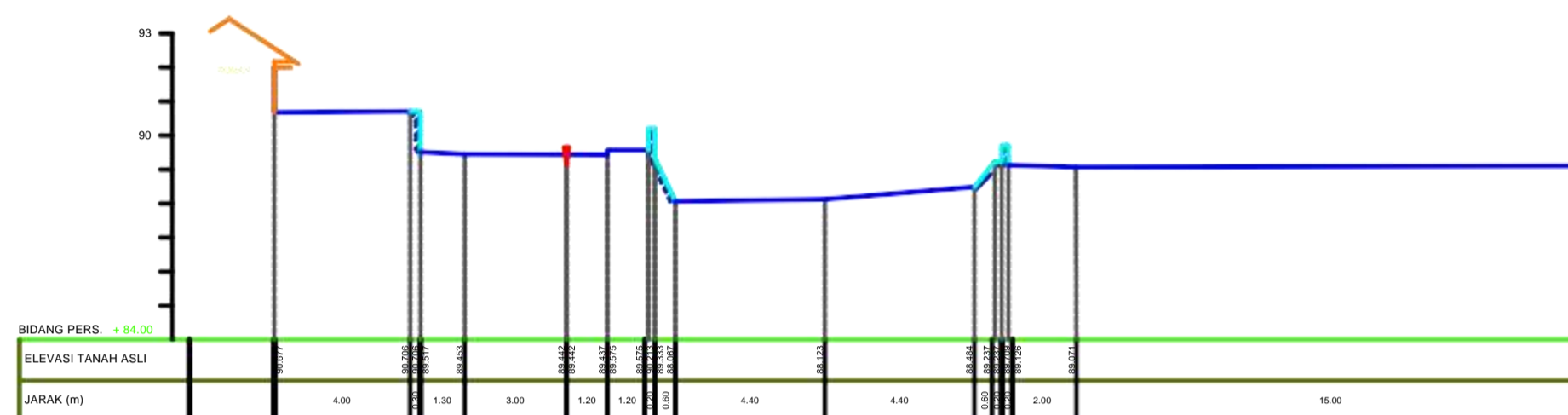
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST

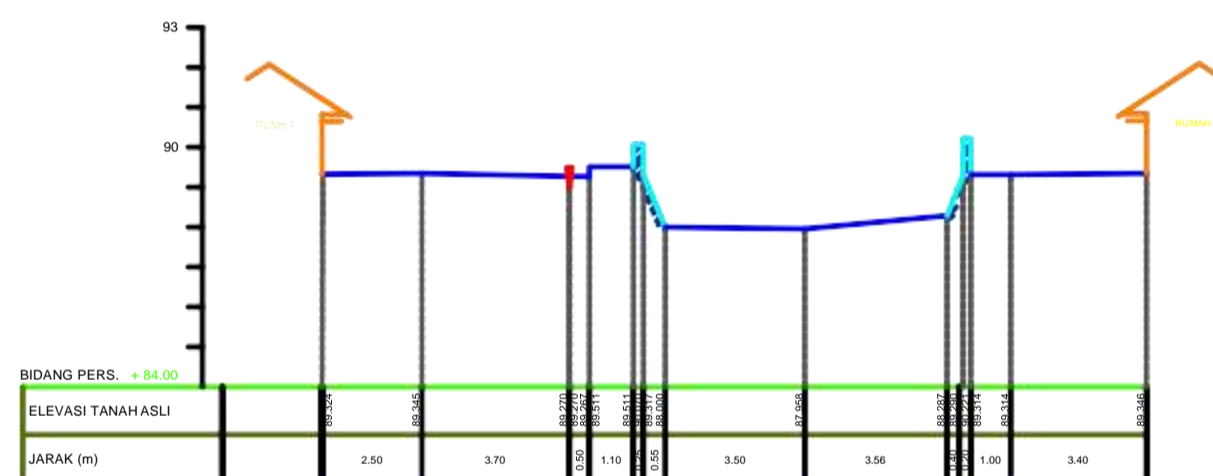
JML GAMBAR No.

83

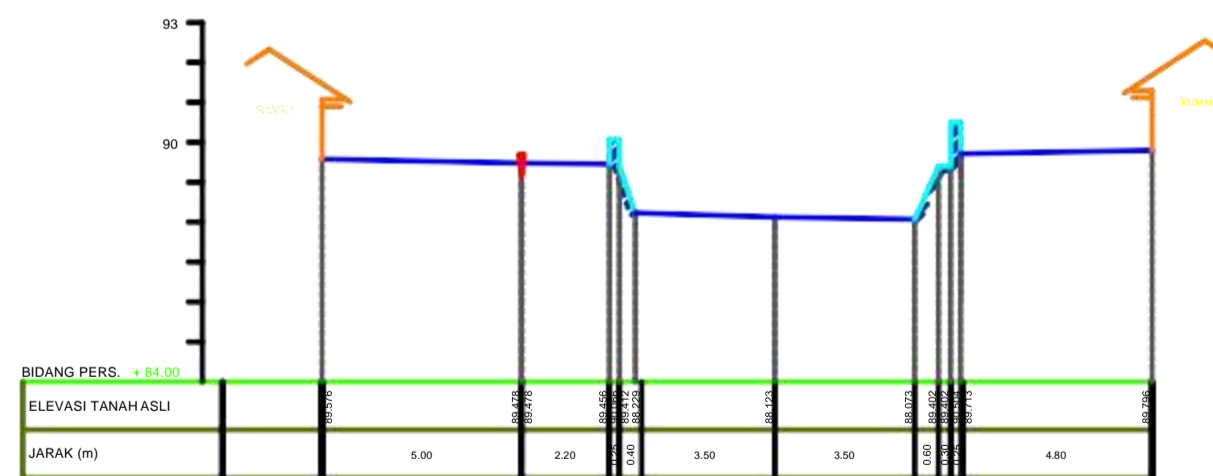
72



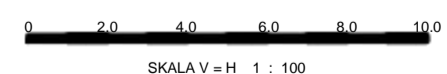
PP.47+50



PP.48



PP.48+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo - Kecamatan Klaten T. PO BOX 387, Telp. Fax (0271) 70448, Ponsel. Klaten, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

PP.49-PP.49+50

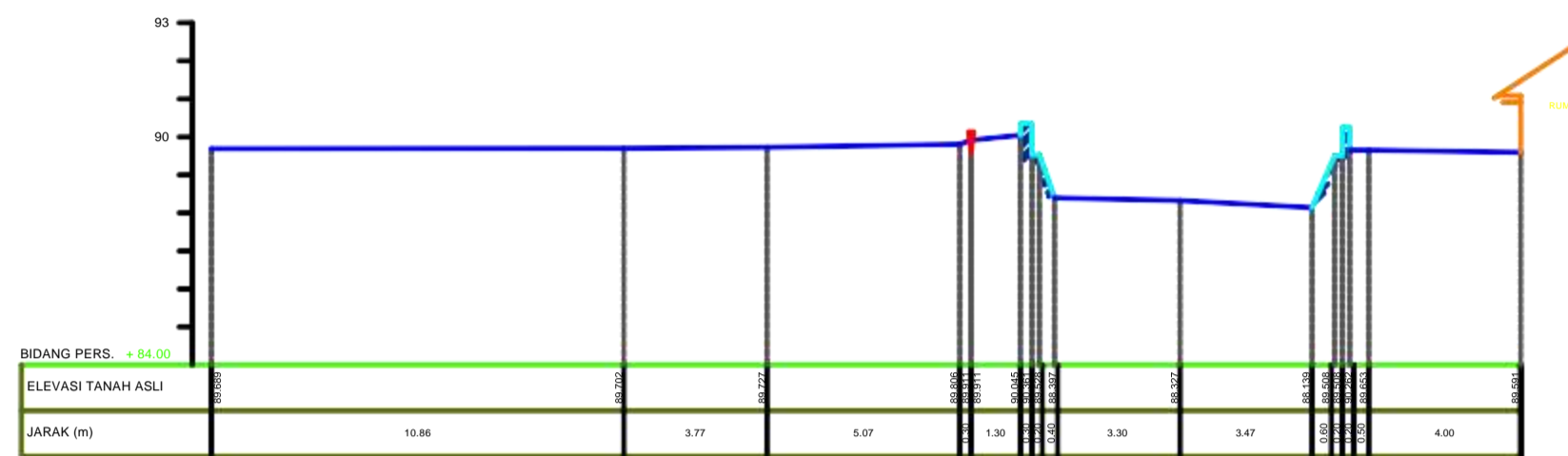
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

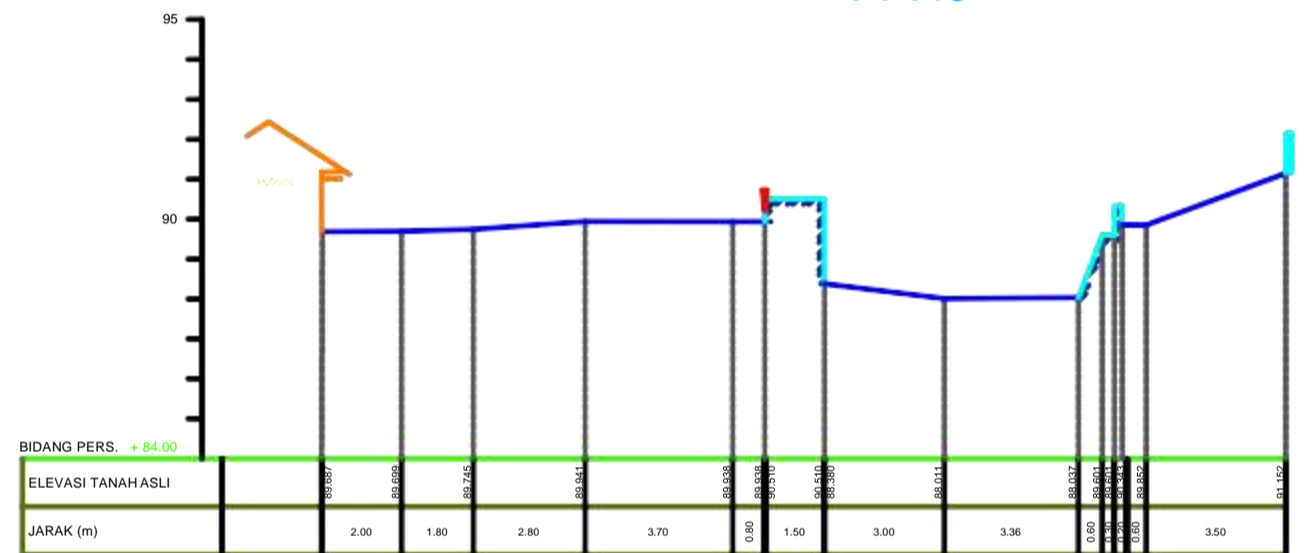
JML GAMBAR No.

83

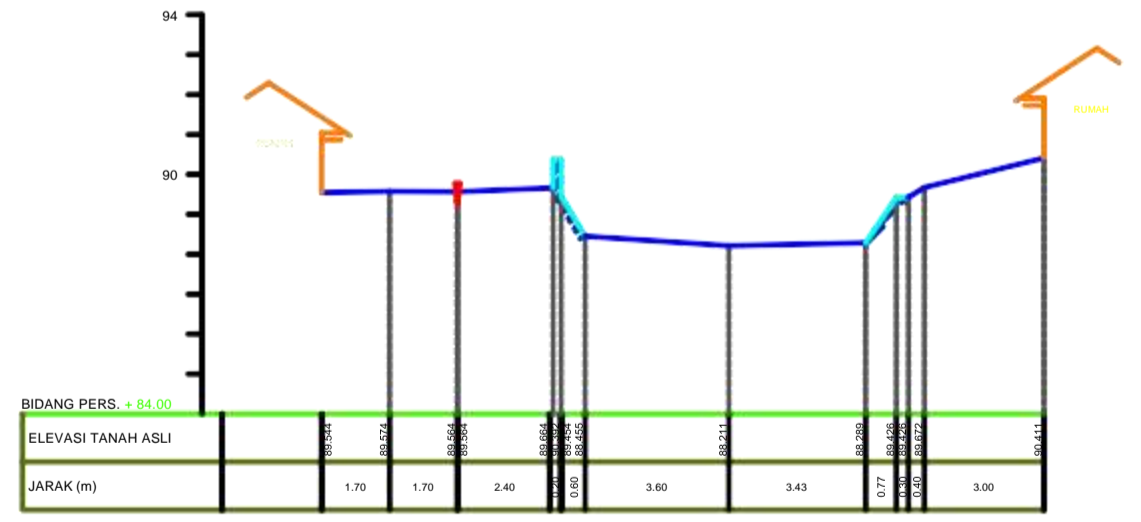
73



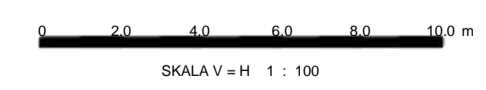
PP.49



PP.49+11



PP.49+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBIUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo - Kartasura Km 7 PO BOX 307, Tegal, Fax (0271) 73044, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM | PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT | *[Signature]*

DIREKTUR | PARAF

Ir. Azhari | *[Signature]*

DIPERIKSA | PARAF

Ir. Lilik Retno, MA | *[Signature]*

DISETUJUI | PARAF

Suyono, SST | *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

PP.49+82-PP.50

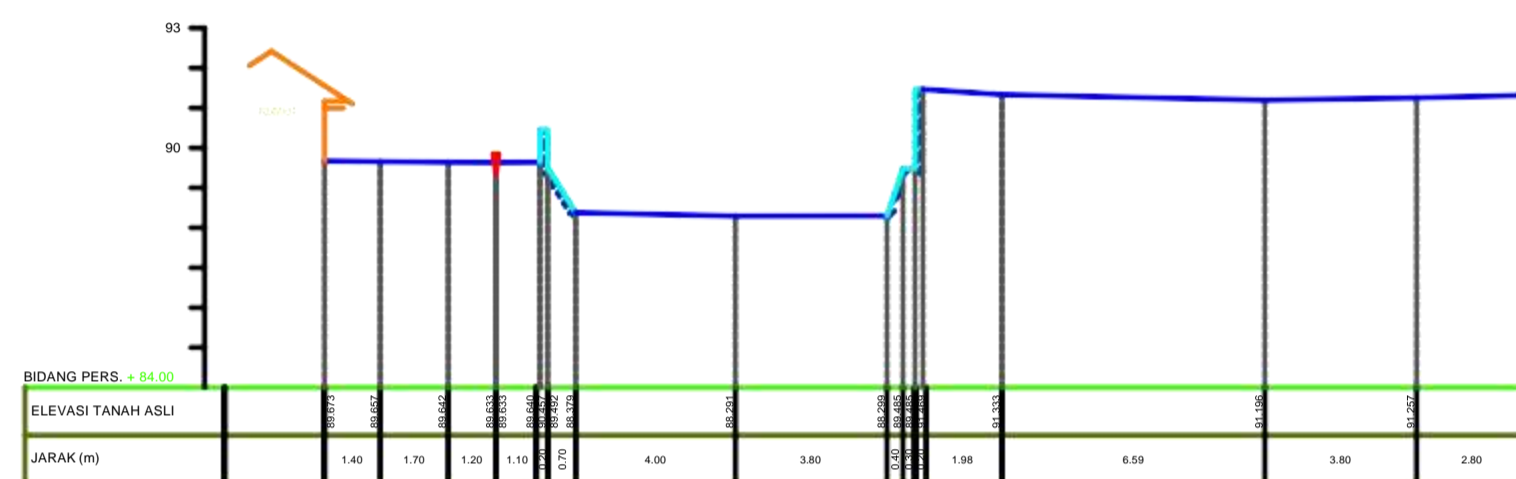
DIGAMBAR | TGL | PARAF

Rais Suwedi, ST | *[Signature]*

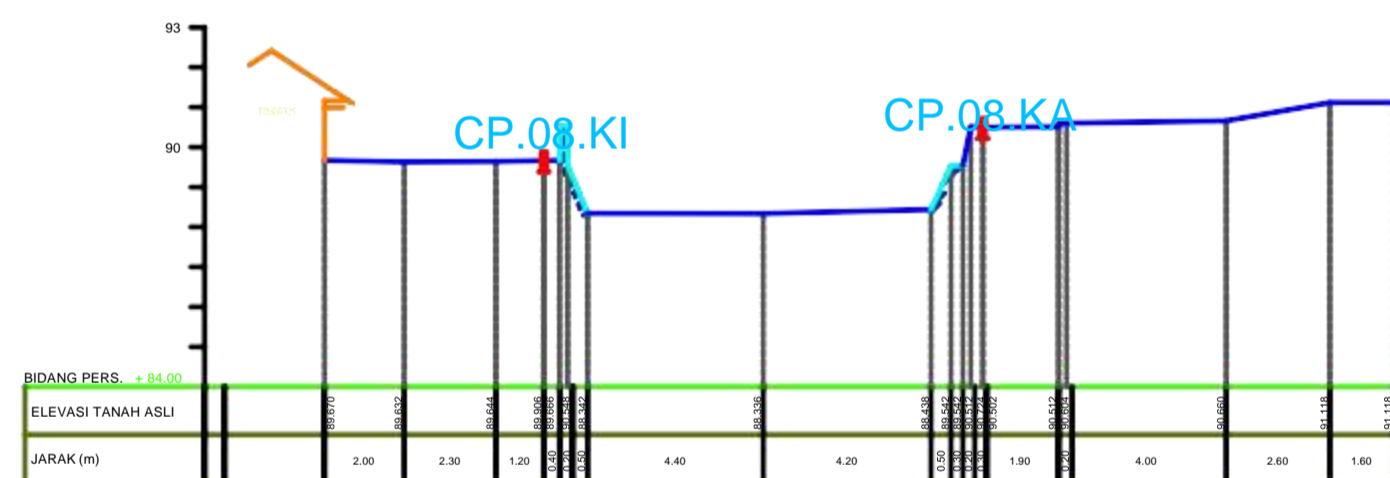
JML GAMBAR | No.

83

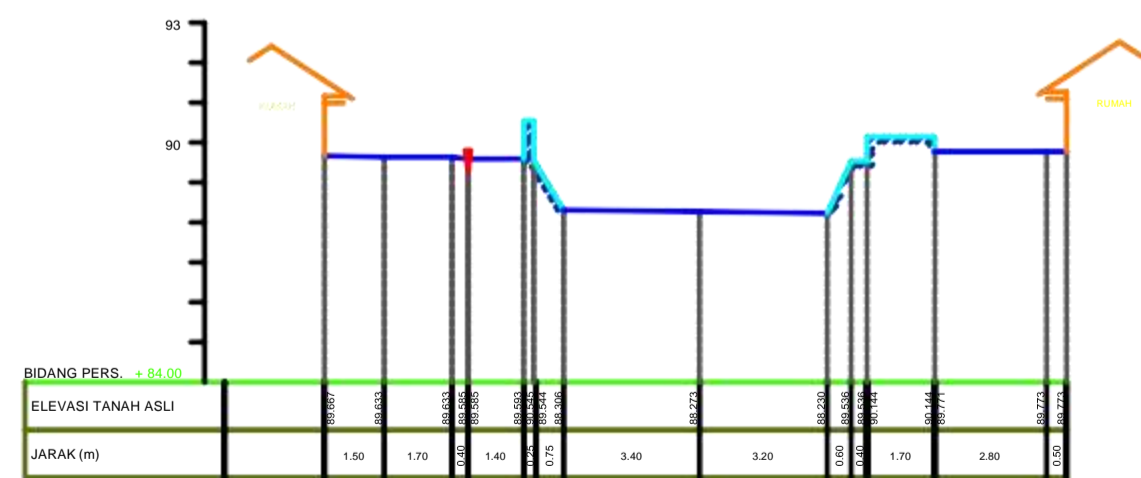
74



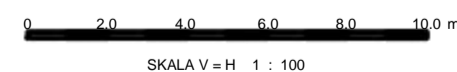
PP.49+82



CP.08



PP.50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *Ilham*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *Azhari*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *Retno*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *Suyono*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE
 PP.50+35-PP.50+86

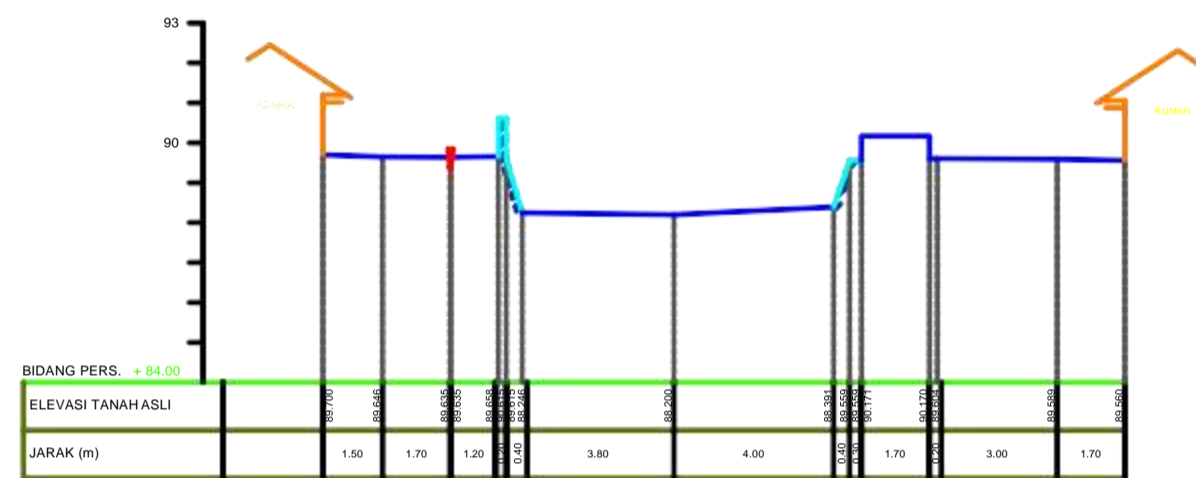
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *Rais*

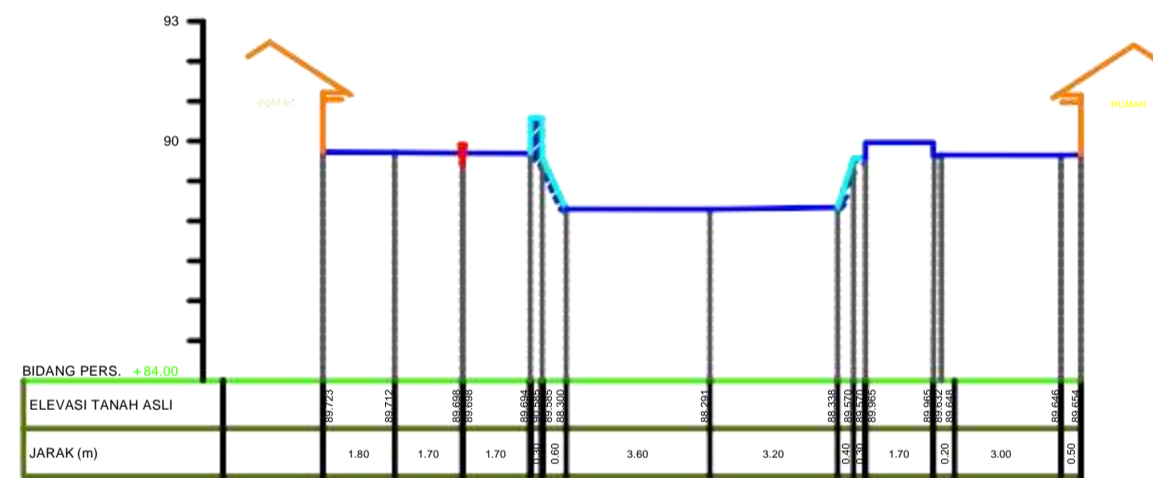
JML GAMBAR No.

83

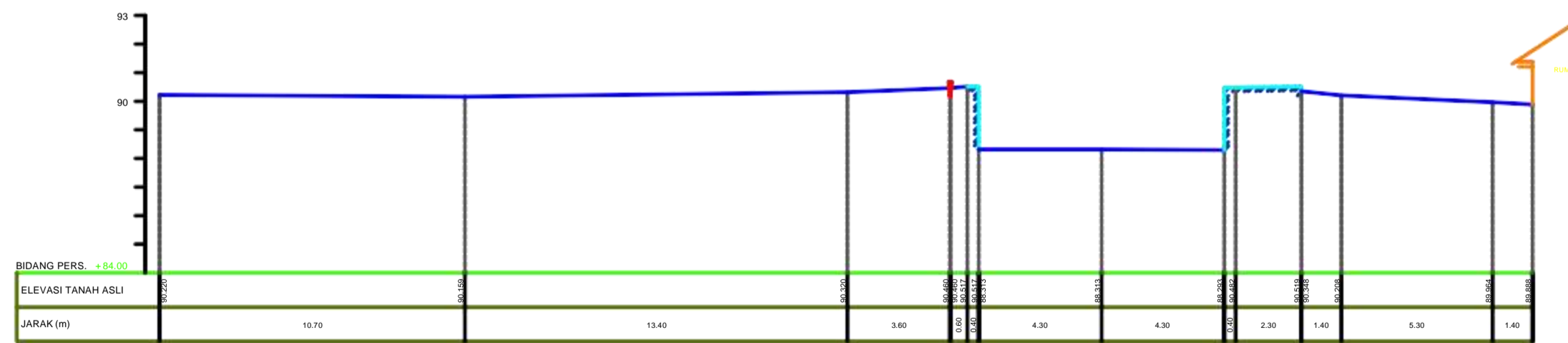
75



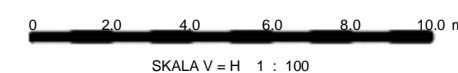
PP.50+35



PP.50+50



PP.50+86





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo - Kabupaten Boyi P.O BOX 307 Telp. Fax (0271) 720484, 720485, 720486, 720487

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *Ilham*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *Azhari*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *Retno*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *Suyono*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SUNGAI PEPE

PP.51-PP.51+50

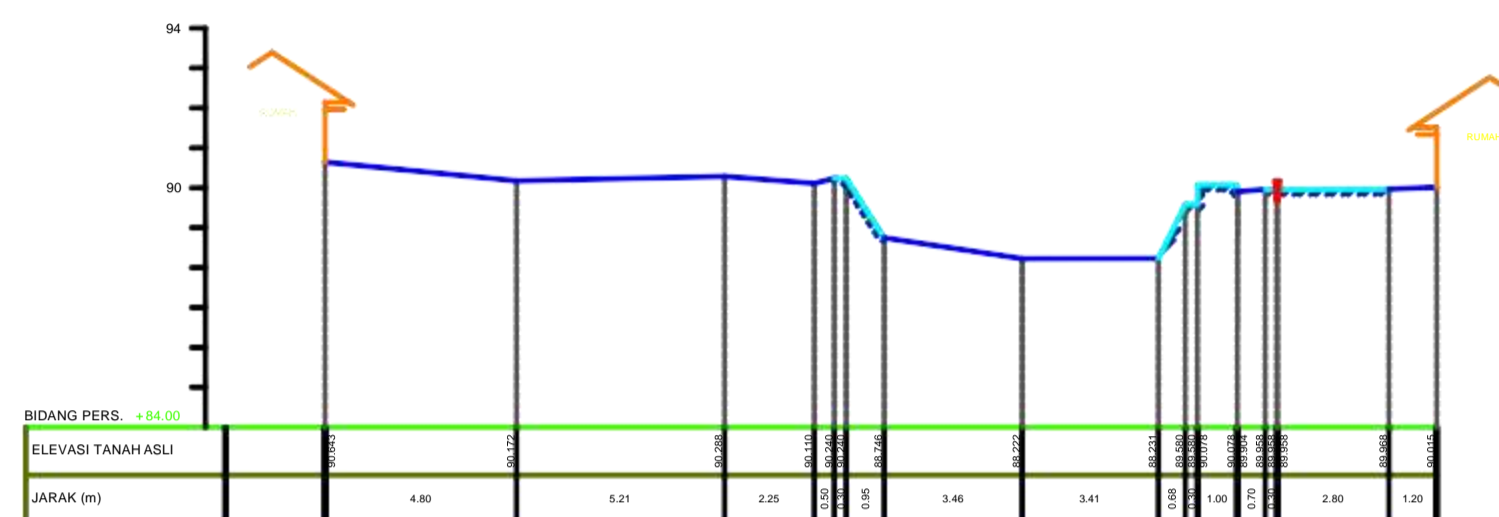
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *Rais Suwedi*

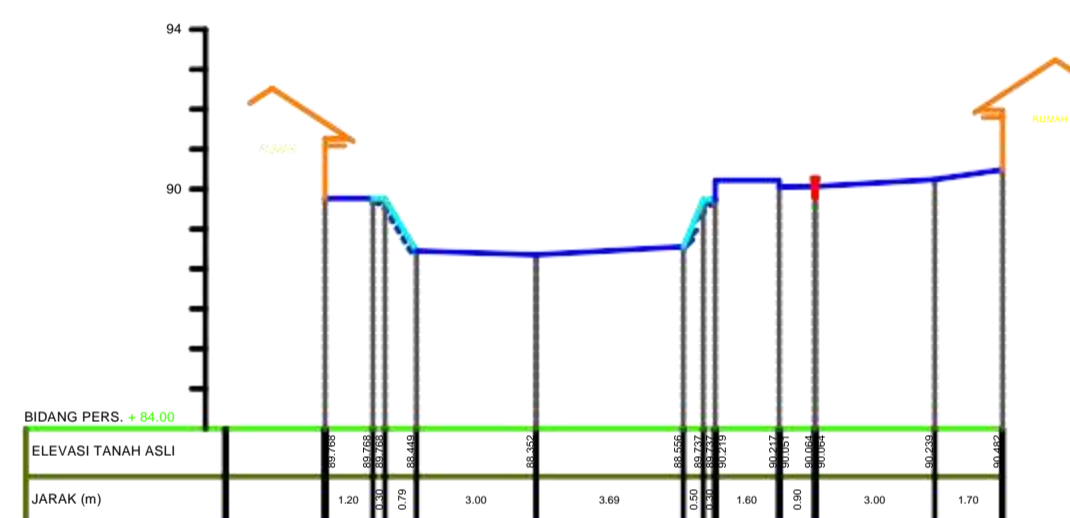
JML GAMBAR No.

83

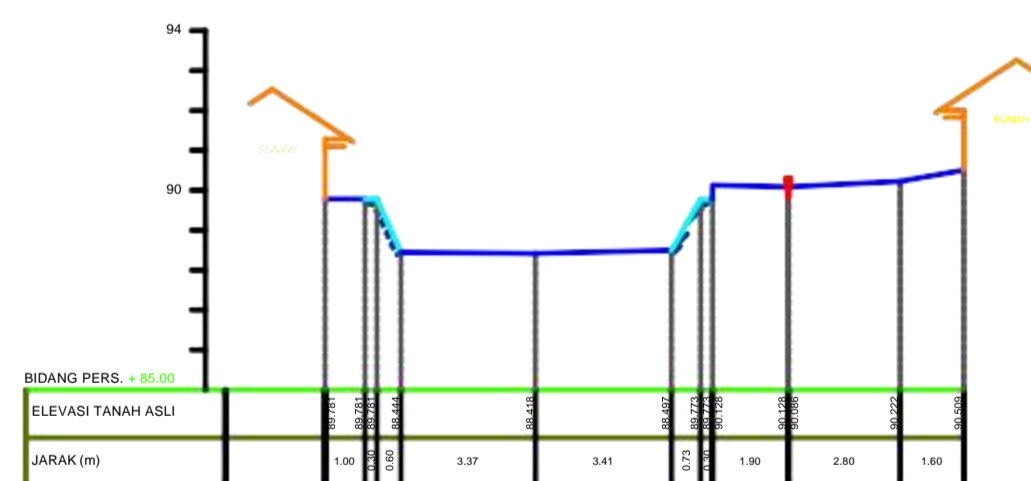
76



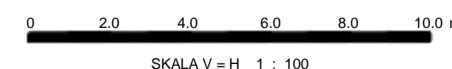
PP.51



PP.51+40



PP.51+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PELABAT PEMBIAYAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp: Fax (0271) 735448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
-----------	-------

Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
------------------------	--------------------

DIREKTUR	PARAF
----------	-------

Ir. Azhari	<i>[Signature]</i>
------------	--------------------

DIPERIKSA	PARAF
-----------	-------

Ir. Lilik Retno, MA	<i>[Signature]</i>
---------------------	--------------------

DISETUJUI	PARAF
-----------	-------

Suyono, SST	<i>[Signature]</i>
-------------	--------------------

CATATAN

GAMBAR

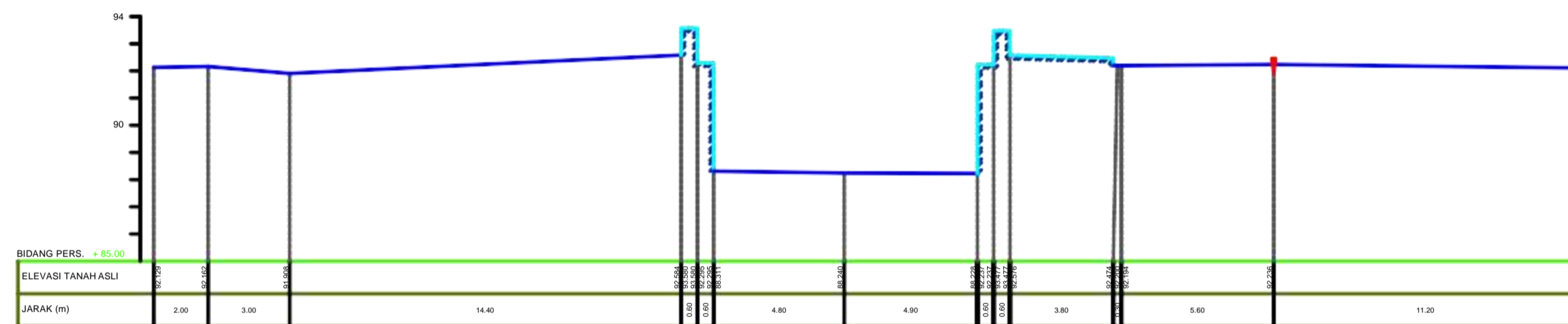
PENAMPANG MELINTANG
SUNGAI PEPE
PP.52+67-PP.53

DIGAMBAR	TGL	PARAF
----------	-----	-------

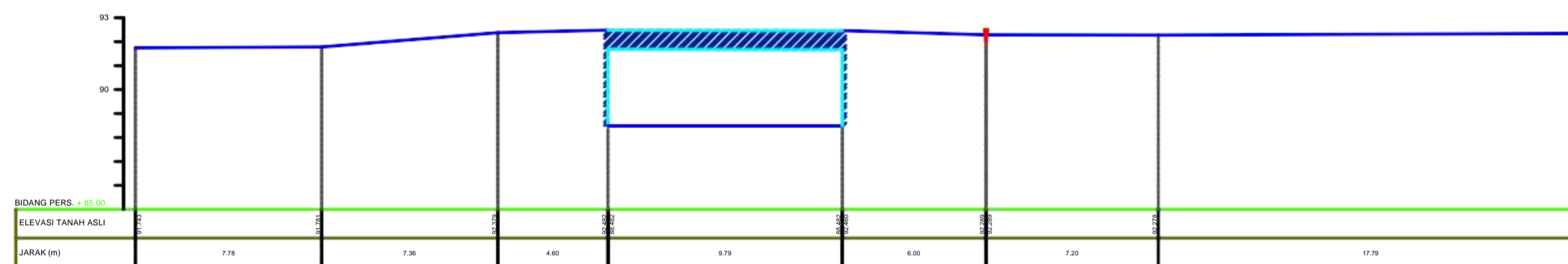
Rais Suwedi, ST	<i>[Signature]</i>
-----------------	--------------------

JML GAMBAR	No.
------------	-----

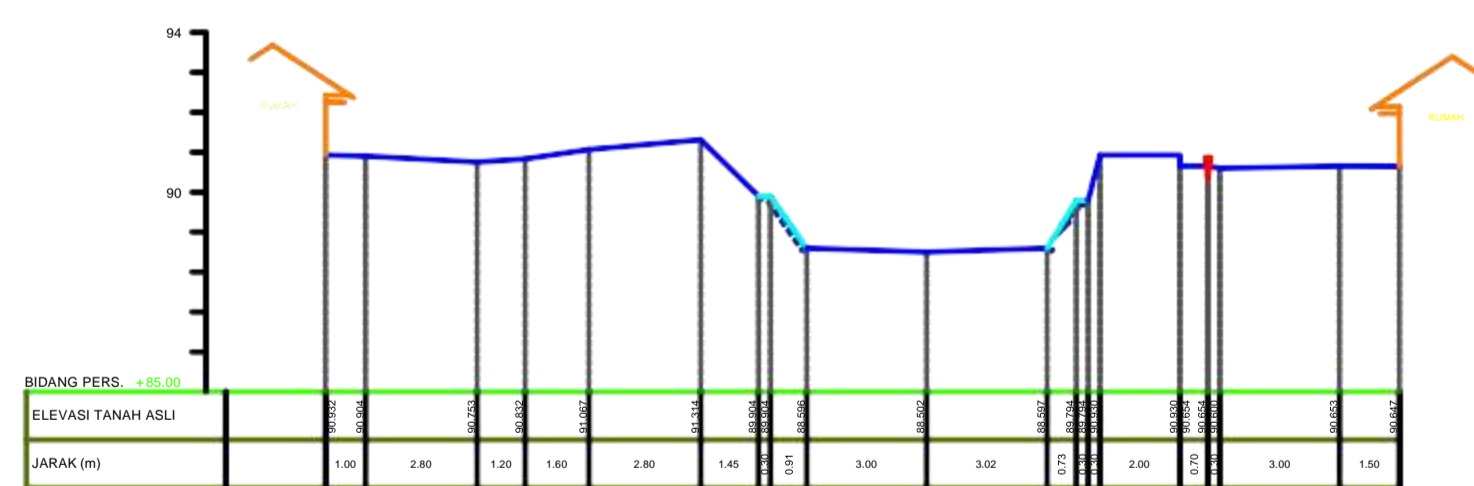
83	77
----	----



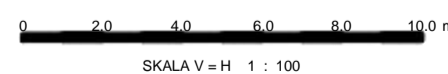
PP.52+67



PP.52+78



PP.53





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo - Kabupaten Klaten P. 55123-207 Telp. Fax 0271 720448, 720449, 720450, 720451

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SUNGAI PEPE

PP.53+25-PP.54

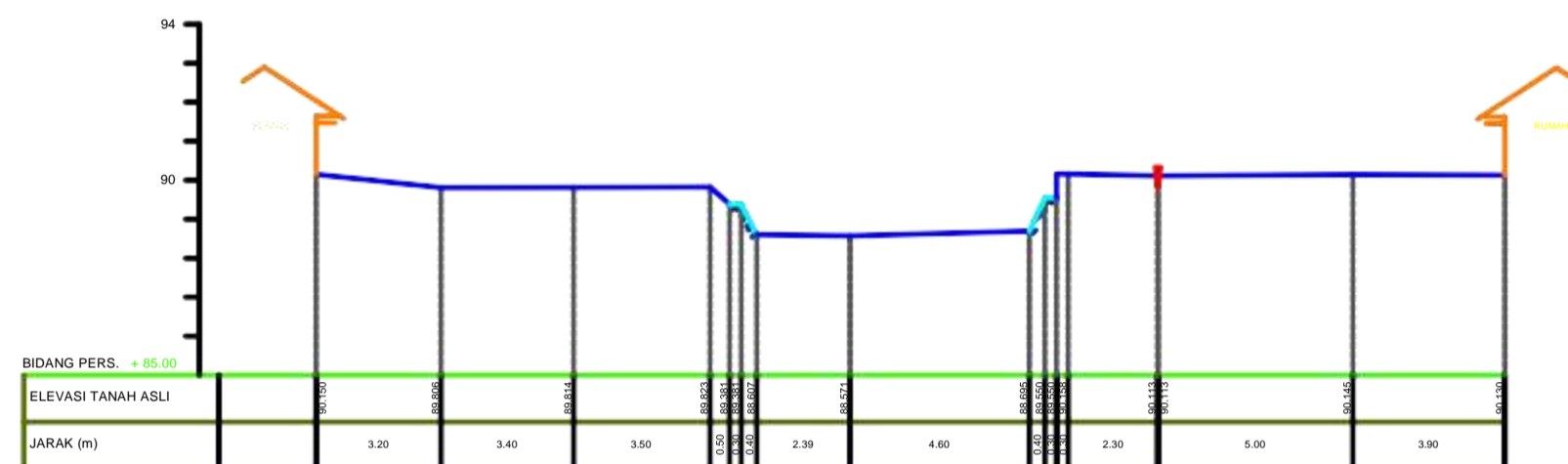
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST

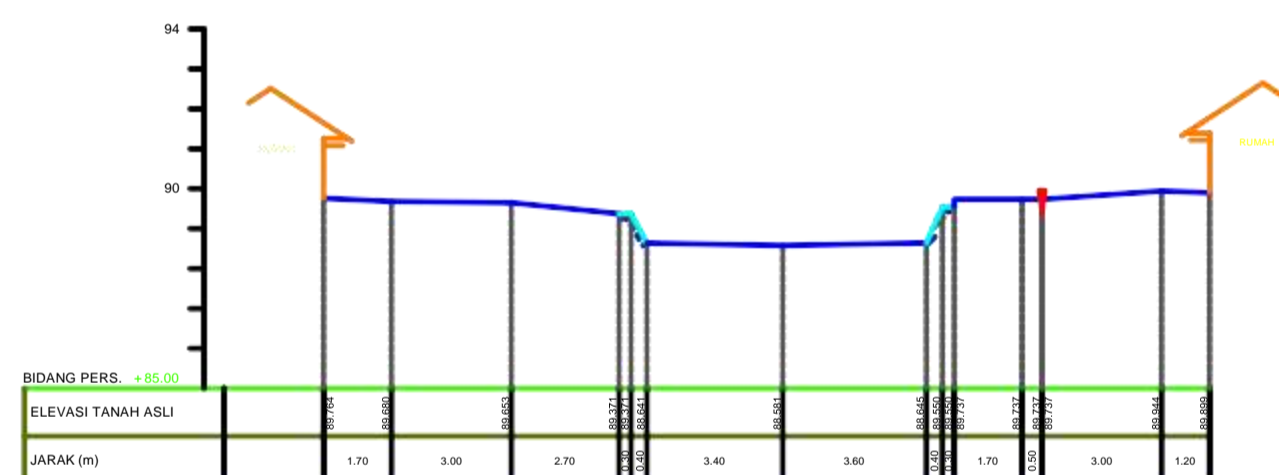
JML GAMBAR No.

83

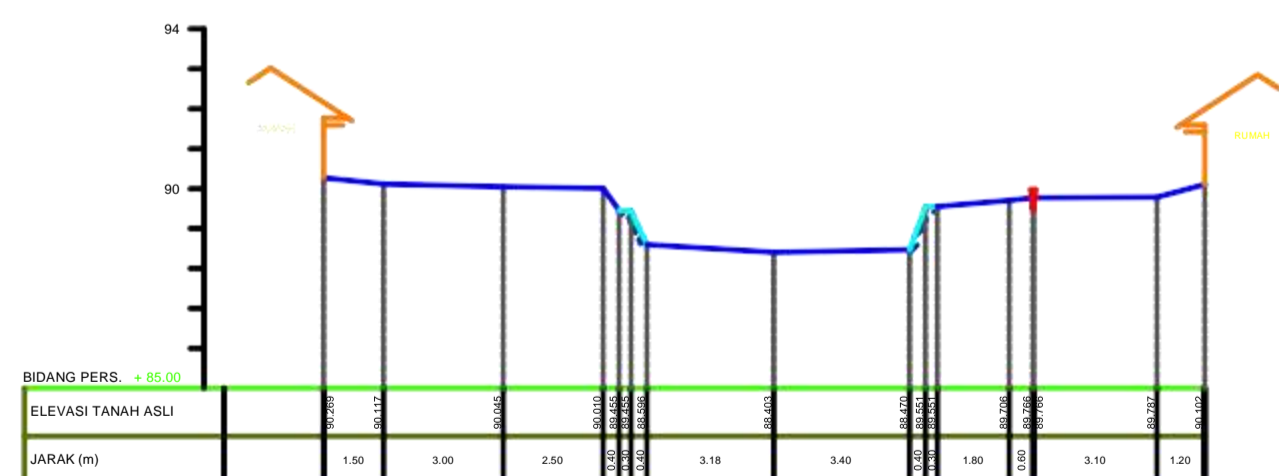
78



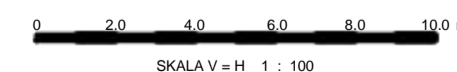
PP.53+25



PP.53+50



PP.54





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAY SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730446, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

PP.54+50-CP.9

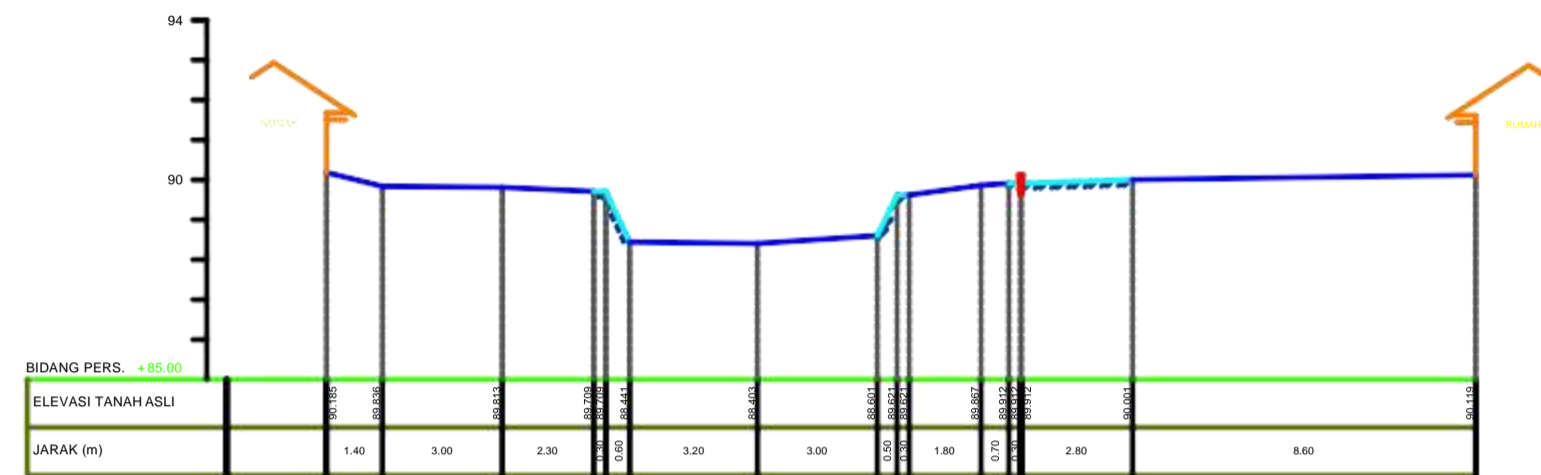
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST

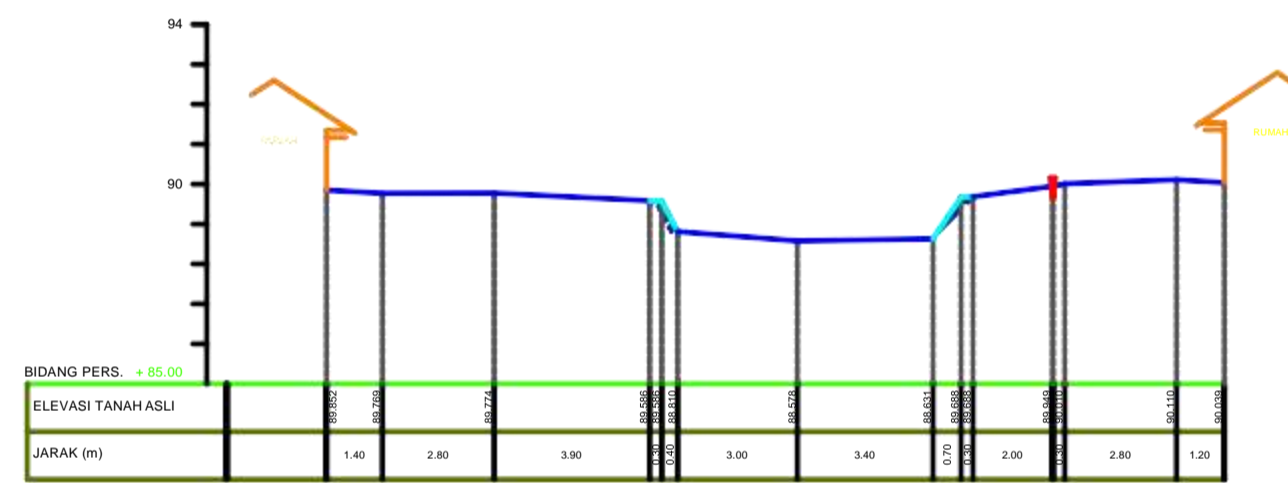
JML GAMBAR No.

83

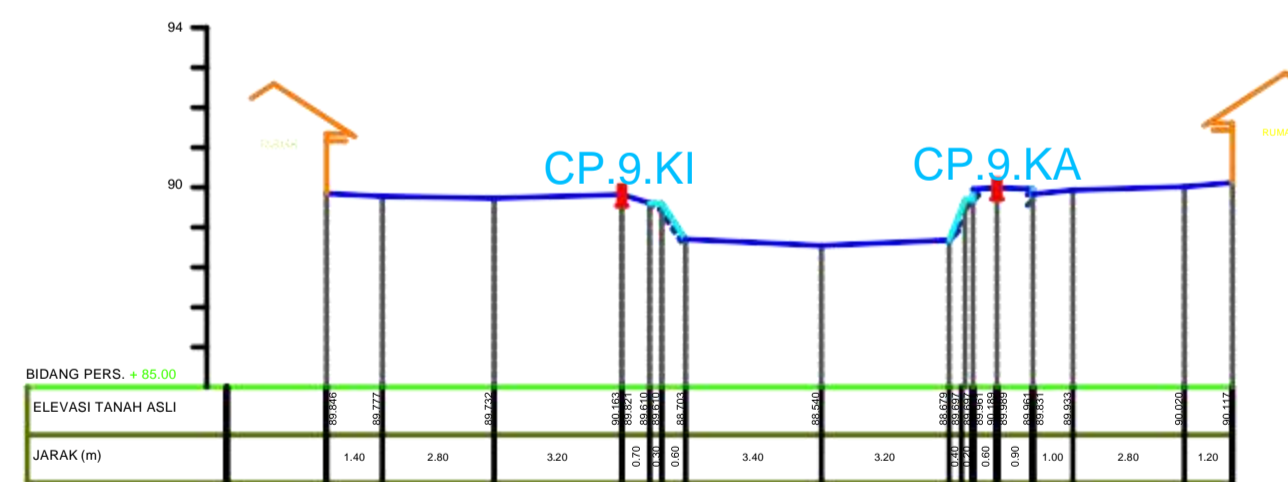
79



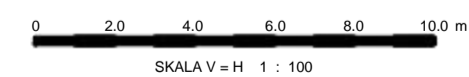
PP.54+50



PP.54+80



CP.9





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBIAYAAN KONTRAK PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp: Fax (0271) 730418, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *Ilham*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *Azhari*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Liik Retno, MA *Retno*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *Suyono*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE

PP.55-PP.56

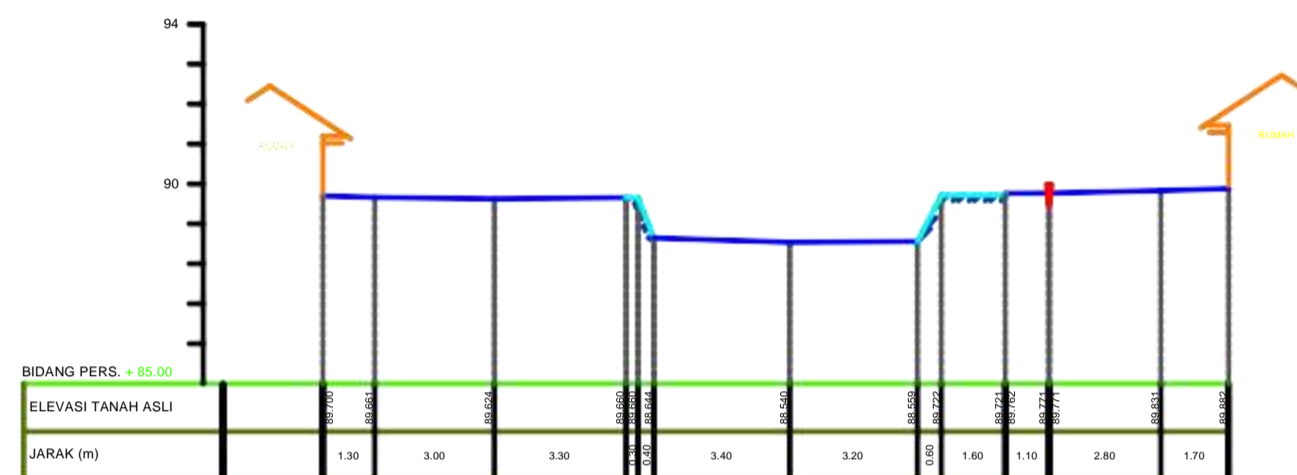
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *Rais*

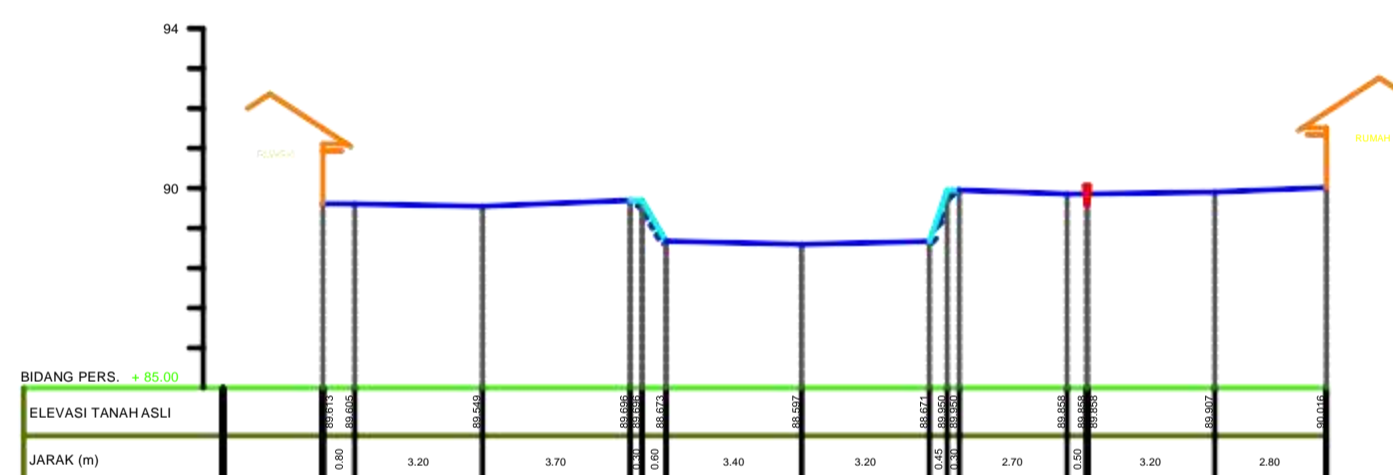
JML GAMBAR No.

83

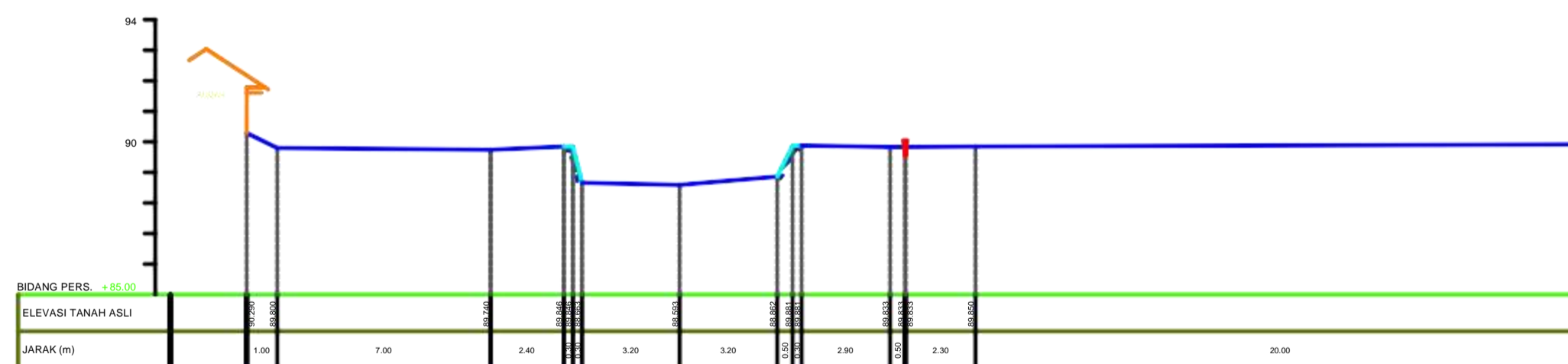
80



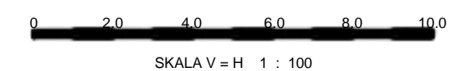
PP.55



PP.55+50



PP.56





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 J. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 387, Telp. Fax (0271) 73046, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM	PARAF
-----------	-------

Ir. Ilham Poernomo, MT	<i>[Signature]</i>
------------------------	--------------------

DIREKTUR Ir. Azhari	PARAF <i>[Signature]</i>
------------------------	-----------------------------

DIPERIKSA Ir. Lilik Retno, MA	PARAF <i>[Signature]</i>
----------------------------------	-----------------------------

DISETUJUI Suyono, SST	PARAF <i>[Signature]</i>
--------------------------	-----------------------------

CATATAN

GAMBAR

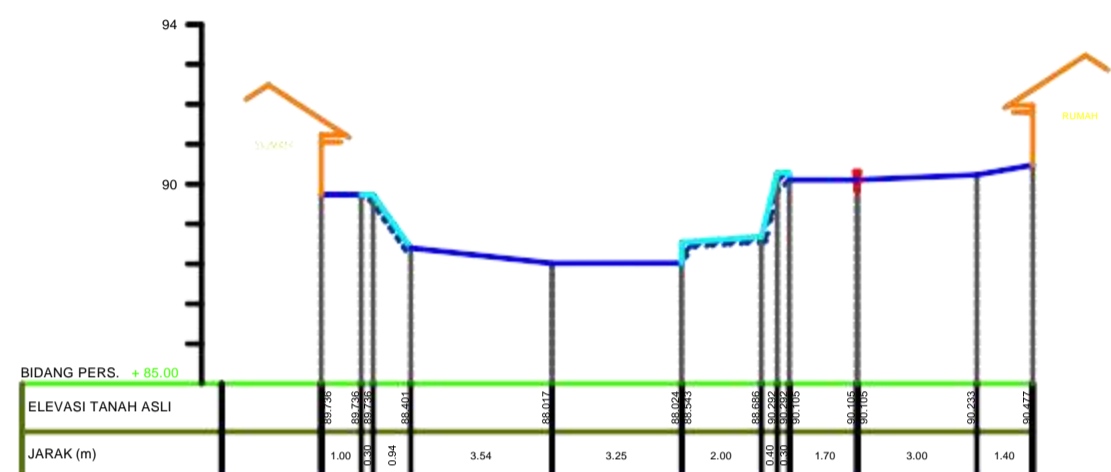
PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE
 PP.51+63-PP.52+50

DIGAMBAR	TGL	PARAF
----------	-----	-------

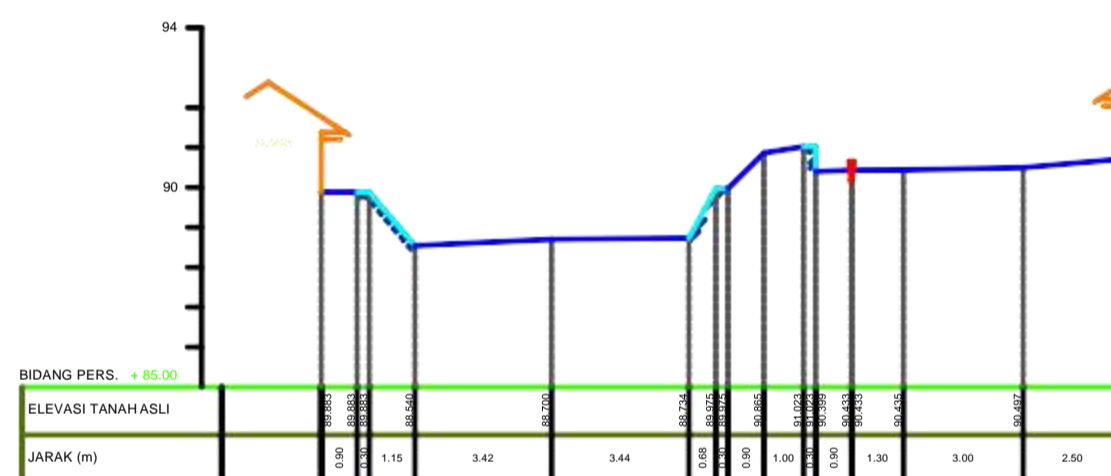
Rais Suwedi, ST		<i>[Signature]</i>
-----------------	--	--------------------

JML GAMBAR	No.	
------------	-----	--

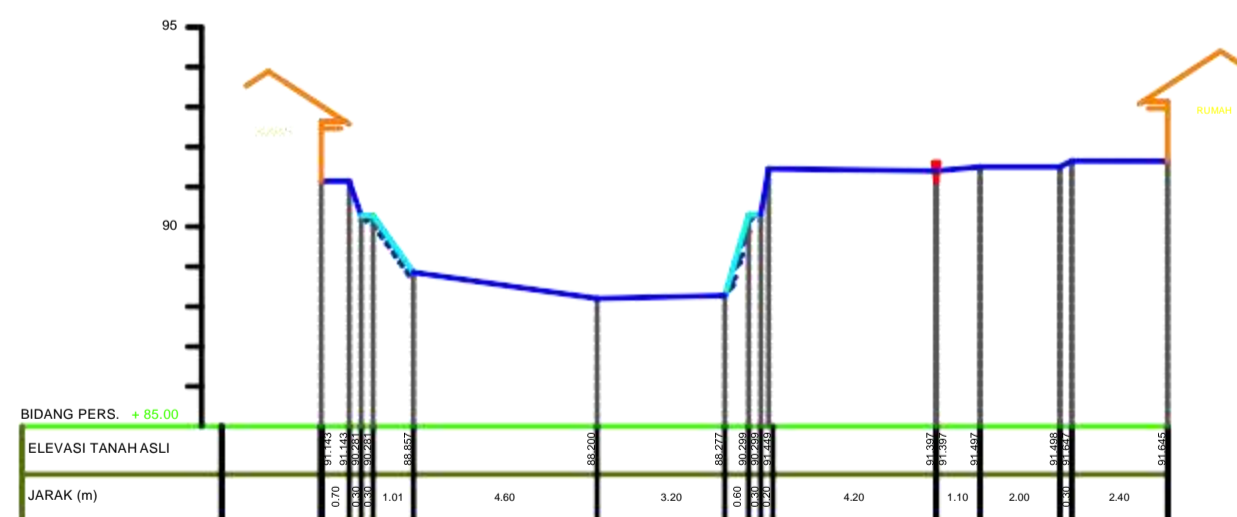
83	81	
----	----	--



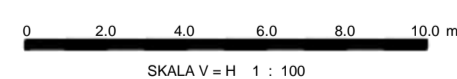
PP.51+63



PP.52



PP.52+50





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO
PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
J. Solo - Kertosura Km 7, PO BOX 287, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelin, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan
Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *[Signature]*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *[Signature]*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *[Signature]*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *[Signature]*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SUNGAI PEPE

PP.56+18-PP.56+24

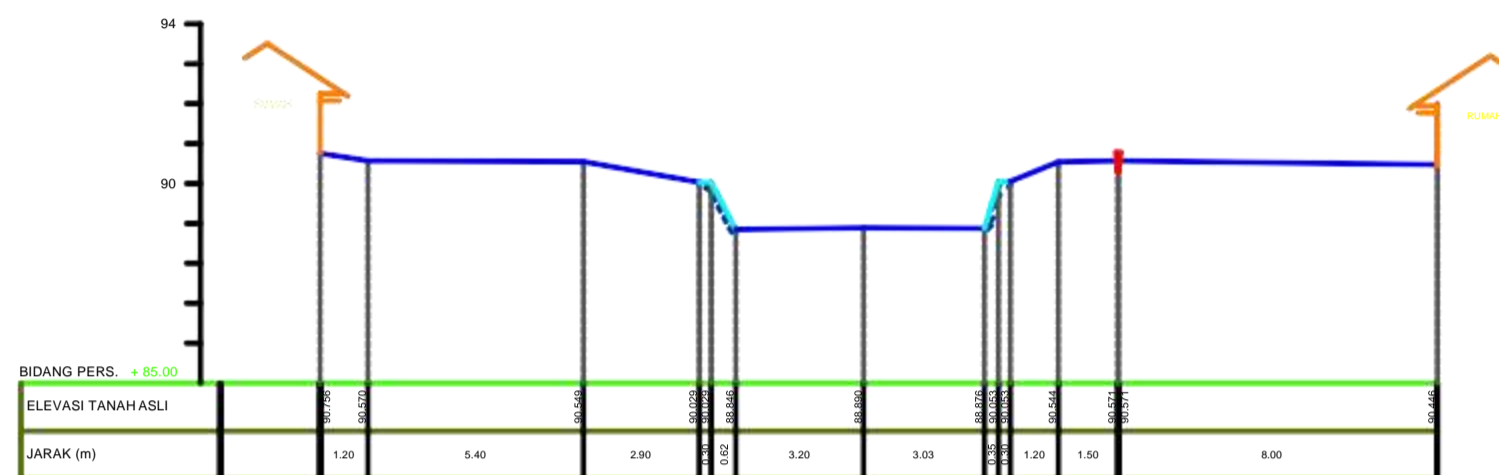
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *[Signature]*

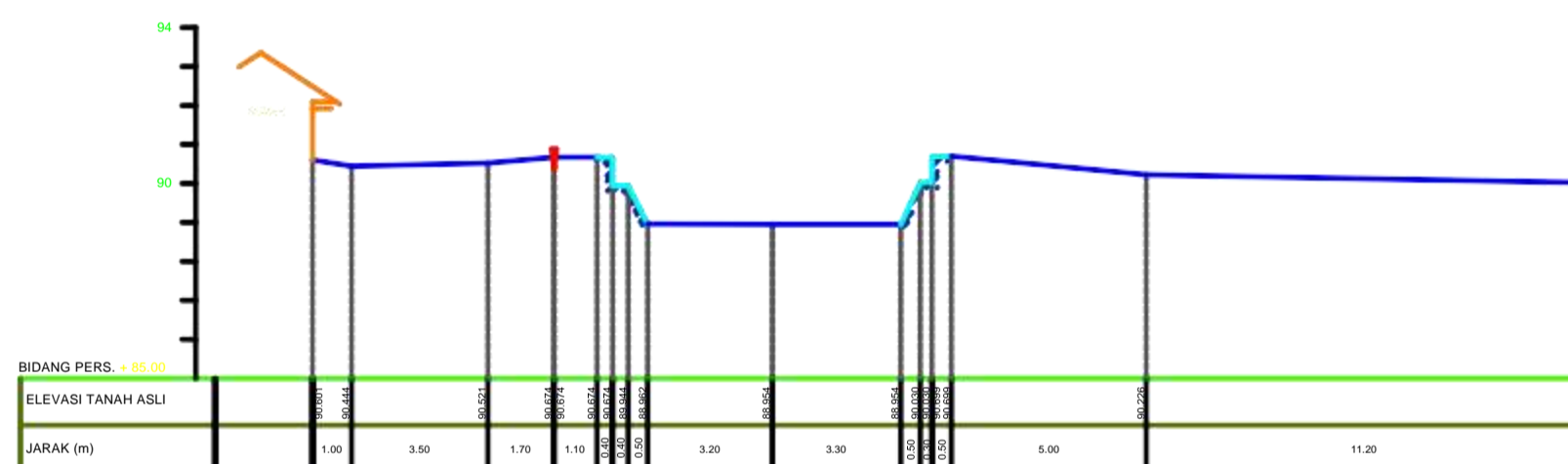
JML GAMBAR No.

83

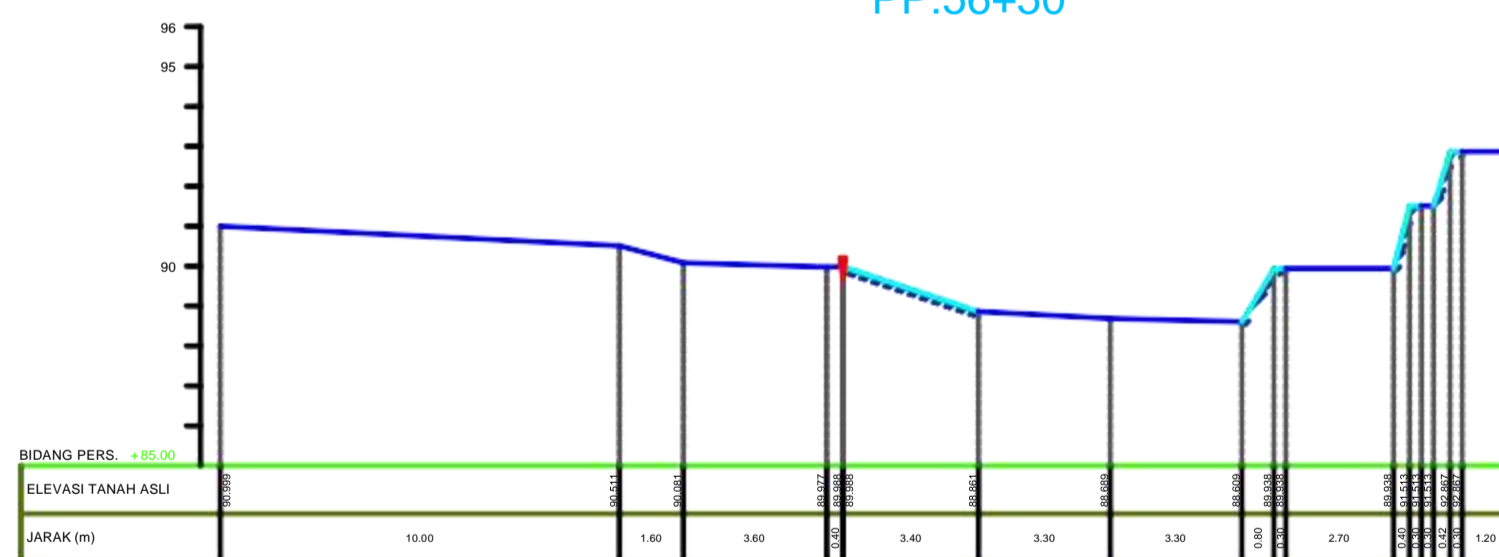
82



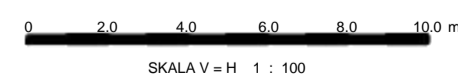
PP.56+18



PP.56+50



PP.56+24





KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BENGKAWAN SOLO
 PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN PERENCANAAN DAN PROGRAM
 Jl. Solo - Kartasura Km 7, PO BOX 267, Telp. Fax (0271) 730448, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo 57162

PROYEK

Studi Penataan Sempadan Sungai Pepe di Surakarta

KONTRAK

Nomor : HK0203-BS.02/2013-24
 Tanggal : 4 April 2013

PERENCANA



KETUA TIM PARAF

Ir. Ilham Poernomo, MT *Ilham*

DIREKTUR PARAF

Ir. Azhari *Azhari*

DIPERIKSA PARAF

Ir. Lilik Retno, MA *Lilik*

DISETUJUI PARAF

Suyono, SST *Suyono*

CATATAN

GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG SUNGAI PEPE
 PP.57-PP.57+57

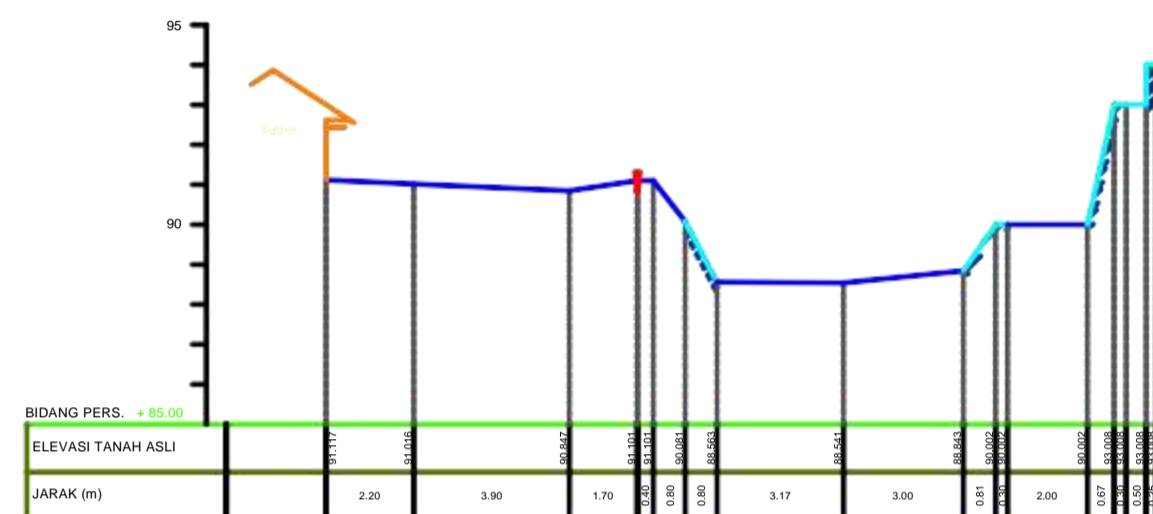
DIGAMBAR TGL PARAF

Rais Suwedi, ST *Rais*

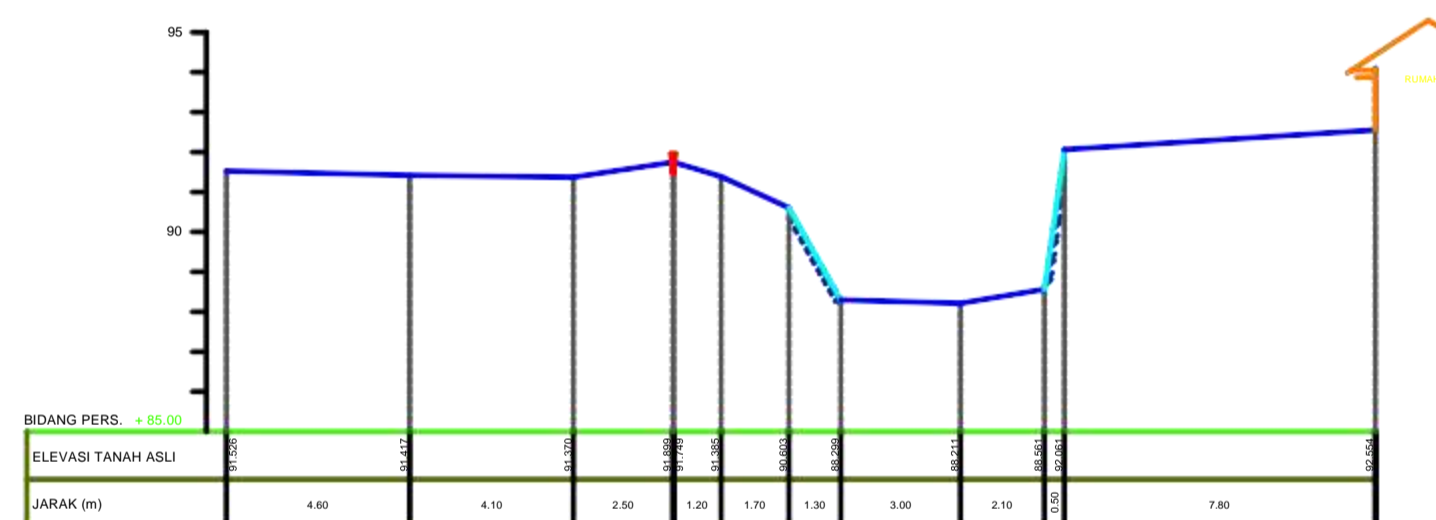
JML GAMBAR No.

83

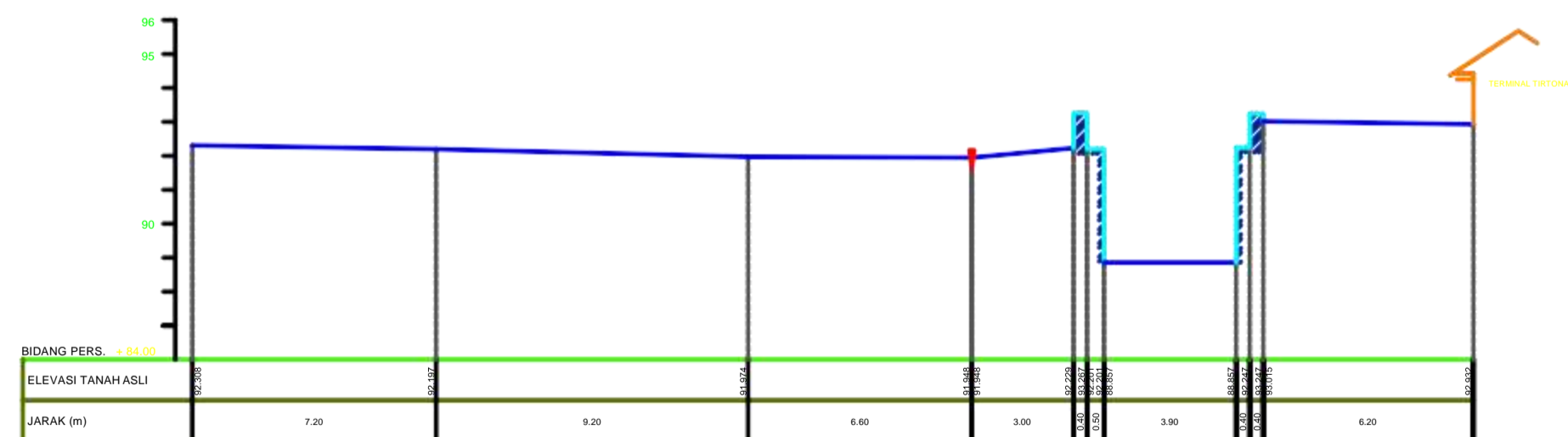
83



PP.57



PP.57+50



PP.57+57

