

## PERENCANAAN ULANG SISTEM SALURAN DRAINASE DI JALAN XX – JALAN XX KECAMATAN XX KABUPATEN XX

Agryani Purbaningtyas<sup>1</sup>, Suhartono<sup>2</sup>, Mohamad Zenurianto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang ; <sup>3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

<sup>1</sup>agryanipurbaningtyas@yahoo.com ; <sup>2</sup>tonohartono021@gmail.com ; <sup>3</sup>mzenurianto@polinema.ac.id

### ABSTRAK

Jl. Xx – Jl. Xx terdapat salah satu titik yang pada saat musim hujan terjadi genangan sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan pada jalan. Tujuan dari skripsi ini adalah untuk merencanakan ulang dimensi, merencanakan biaya dan penjadwalan pekerjaan.

Data yang dibutuhkan adalah data curah hujan tahun 2009-2018 dari 3 stasiun terdekat, peta topografi, jumlah penduduk Kecamatan Xx tahun 2018, dan harga satuan pekerjaan Kabupaten Xx tahun 2018. Perencanaan ulang ini menggunakan debit rancangan dengan kala ulang 5 tahun. Metode yang digunakan adalah metode rasional dengan membandingkan debit rencana dan debit pada saluran eksisting.

Hasil survai yang di dapat kondisi saluran eksisting terdapat banyak sampah, endapan, tumbuhan, dan beberapa saluran rusak. Curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun 95.091 mm/hari. Dimensi terbesar untuk perencanaan ulang sebesar 1.7 m x 1.7 m, sedangkan terkecil sebesar 0.6 m x 0.6 m. Merencanakan bangunan penunjang seperti gorong-gorong, inlet, terjunan dan sumur resapan, dengan biaya total Rp 8.435.671.000, pekerjaan tersebut dapat selesai selama 95 hari kerja.

**Kata kunci :** biaya, genangan, perencanaan ulang

### ABSTRACT

*Jl. Xx – Jl. Xx there is one of the point where during the rainy season there is a puddle that cause damage to the road. The purpose of this study is to redesign of drainage system, plan the cost estimate and to make scheduling.*

*The required rainfall data for 2009-2018 are obtained from 3 nearby rain stations, topographic, population data in the sub-district Xx in 2018, and Work Unit Price of Xx Regency in 2018. The redesign use a design discharge with the 5 years cycle time. The methode is used rational method by comparing the discharge plan and discharge on the exsisting channels.*

*The result of the survey of the condition the existing channels contained a lot of garbage, sediment, weed, and some damaged the channels. The rain discharge design with a 5 years cycle time is 95.091 mm/day. The biggest dimensions for the redesign is 1.7 m x 1.7 m, while the smallest is 0.6 m x 0.6 m. Plan supporting buildings such as water tunnels, inlets, step buildings, and infiltration wells, with the total cost of IDR 8,435,671,000, the project can be completed within 95 work days.*

**Keywords:** cost, puddle, redesign

### 1. PENDAHULUAN

Kabupaten Xx memiliki luas wilayah 3530 km<sup>2</sup>, dengan jumlah penduduk hampir mencapai 2,5 juta jiwa pada tahun 2018. Dengan meningkatnya jumlah penduduk maka akan menyebabkan berkurangnya daerah resapan, karena beralih menjadi daerah pemukiman. Dengan berkurangnya daerah resapan dapat menyebabkan genangan atau bahkan banjir pada saat musim hujan dengan intensitas tinggi.

Salah satu titik di jalan yang ditemukan terdapat genangan adalah pada Jalan Xx. Genangan biasanya terjadi pada saat musim hujan saja, tetapi dampak dari genangan

tersebut yaitu kerusakan pada badan jalan yang disebabkan oleh adanya endapan dan sampah pada saluran drainase, saluran drainase masih berbentuk alamiah, beberapa saluran drainase rusak, kurangnya bangunan penunjang, tidak adanya ruang terbuka hijau, serta adanya perubahan tata guna lahan.

Kawasan jalan ini terdapat industri atau pabrik dan gerbang keluar tol, sehingga dengan adanya genangan tersebut dapat mengganggu distribusi produk dan bahan-bahan dari pabrik dan mengurangi kenyamanan dalam berkendara dan juga dapat menyebabkan kemacetan pada jalan tersebut.

### 2. METODE

**Analisis Hidrologi**

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari kejadian, pergerakan, sirkulasi, dan distribusi air di bumi. Namun hidrologi erat kaitannya dengan ketidakpastian. Ketidakpastian dalam hidrologi bersumber dari sifat keacakan alam, keterbatasan teori dalam menjelaskan fenomena alam, dan ketidakakuratan dalam pencatatan data (Suripin, 2004).

**Data Curah Hujan**

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian yaitu selama 10 tahun (2009 - 2018) pada 3 stasiun terdekat dengan daerah studi.

**Uji Konsistensi**

Uji konsistensi data hujan diperlukan untuk menentukan apakah data hujan telah konsisten dan perlu dilakukan koreksi jika terjadi inkonsistensi. Metode yang dilakukan dalam perhitungan uji konsistensi menggunakan metode dengan kurva massa ganda atau *double – mass curve*. Data yang digunakan untuk perhitungan adalah data kumulatif yang kemudian akan membentuk garis linier. Berikut langkah pengujian uji konsistensi :

1. Menentukan data curah hujan maksimum pada masing-masing stasiun hujan tiap tahunnya.
2. Hitung rata-rata data hujan dengan cara mencari curah hujan pada tanggal yang sama dari 3 stasiun, dengan acuan tanggal pada curah hujan maksimum.

$$drata - rata\ tgl\ X = \frac{\sum(dx\ STA\ A+dx\ STA\ B+dx\ STA\ C)}{3} \dots\dots\dots(2.1)$$

3. Berdasarkan nilai rata-rata, kemudian mencari nilai kumulatif (sumbu X).

$$drata - rata = \frac{\sum(dx\ STA\ A+dx\ STA\ B+dx\ STA\ C)}{3} \dots\dots\dots(2.2)$$

4. Dari persamaan diatas selanjutnya menghitung nilai kumulatif dari rata-rata 3 stasiun untuk menentukan sumbu Y.

$$Kum\ X = dx\ tahun\ A + dx\ tahun\ B \dots\dots\dots(2.3)$$

5. Masuk ke kurva massa ganda. Menentukan trend baru dan trend lama. Trend baru (m1) merupakan data yang diasumsikan dalam garis lurus, sedangkan trend lama (m2) yaitu data yang diasumsikan tidak dalam garis lurus. Untuk menghitung nilai gradient dari m1 dan m2 dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$m = \frac{[(n\sum xi.yi) - (\sum xi.\sum yi)]}{[(n\sum xi^2) - (\sum xi)^2]} \dots\dots\dots(2.4)$$

6. Menghitung nilai faktor koreksi menggunakan rumus :  $f = \frac{m1}{m2} \dots\dots\dots(2.5)$

**Gumble Type I**

Tipe ini umumnya digunakan untuk analisis data maksimum dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_{ranc} = X + (Yt - Yn) \times \left(\frac{S}{Sn}\right) \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

$X_{ranc}$  = Curah hujan rancangan

X = Rata-rata hujan

$$Yt = -\ln \left[ -\ln \frac{Tr-1}{Tr} \right] \dots\dots\dots(2.16)$$

$Yn$  = Reduced mean pada n (tabel 2.4)

$Sn$  = Reduced standard deviation n (tabel 2.5)

$Tr$  = Kala ulang hujan

**Uji Kesesuaian Distribusi**

Uji kesesuaian distribusi diperlukan untuk mengukur tingkat kesesuaian distribusi serangkaian data hujan dengan distribusi teoritis tertentu dengan cara menggambarkan hubungan data hujan empiris dan persamaan curah hujan rancangan yang didapat dari analisis data empiris dengan peluang di atas kertas distribusi.

1. Uji *Smirnov – Kolmogorov*

$$\Delta P = |P_{empiris} - P_{teoritis}| \dots\dots\dots(2.21)$$

Mencari Do pada tabel untuk n tertentu dan  $\alpha$  tertentu, tergantung dari nilai keyakinan umumnya  $\alpha = 0.05$ . Dengan syarat sesuai apabila  $\Delta P$ , Do.

2. Uji *Chi - Square*

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode Uji *Chi – Square* adalah sebagai berikut :

$$X^2_{hit} = \frac{\sum_{t=1}^n (d_{empiris} - d_{teoritis})^2}{d_{teoritis}} \dots\dots\dots(2.22)$$

Keterangan :

$X^2_{hit}$  = Nilai Chi-Kuadrat terhitung

$d_{teoritis}$  = Frekuensi yang diharapkan

$d_{empiris}$  = Frekuensi yang terbaca

n = Jumlah sub kelompok

**Intensitas Curah Hujan**

Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada kurun waktu dimana air tersebut berkonsentrasi, biasanya dinotasikan dengan satuan ( mm/Jam), yang artinya tinggi curah hujan yang terjadi sekian mm dalam kurun waktu per jam. Rumus intensitas curah hujan menurut (Suripin,2004) adalah :

- Rumus Mononobe

$$I = \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.26)$$

Keterangan :

I = Intensitas hujan ( mm/jam )

R24 = Curah hujan harian maksimum ( mm )

$tc$  = Waktu Konsentrasi ( jam )

Menurut SNI 03-3424-1994, dalam perencanaan drainase jalan raya, waktu konsentrasi dihitung dengan persamaan :

$$tc = t0 + td \dots\dots\dots(2.23)$$

$$t0 = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L0 \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right]^{0,167} \dots\dots\dots(2.24)$$

$$td = \frac{Ls}{60 \times V} \dots\dots\dots(2.25)$$

Keterangan :

$tc$  = waktu konsentrasi (jam)

$t0$  = waktu yang diperlukan bagi air mulai jatuh di titik terjauh dari daerah pengaliran (jam)

$td$  = waktu yang diperlukan bagi air mulai dari masuk di ujung hulu dan mengalir hingga hilir (jam)

$L0$  = panjang lintasan aliran (m)

$nd$  = koefisien hambatan (tabel 2.10)

S = kemiringan permukaan daerah pengaliran

Ls = panjang lintasan aliran di saluran (m)

V = kecepatan aliran di saluran (m/dt)

**Debit Banjir Rancangan**

Debit banjir rancangan adalah suatu nilai debit limpasan permukaan tertentu dimana akan terjadi debit limpasan yang melampaui nilai tersebut dalam peluang tertentu.

Debit banjir rancangan baik untuk daerah pengaliran jalan atau pemukiman dalam menggunakan persamaan (Suripin,2004) :

$$Q = C \times I \times A \dots\dots\dots(2.27)$$

Keterangan :

- Q = Debit banjir (m<sup>3</sup>/det)
- C = Koefisien pengaliran
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah pengaliran (m<sup>2</sup>, km<sup>2</sup>, ha)

**Dimensi Saluran**

Perencanaan digunakan dengan penampang berbentuk persegi dengan rumus menurut (Triatmodjo,1993) sebagai berikut :

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots(2.30)$$

Dengan :

- Q = Debit pengaliran (m<sup>3</sup> /dtk).
- V = Kecepatan rata-rata (m/dtk).
- A = Luas penampang basah saluran (m<sup>2</sup>).

**Kecepatan Aliran dan Jenis Aliran**

Faktor yang mempengaruhi kecepatan aliran dari perencanaan saluran drainase, yaitu :

- a. Kemiringan saluran

Rumus Manning

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots(2.31)$$

Keterangan :

- V : kecepatan aliran (m/dt)
- R : jari-jari hidrolis
- S : kemiringan dasar saluran
- n : koefisien kekasaran manning

- b. Rumus untuk bilangan Froude

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot h}} \dots\dots\dots(2.40)$$

Keterangan :

- V : kecepatan aliran (m/dt)
- h : kedalaman aliran (m)
- g : percepatan gravitasi (m/det<sup>2</sup>)

**Curb Inlet**

Kapasitas *Curb Inlet* :

$$Q = 0.36 \times g \times b \times h^{3/2} \dots\dots\dots(2.42)$$

Keterangan :

- Q : Kapasitas *curb* inlet (m<sup>3</sup> /detik)
- b : Lebar bukaan *curb* inlet (m)
- g : Gaya gravitasi (m<sup>3</sup>/detik)
- h : Tinggi rata – rata air di depan inlet (m)

**Sumur Resapan**

Sumur resapan adalah lubang untuk memasukkan air ke dalam tanah, sedangkan sumur air minum adalah untuk menaikkan air tanah ke permukaan (Kusnaedi, 2011).

Untuk perhitungan muka air sumur resapan sebagai berikut :

$$H = \frac{Q}{F \cdot K} \left[ 1 - e \left( - \frac{F \cdot K \cdot T}{\pi R^2} \right) \right] \dots\dots\dots(2.51)$$

Dengan :

- H = tinggi muka air dalam sumur (m).
- F = faktor geometrik (m).
- Q = debit air masuk (m<sup>3</sup>/det).
- T = waktu pengaliran (det).
- K = koefisien permeabilitas tanah (m/det).
- R = jari-jari sumur (m).

**Rencana Anggaran Biaya**

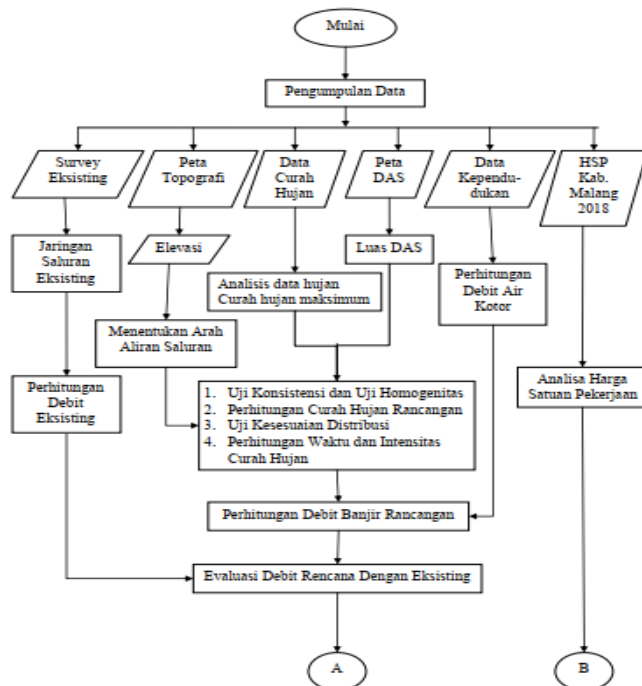
Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya anggaran biaya suatu bangunan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek, setiap daerah memiliki harga satuan yang berbeda-beda.

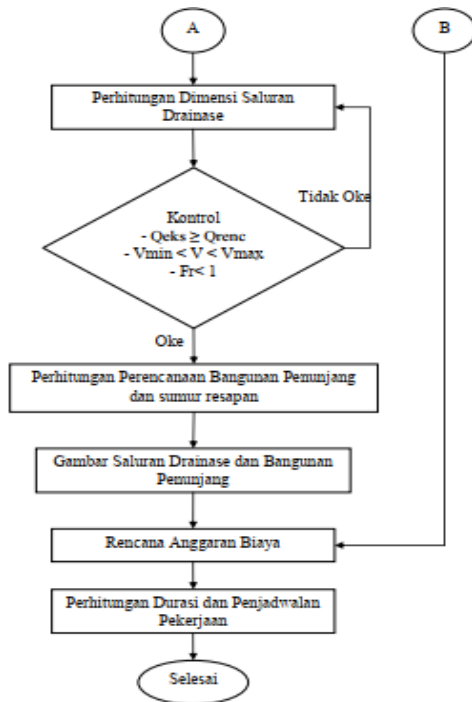
**Penjadwalan**

Jenis penjadwalan yang digunakan dalam perencanaan ini adalah Penjadwalan *Barr Chart* (Diagram Batang). Metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi waktu dan urutan pekerjaan untuk merencanakan suatu kegiatan yang terdiri dari waktu mulai, waktu selesai dan waktu pelaporan. Penggunaannya sendiri digabungkan dengan kurva “S”, sedangkan kurva “S” merupakan gambaran kemajuan/*progress* kerja (bobot %).

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berikut adalah diagram alir penelitian :





Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

**Data Curah Hujan**

**Tabel 1** Rekap Data Curah Hujan Maksimum Tahunan

Tahun	Stasiun A	Stasiun B	Stasiun C	CH Rata-Rata Max
2018	82	94	126	55.67
2017	98	132	100	61.33
2016	122	122	153	91.00
2015	84	170	86	56.67
2014	112	134	115	59.67
2013	178	101	111	105.67
2012	160	125	90	53.33
2011	80	101	93	50.00
2010	96	178	125	111.33
2009	55	108	140	65.00
Rata-rata	106.70	126.50	113.90	

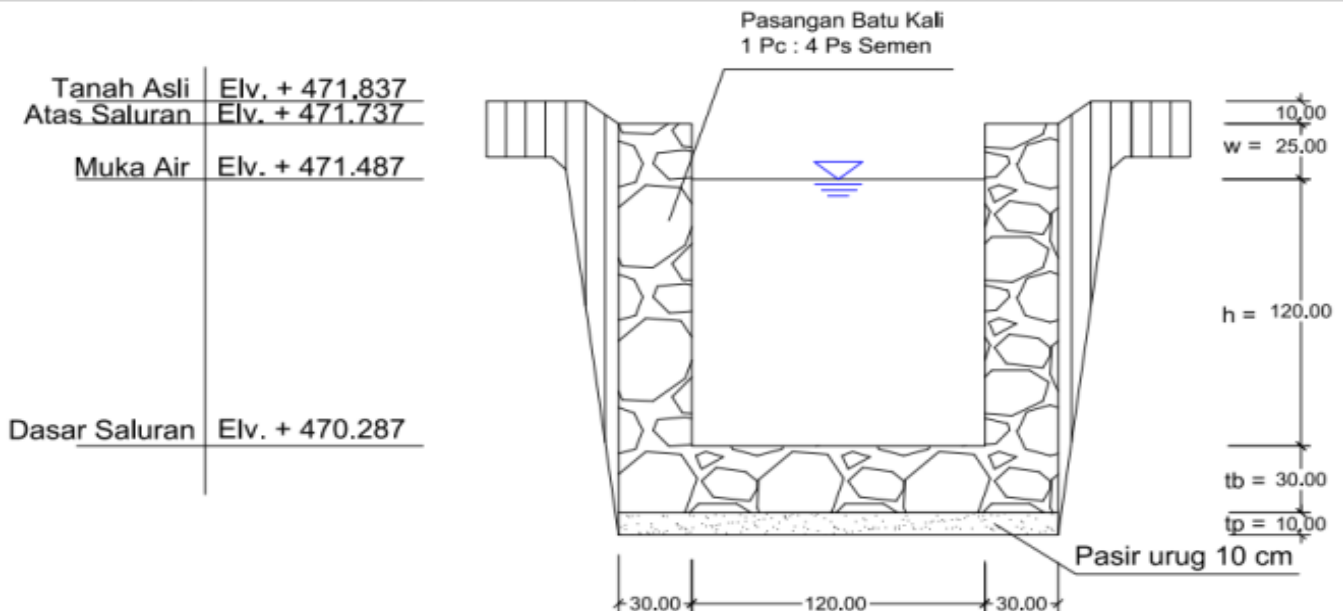
**Debit Banjir Rancangan**

Berdasarkan hasil perhitungan debit rancangan akhir, yaitu debit rancangan yang diperoleh dari debit kumulatif jalan, pemukiman, sawah, air kotor dan sumur resapan diperoleh debit terbesar yang dapat dialirkan oleh saluran yaitu sebesar 4.208 m<sup>3</sup>/det.

**Dimensi Saluran**

Pada perencanaan ini digunakan bahan saluran batu kali dengan dimensi berbentuk persegi dan menggunakan persamaan  $b=h$ , dikarenakan keterbatasan lahan yang ada.

Berdasarkan hasil perhitungan dimensi, diperoleh 8 variasi dimensi saluran yang digunakan, dengan ukuran terbesar yaitu 1.7 m x 1.7 m sedangkan terkecil 0.6 m x 0.6 m dan gorong-gorong menggunakan bahan beton (*U-ditch*) dilengkapi bangunan penunjang lain seperti inlet *curb*, terjunan dan sumur resapan.



Gambar 2 Potongan Melintang Saluran P43 Timur

### Rencana Anggaran Biaya dan Penjadwalan

Dari hasil perhitungan volume pekerjaan dan HSP, diperoleh Rencana Anggaran Biaya dan Penjadwalannya sebesar Rp 8.435.671.000, dan lama waktu pengerjaan 95 hari kerja.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan hasil pengamatan yang didapat di lapangan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan pengamatan pada kondisi saluran eksisting, ditemukan pada dasar saluran terdapat sedimen yang cukup tebal, beberapa saluran rusak, serta banyak ditumbuhi tumbuhan dan terdapat sampah. Bahan saluran yang digunakan yaitu beton, batu kali dan beberapa saluran yang masih berupa saluran alamiah. Pada hasil survai kondisi eksisting didapat dimensi saluran terkecil  $b = 0.3$  m dan  $h = 0.35$ , sedangkan untuk penampang terbesar  $b = 2.11$  m dan  $h = 1.39$  m.
2. Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan debit hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun sebesar 95.091 mm/hari.
3. Dimensi saluran yang direncanakan berbentuk segi empat dengan lebar dan tinggi penampang terkecil 0.6 m x 0.6 m, sedangkan penampang terbesar 1.7 m x 1.7 m. Pada perencanaan bangunan penunjang seperti gorong – gorong berbentuk segi empat dari bahan beton (*U-ditch*), memiliki lebar dan tinggi penampang basah yang bervariasi yaitu untuk terkecil 0.8 m x 0.8 m, sedangkan terbesar yaitu 1.4 x 1.4 m. Bangunan penunjang kedua adalah inlet, sebagian besar setiap saluran membutuhkan 1 inlet setiap sta. Di beberapa titik saluran membutuhkan bangunan terjunan dengan ketinggian yang telah direncanakan. Untuk mengurangi debit pada saluran juga dibangun sumur resapan dengan kedalaman sumur untuk rumah ukuran sedang 1.204 m, sedangkan untuk rumah ukuran besar 1.878 m.
4. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan saluran drainase di Jalan Xx – Jalan Xx, Kabupaten Xx sebesar Rp 8.435.671.000., dan lama waktu pengerjaan 95 hari kerja.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusnaedi, Sumur Resapan untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan, Jakarta: Penebar Swadaya, 2011.
- [2] Moduto, Desain Drainase Perkotaan Volume 1, Bandung: departemen Teknik Lingkungan ITB, 1998.
- [3] SNI 03-3424, Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan, Jakarta, 1994.
- [4] Suripin, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Yogyakarta: Andi Offset, 2004.
- [5] Triatmojo, B, Hidraulika Terapan, Yogyakarta: Beta Offset, 1993.