

PEMATOKAN LENGKUNG HORISONTAL METODE PERPANJANGAN TALI BUSUR

HORIZONTAL CURVE STAKEOUT BY CHORD EXTENSION METHOD

Oleh: Mochammad Syaifullah, Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta
Mochammad Syaifullah@rocketmail.com

Abstrak

Lengkung horisontal dibutuhkan untuk menghubungkan dua jalur lurus pada rencana jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan: (1) Tahap-tahap pematokan lengkung horisontal metode perpanjangan tali busur; (2) Pengukuran dan pengolahan data untuk mendapatkan parameter lengkung horisontal dan parameter pematokan; (3) Pematokan titik-titik pada lengkung horisontal; (4) Penggunaan alat ukur yang berbeda untuk pematokan lengkung horisontal. Pematokan lengkung horisontal metode perpanjangan tali busur terdiri dari tahapan berikut: (1) memasang empat titik A, B, C, dan D, B di awal lengkung, dan C di akhir lengkung; (2) mengukur jarak BC, sudut ABC dan sudut BCD; (3) menghitung parameter lengkung yaitu R, Lc, Tc, dan β , dan parameter pematokan yaitu n, ϕ , dan d; (4) Pematokan lengkung horisontal menggunakan tiga alat ukur yaitu Theodolit Digital Topcon DT-104, *Total Station* Nikon DTM-322, dan Prisma Penyiku. Pelaksanaan pematokan menggunakan theodolit digital membutuhkan pengukuran jarak dengan pita ukur, dua orang asisten, dalam waktu empat jam. Pelaksanaan pematokan menggunakan *total station* membutuhkan satu orang asisten dalam waktu empat jam 30 menit. Pelaksanaan pematokan menggunakan prisma penyiku membutuhkan pengukuran jarak dengan pita ukur, dua orang asisten, dalam waktu tiga jam 20 menit.

Kata kunci: Geometri jalan raya, pematokan lengkung horisontal, metode perpanjangan tali busur.

Abstract

A horizontal curve is required to connect two straight paths on the road plan. This study aims to describe: (1) Stages of horizontal curve stake out by chord extension method; (2) Measurement and data processing to obtain horizontal curve and stakeout parameters; (3) Stakeout the points on the horizontal curve; (4) Use of different measuring equipments for horizontal curve stakeout. Horizontal curve stakeout by chord extension method consists of the following stages: (1) Marking four points A, B, C, and D, B at the beginning of the curve, and C at the end of the curve; (2) Measuring the distance of BC, angle ABC and angle of BCD; (3) calculating the curve parameters such as R, Lc, Tc, and β , and the stakeout parameters such as n, ϕ , and d; (4) Horizontal curve stakeout uses three different equipments: Topcon DT-104 Digital Theodolite, Nikon DTM-322 Total Station, and Optical Square. Stakeout using digital theodolite requires distance measurement and measuring tape, two assistants, in four hours. Stakeout using total station needs one assistant in four hours 30 minutes. Stakeout using optical square requires distance measurement and measuring tape, two assistants, in three hours 20 minutes.

Keywords: Road geometry, horizontal curve stake out, chord extension method.

PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu media transportasi yang sangat penting. Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada dipermukaan tanah, di atas

permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006). Merancang atau merencanakan suatu jalan, dibutuhkan sebuah analisa yang akurat terkait dengan kondisi medan. Kondisi medan yang dimaksud

mencangkup adanya belokan jalan yang akan direncanakan. Untuk itu dibutuhkan suatu solusi mengenai hal tersebut, seperti membuat jalan dengan bentuk lengkungan. Untuk merencanakan suatu lengkungan maka diperlukan metode-metode tertentu salah satunya adalah pematokan.

Pematokan adalah proses pemindahan atau retransformasi titik-titik yang terdapat di peta sebagai hasil dari perancangan ke lapangan sesungguhnya (Sinaga, 1997). Secara umum terdapat beberapa jenis pematokan pada bidang datar, salah satunya adalah pematokan lengkung horisontal. Pematokan lengkung horisontal sendiri juga memiliki beberapa pelaksanaan.

Menurut Sinaga (1999), terdapat 3 jenis metode pematokan antara lain: (1) Metode selisih busur, (2) Metode perpanjangan tali busur, dan (3) Metode koordinat polar. Menurut Sinaga (1997), metode-metode pematokan ini bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan pematokan, salah satu metode pelaksanaan pematokan lengkung horisontal adalah metode perpanjangan tali busur. Alasan penggunaan metode perpanjangan tali busur pada pematokan ini karena pada metode perpanjangan tali busur, alat akan berdiri pada setiap titik sehingga dapat membuat pekerjaan menjadi lebih teliti dan akurat.

Andryan Suhendra (2011) melakukan penelitian mengenai Studi Perbandingan Hasil Pengukuran Alat Theodolite Digital dan Manual : Studi Kasus Pematokan Situasi Kampung Kijang. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan hasil pengolahan bacaan kedua alat theodolite berupa sudut azimuth memberikan hasil yang hampir sama dengan perbedaan antara bacaan alat digital dan manual sebesar 5,54 derajat (rata-rata). Sedangkan untuk koordinat poligon ditemukan perbedaan rata-rata sebesar 7,94% pada sisi absis dan 21,47% pada sisi ordinat. Perbedaan cukup besar ditemukan pada koordinat titik detail, dengan besar perbedaan rata-rata 3,48% hingga 88,52% untuk absis dan setiap titik detail serta 2,35% hingga 28,57% untuk ordinatnya. Pematokan lengkung horisontal berguna sebagai dasar perencanaan geometrik jalan raya khususnya perencanaan alinyemen horisontal.

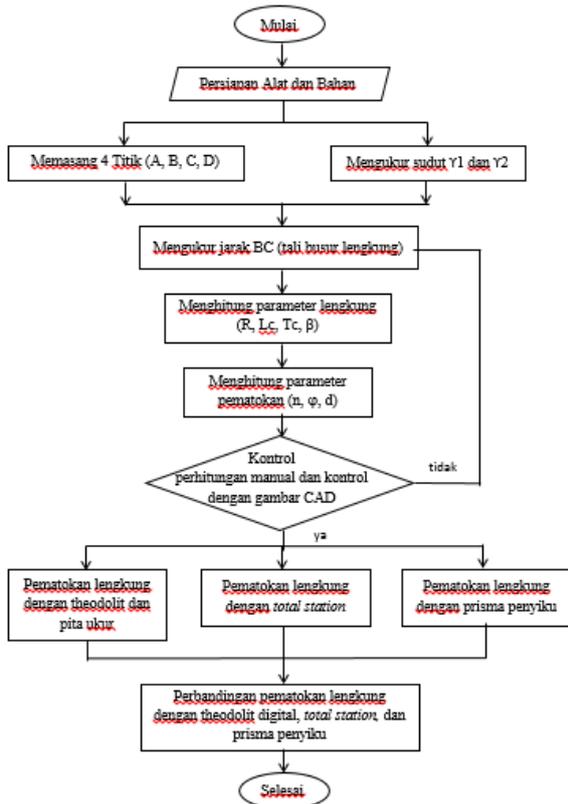
Penelitian tentang alinyemen horisontal lainnya adalah tentang Analisis Alinyemen Horisontal pada Tikungan Ring Road Selatan Km. 6 Taman Tirto, Kasiahan, Bantul, DIY oleh Berholomeus Lele Siga (2012). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis ulang tikungan pada jalan raya ring road selatan DIY. Data alinyemen horisontal yang diperoleh dianalisis menggunakan metode AASHTO 1990. Pada kondisi *existing* alinyemen horisontal Ring Road Selatan Km 6 kecepatan rata-rata kendaraan 59,54 km/jam, panjang jari-jari (R) tikungan = 108 m, panjang lengkung *circle* (L_c) = 133,239 m dan panjang lengkung spiral (L_s) = 40 m. Jari-jari tikungan (R) kondisi *existing* (108 m) lebih kecil dari jari-jari tikungan minimum (R_{min}) hitungan (174 m) sehingga mengakibatkan tikungan menjadi tajam. Untuk itu, jari-jari tikungan (R) harus diperbesar menjadi 174 m dan panjang lengkung spiral (L_s) disesuaikan menjadi 60 m supaya tikungan tidak tajam.

Pada penelitian ini akan membandingkan pematokan menggunakan tiga alat ukur yaitu theodolite digital, total station, dan prisma penyiku. Tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengetahui tahap-tahap pelaksanaan pematokan (2) mengetahui pengolahan data pematokan (3) mengetahui pengukuran jarak (4) mengetahui kelebihan dan kekurangan metode perpanjangan tali busur. Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi atau referensi terkait dengan pematokan lengkung horisontal baik bagi mahasiswa, peneliti, atau surveyor profesional.

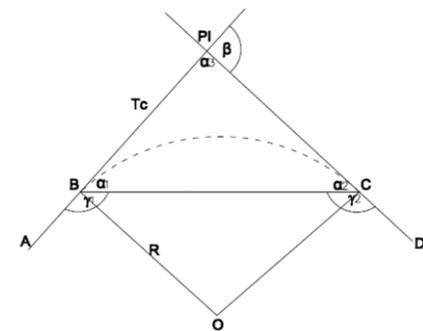
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap pelaksanaan (Gambar 1). Hal pertama yang dilakukan adalah menentukan empat titik (A, B, C, D) dan mengukur jarak BC (tali busur lengkung)(Gambar 2). Kemudian menghitung parameter lengkung dan parameter pematokan. Pengolahan data menggunakan program Autocad sehingga didapatkan gambar lengkung berdasarkan parameter lengkung dan parameter pematokan. Pematokan dibagi menjadi tiga tahap, tahap pertama yaitu pematokan menggunakan theodolite digital, tahap kedua menggunakan total

station, dan tahap ketiga menggunakan prisma penyiku.



Gambar 1. Diagram alir penelitian.



— = Rencana pematokan
 Gambar 2. Rencana pematokan.

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif. Pemilihan pendekatan ini karena penelitian kuantitatif merupakan salah satu jenis kegiatan penelitian yang spesifikasinya adalah sistematis, terencana, dan terstruktur dengan jelas sejak awal hingga pembuatan desain penelitian, baik tentang tujuan penelitian, subjek penelitian, objek penelitian, sampel data, sumber data, maupun metodologinya.

Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih dua minggu mulai dari tanggal 14 Agustus 2017 – tanggal 28 Agustus 2017. Tempat penelitian ini dilaksanakan di lapangan timur gedung KPLT FT UNY.

Target/Subjek Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prosedur pelaksanaan pematokan lengkung horizontal. Pelaksanaan pematokan dilakukan dengan menggunakan tiga alat ukur yaitu Theodolit digital, *total station* (TS), dan prisma penyiku. Metode yang dipakai dalam pelaksanaan pematokan lengkung horizontal adalah metode perpanjangan tali busur. Pematokan dilakukan pada bidang yang datar/searah sumbu horizontal sehingga pengukuran dilakukan hanya pada jarak antar titik dan sudut.

Data, Intrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini antara lain: (1) pengukuran sudut dan jarak (2) melakukan observasi terhadap pelaksanaan pematokan (3) dokumentasi (4) Studi pustaka. Data pada penelitian ini hanya berupa data sudut dan jarak. Pada penelitian ini alat dan bahan yang dipakai antara lain: Theodolite digital Topcon DT-104, Total station Nikon DTM-322, Prisma penyiku, Pita ukur, Prisma reflector, statif, jalon, payung, stick prisma, benang, dan paku.

Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini yang menjadi objek data yang akan dijadikan pembahasan adalah data berupa pengukuran sudut horizontal dan pengukuran jarak antar titik serta prosedur pematokan. Sudut dan jarak tersebut akan dianalisis menggunakan perhitungan dengan rumus yang terkait, seperti menentukan R (jari-jari kelengkungan), Lc (panjang lengkung), sudut α , sudut β . Pada penelitian pelaksanaan pematokan lengkung horizontal ini menggunakan tiga alat ukur yaitu theodolite digital DT 104, *total station* Nikon DTM 322, dan prisma penyiku, sehingga perlu dianalisis terkait dengan

penggunaan ketiga alat tersebut dalam pelaksanaan pematokan lengkung horisontal.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh pada tahap awal pengukuran adalah γ_1 , γ_2 , dan jarak BC. Nilai $\gamma_1 = 129^018'15''$, $\gamma_2 = 133^004'10''$, dan BC = 58,828m.

Berdasarkan hasil pengolahan data maka diperoleh parameter lengkung dan parameter pematokan sebagai berikut:

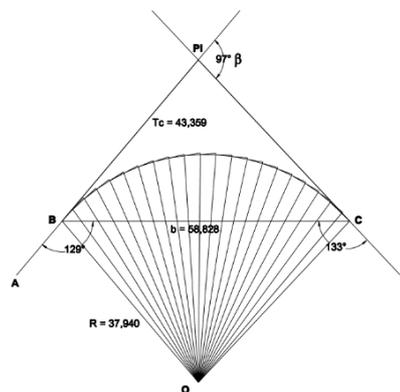
- (1) Parameter lengkung: $\beta = 97^037'35''$, $T_c = 43,359$ m, $R = 37,940$ m, dan $L_c = 64,614$ m
- (2) Parameter pematokan: $n = 20$, $a = 3,230$ m, dan $\phi = 4^052'51''$

Nilai n dapat diasumsikan sendiri, semakin banyak nilai n maka bentuk lengkung pada pematokan semakin terlihat dan sebaliknya. Rumus metode perpanjangan tali busur adalah $x_1 = a \cos \phi/2$ dan $y_1 = a \sin \phi/2$ untuk titik 1, sedangkan untuk titik kedua sampai dengan titik ke-20 yaitu $x_n = a \cos \phi$ dan $y_n = a \sin \phi$, dimana panjang a sama pada setiap titiknya (Tabel 1).

Tabel 1. Data sudut dan jarak pematokan.

No Titik	Jarak (meter)		Sudut		
	X	Y	derajat	menit	Detik
1	3,227	0,137	2	26	30
2	3,218	0,274	4	52	50
3	3,218	0,274	4	52	50
4	3,218	0,274	4	52	50
5	3,218	0,274	4	52	50
6	3,218	0,274	4	52	50
7	3,218	0,274	4	52	50
8	3,218	0,274	4	52	50
9	3,218	0,274	4	52	50
10	3,218	0,274	4	52	50
11	3,218	0,274	4	52	50
12	3,218	0,274	4	52	50
13	3,218	0,274	4	52	50
14	3,218	0,274	4	52	50
15	3,218	0,274	4	52	50
16	3,218	0,274	4	52	50
17	3,218	0,274	4	52	50
18	3,218	0,274	4	52	50
19	3,218	0,274	4	52	50
20	3,218	0,274	4	52	50

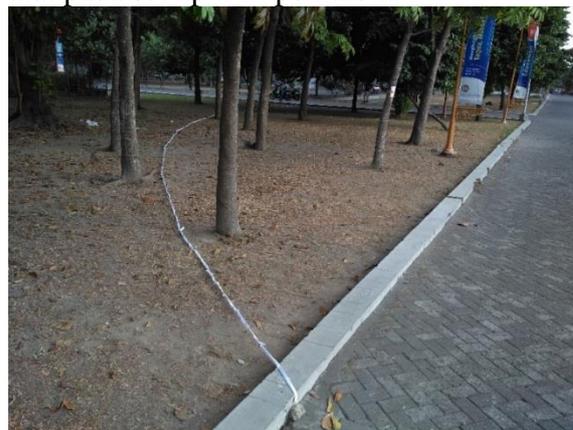
Tabel diatas adalah data berupa sudut dan jarak yang digunakan pada pelaksanaan pematokan lengkung horisontal metode perpanjangan tali busur. Berikut ini adalah pengolahan data menggunakan program autocad (Gambar 3).



Gambar 3. Analisis menggunakan autocad.

Pembahasan mengenai prosedur pelaksanaan pematokan lengkung horisontal (Gambar 4) menggunakan tiga alat ukur adalah sebagai berikut:

- (1) Menggunakan Theodolite Digital Topcon DT-104
 - (a) Waktu yang dibutuhkan dalam melaksanakan pematokan yaitu 4 jam.
 - (b) Membutuhkan 2 asisten pematokan.
 - (c) Pengukuran jarak menggunakan pita ukur.
 - (d) Kendala yang dialami adalah harus centering alat pada setiap titik pematokan.



Gambar 4. Hasil pematokan menggunakan Theodolite Digital DT-104

- (2) Menggunakan Total Station Nikon DTM 322
 - (a) Waktu yang dibutuhkan dalam melaksanakan pematokan yaitu 4,5 jam.
 - (b) Membutuhkan 1 asisten pematokan.
 - (c) Pengukuran jarak menggunakan prisma reflektor.

- (d) Kendala yang dialami adalah saat melakukan pengukuran jarak menggunakan menu S-O (nilai IN/OUT harus tepat/mendekati 0.000 meter).
 - (e) Beberapa titik pematokan pada penelitian ini telah memperoleh nilai IN/OUT = 0.000 m dan beberapa memperoleh 0.003 m.
- (3) Menggunakan Prisma Penyiku
- (a) Waktu yang dibutuhkan dalam melaksanakan pematokan yaitu 3 jam 20 menit.
 - (b) Membutuhkan 2 asisten pematokan.
 - (c) Pengukuran jarak menggunakan pita ukur.
 - (d) Kurang akuratnya saat membuat sudut siku karena prisma penyiku masih dipegang manual.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dalam pelaksanaan pematokan lengkung horisontal metode polar, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- (1) Tahap-tahap yang harus dilakukan pada pematokan lengkung horisontal anatara lain:
 - (a) Persiapan alat dan bahan.
 - (b) Memasang 4 titik (A, B, C, D).
 - (c) Mengukur sudut γ_1 dan γ_2 .
 - (d) Mengukur jarak BC (tali busur lengkung).
 - (e) Menghitung parameter lengkung dan parameter pematokan.
 - (f) Melakukan pematokan berdasarkan data analisis/hitungan
- (2) Hasil pengolahan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut: $\beta = 97^{\circ}37'35''$, $T_c = 43,359\text{m}$, $R = 37,940\text{m}$, $L_c = 64,613\text{m}$, dan $\phi = 4,881^{\circ}$.
- (3) Pengukuran jarak menggunakan pita ukur cenderung mudah untuk dilakukan, karena jarak antar titik pematokan yang hampir sama yaitu sekitar 3 meter. Hal tersebut

mengakibatkan hasil pengukuran jarak yang cukup teliti. Begitupun pengukuran jarak menggunakan total station juga sama akuratnya karena dari 20 kali pengukuran jarak, hampir semua pengukuran menunjukkan nilai IN/OUT = 0.000 m.

- (4) Kelebihan dan kekurangan pematokan lengkung horisontal metode perpanjangan tali busur antara lain sebagai berikut.
 - (a) Kelebihan metode perpanjangan tali busur Yaitu Jarak antar titik pematokan tidak terlalu jauh, sehingga mempermudah pengukuran dan menghemat waktu pematokan.
 - (b) Kekurangan metode perpanjangan tali busur yaitu alat akan berpindah pada setiap titik pematokan sehingga mempersulit peneliti/pengukur dalam melakukan pematokan, karena peneliti/pengukur harus menyetel (*centering*) ulang alat ukur pada setiap titik.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka saran yang disampaikan penulis sebagai berikut:

- (1) Perlu adanya penggunaan metode pematokan selain metode perpanjangan tali busur dalam pelaksanaan pematokan lengkung horisontal, agar dapat diketahui metode mana yang lebih mudah dan praktis dalam pelaksanaannya.
- (2) Dalam melakukan pemasangan titik pematokan sebaiknya digunakan paku dengan ukuran yang lebih besar, agar mudah untuk dibidik dari jarak yang jauh saat melakukan pengukuran sudut horisontal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., 2009. *Instruction Manual Total Station Nikon DTM-322*. Ohio USA: Trimble Navigation Limited Engineering and Construction Division.

Anonim., 2011. *Modul Pelatihan Pengukuran Total Station dan Pemrosesan Data*. Yogyakarta: PT. Jelajah Survey Konsultan.

Siga, L., 2012. “Analisis Alinyemen Horisontal pada Tikungan Ring Road Selatan Km. 6 Taman Tirto Kasihan Bantul, DIY”. Skripsi. Jurusan Teknik sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Sinaga, I., 1997. *Pengukuran dan Pemetaan Pekerjaan Konstruksi*. Jakarta: Pusaka Sinar Harapan.

Suhendra, A., 2011. “Studi Perbandingan Hasil Pengukuran Alat Theodolith Digital dan Manual: Studi Kasus Pemetaan Situasi Kampung Kijang”. Jakarta Barat: Jurnal ComTech. Vol. 2, No.2: 1013-1022.