

SKRIPSI

PENENTUAN KOORDINAT OBJEK SPACE MENGUNAKAN METODE INTERSECTION

(Studi Kasus : Jembatan Fly Over-Arjosari Malang)



MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

PERPUSTAKAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

CALL No:	No. Drg 020525003
SKR 526.1 Sad P2010	Tanggal: 5-5-2011
	Jumlah 1
	Copies : 1

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
dalam mencapai gelar sarjana S1 Teknik Geodesi

Disusun Oleh :

CHANDRA NUGRAHA SADWENINGPATI

05.25.003

**JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2010**

2010
2010
НАЦИОНАЛНИ ИНТЕРНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ПО ОБРАЗОВАНИЮ И НАУЧНОМУ СОТРУДНИЧЕСТВУ

02.39.003
СОВМЕСТНОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ СОВМЕСТНОМУ
ИССЛЕДОВАНИЮ :

Исследования в области информатики и информационных технологий
в области информатики и информационных технологий

№ п/п	Фамилия
1	Иванов
2	Петров
3	Сидоров
4	Кузнецов
5	Лебедев
6	Зайцев
7	Васильев
8	Попов
9	Смирнов
10	Морозов
11	Михайлов
12	Федотов
13	Иванов
14	Петров
15	Сидоров
16	Кузнецов
17	Лебедев
18	Зайцев
19	Васильев
20	Попов
21	Смирнов
22	Морозов
23	Михайлов
24	Федотов
25	Иванов
26	Петров
27	Сидоров
28	Кузнецов
29	Лебедев
30	Зайцев
31	Васильев
32	Попов
33	Смирнов
34	Морозов
35	Михайлов
36	Федотов
37	Иванов
38	Петров
39	Сидоров
40	Кузнецов
41	Лебедев
42	Зайцев
43	Васильев
44	Попов
45	Смирнов
46	Морозов
47	Михайлов
48	Федотов
49	Иванов
50	Петров
51	Сидоров
52	Кузнецов
53	Лебедев
54	Зайцев
55	Васильев
56	Попов
57	Смирнов
58	Морозов
59	Михайлов
60	Федотов
61	Иванов
62	Петров
63	Сидоров
64	Кузнецов
65	Лебедев
66	Зайцев
67	Васильев
68	Попов
69	Смирнов
70	Морозов
71	Михайлов
72	Федотов
73	Иванов
74	Петров
75	Сидоров
76	Кузнецов
77	Лебедев
78	Зайцев
79	Васильев
80	Попов
81	Смирнов
82	Морозов
83	Михайлов
84	Федотов
85	Иванов
86	Петров
87	Сидоров
88	Кузнецов
89	Лебедев
90	Зайцев
91	Васильев
92	Попов
93	Смирнов
94	Морозов
95	Михайлов
96	Федотов
97	Иванов
98	Петров
99	Сидоров
100	Кузнецов

ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЬЮТЕРОВ
БЕЛОРУССКАЯ

ИЛИ
БЕЛОРУССКАЯ
ИЛИ

Исследования в области информатики и информационных технологий
в области информатики и информационных технологий
в области информатики и информационных технологий

ИЛИ

SKRIPSI
PENENTUAN KOORDINAT OBJEK SPACE
MENGGUNAKAN METODE INTERSECTION

(Studi Kasus : Jembatan Fly Over-Arjosari Malang)



Diajukan untuk memenuhi persyaratan
dalam mencapai gelar sarjana S1 Teknik Geodesi

Disusun Oleh :

CHANDRA NUGRAHA SADWENINGPATI

05.25.003

JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

2010

LEMBAR PENGESAHAN

Penentuan Koordinat Objek Space Menggunakan Metode Intersection (Studi Kasus : Jembatan Fly Over-Arjosari Malang)

SKRIPSI

Dipertahankan di hadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi
Jenjang Starata Satu (S-1)

Pada hari : Jumat
Tanggal : 20 Agustus 2010
Dan diterima untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Teknik.

Disusun oleh

Chandra Nugraha Sadweningpati

05.25.003

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua



(Hery Purwanto, ST, M.Sc)

Sekretaris



Silvester Sari Sai, ST, MT

Anggota Penguji

Penguji I



(Ir. Leo Patimenā, M.Sc)

Penguji II



Silvester Sari Sai, ST, MT

Penguji III



Dr. Edwin Tjahjadi, ST. M.Geom.Sc

**JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**

2010

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**Penentuan Koordinat Objek Space Menggunakan Metode Intersection
(Studi Kasus : Fly Over Arjosari Malang)**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Geodesi

S-1

Institut Teknologi Nasional Malang

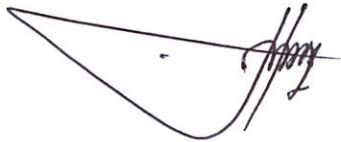
Disusun Oleh :

Chandra Nugraha Sadweningpati

05.25.003

Meyetujui,

Dosen Pembimbing I



Hery Purwanto, ST, M.Sc


Dosen Pembimbing II



Dr. Edwin Tjahjadi, ST. M.Geom.Sc

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1



Hery Purwanto, ST, M.Sc



ABSTRAKSI

Chandra Nugraha Sadweningpati, 2010, “**Penentuan Koordinat Objek Space Menggunakan Metode Intersection (Studi Kasus : Fly Over Arjosari Malang)**”

Dosen Pembimbing I : Hery Purwanto, ST, M.Sc

Dosen Pembimbing II : Dr. Edwin Tjahjadi, ST. M.Geo.Sc.

Intersection merupakan penentuan posisi titik-titik pada *object space* dengan menggunakan perpotongan garis dari multi foto. Metode *intersection* menggunakan persamaan garis lurus (*collinearity equations*), dimana persamaan ini merupakan metode dasar dalam penentuan koordinat titik pada *object space*.

Metode *Least Square* atau metode kuadrat terkecil merupakan suatu prosedur untuk menyelesaikan pengamatan yang mengandung kesalahan acak. Persyaratan utama yang harus ditentukan bagi penyesuaian kuadrat terkecil adalah meminimalkan jumlah kuadrat residual. Sehingga perlu dilakukan iterasi untuk memperoleh nilai residu yang seminimal mungkin.

Proses iterasi dilakukan dengan cara menghitung ulang semua proses perhitungan dengan menggunakan *intersection* dengan mengganti nilai parameter X, Y, Z awal dengan nilai parameter X, Y, Z yang telah didapatkan dari proses perhitungan pertama. Iterasi berhenti bila nilai residu atau matrik X telah seminimal mungkin, atau nilai matrik X dari iterasi yang terakhir lebih besar dari nilai matrik X sebelumnya

Kata Kunci : *intersection, least square, iterasi, residu*

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini.

Nama : Chandra Nugraha Sadweningpati

NIM : 05.25.003

Program Studi : Teknik Geodesi S-1

Fakultas : Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya dengan judul :

**“Penentuan Koordinat Objek Space Menggunakan Metode Intersection
(Studi Kasus : Fly Over Arjosari Malang)”**

adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 29 September 2010

Yang membuat pernyataan

Chandra Nugraha Sadweningpati

05.25.003

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **”Penentuan Koordinat Objek Space Menggunakan Metode Intersection (Studi Kasus pada Fly Over Arjosari Malang)”**, di mana penulisan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulisan ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Heri Purwanto, ST., M.Sc.selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang dan Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Dr. Edwin Tjahjadi, ST., MGeom.Sc. selaku Dosen Pembimbing II dan Dosen Penguji.
5. Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT. selaku Dosen Dosen Penguji.
6. Bapak Leo Patimena, ST., M.Sc. selaku Dosen Penguji.

7. Segenap dosen, staff pengajar dan rekording Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
8. Papa, Mama, adik-adikku dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa.
9. Winda, bapak dan ibu di Pasuruan yang selalu memberi dukungan dan doa.
10. Cici, mas Anton, Pakde dan Budhe di Tulungagung yang selalu mendoakan dan memberi dukungan.
11. Teman-teman dekatku : Indera Permana, Alfian Ramadhan, Febri Hariyanto, Nur hayati, Sarmiati. Teman-teman kos Bondowoso Dalam no.9 dan sesepuh. Trimakasih atas semua bantuan dan wejangannya.
12. Team Deformasi dan Rapid mapping yang selalu memberika kerja sama dan dukungannya.
13. Semua pihak yang telah membantu peneliti yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih belum sempurna, baik dari segi materi, sistematika pembahasan, maupun susunan bahasanya Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan..

Malang, 29 September 2010

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Sampul Depan

Halaman Judul

Lembar Pengesahan

Lembar Persetujuan

Abstraksi

Pernyataan Keaslian Skripsi

Kata Pengantar

Daftar Isi

Daftar Gambar

Daftar Tabel

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2	Tujuan Penelitian	2
1.3	Manfaat Penelitian	2
1.4	Batasan Permasalahan.....	2
1.5	Perumusan Masalah	3
1.6	Metode Penelitian	3
	1.6.1. Studi Labolatorium.....	3
	1.6.2. Studi Lapangan.....	3
	1.6.3. Studi Literatur.....	3

BAB II DASAR TEORI

2.1	Pendahuluan.....	5
2.2	<i>Resection</i>	8
2.2.1	Persamaan Kolinier pada <i>Resection</i>	9
2.2.2	Proses Linierisasi pada <i>Resection</i>	12
2.2.3	Metode <i>Least Square</i>	17
2.3	<i>Eksterior Orientation</i> (Orientasi Luar).....	19
2.4	<i>Interior Orientation</i> (Orientasi Dalam)	24
2.5	<i>Intersection</i>	25

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Materi dan Lokasi Penelitian	35
3.1.1	Lokasi Penelitian	35
3.1.2	Materi Penelitian	35
3.2	Bahan dan Alat Penelitian	36
3.3	Bagan Alir Penelitian.....	40
3.4	Jalannya Penelitian.....	42
3.4.1	Tahap Persiapan	42
3.4.1.1	Perijinan.....	42
3.4.1.2	Persiapan Alat.....	44
3.4.2	Pengumpulan Data	45
3.4.2.1	Jenis Data.....	45
3.4.2.1.1	Data Primer	45
3.4.2.1.2	Data Sekunder	45
3.4.2.2	Pengambilan Foto	46

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Parameter ω , ϕ , κ (omega, phi, kappa), parameter posisi kamera (X_L, Y_L, Z_L) dan koordinat titik objek (X, Y, Z)	47
4.2	Menghitung Nilai m , q , r dan s	51
4.3	Menyusun Matrik A , A^T , $A^T.A$ dan juga $(A^T.A)^{-1}$	53
4.4	Menyusun Matrik L , $A^T.L$, dan X	56
4.5	Menghitung Matrik $A.X$, V dan Standard Deviasi.....	61
4.6	Proses Iterasi.....	62

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran.....	68

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Metode <i>Intersection</i>	6
Gambar 2.2	Metode <i>Resection</i>	9
Gambar 2.3	Kondisi Kolinier	11
Gambar 2.4	Ilustrator <i>Eksterior Orientation</i>	20
Gambar 2.5	Rotasi Omega, Phi, Kappa	20
Gambar 2.6	Rotasi pertama Omega terhadap sumbu x	21
Gambar 2.7	Rotasi kedua Phi terhadap sumbu y	21
Gambar 2.8	Rotasi ketiga Kappa terhadap sumbu z.....	22
Gambar 3.1	Kamera SLR Nikon D60.....	36
Gambar 3.2	<i>Retro Reflective Target</i>	37
Gambar 3.3	Lokasi fly over yang dipasang stiker	38
Gambar 3.4	Bagan Alir Penelitian	40
Gambar 3.5	Posisi Kamera Konvergen (gambar tampak dari atas)	46
Gambar 4.1	Koordinat Foto	50

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Penelitian

Fotogrametri merupakan teknik untuk memperoleh informasi mengenai posisi, ukuran dan bentuk objek melalui suatu pengukuran foto sebagai pengganti pengukuran yang dilakukan secara langsung (Atkinson, 2001). Salah satu karakteristik fotogrametri adalah pengukuran terhadap objek yang dilakukan tanpa perlu berhubungan ataupun bersentuhan secara langsung dengan objek yang dimaksud. Pengukuran terhadap objek tersebut dilakukan melalui data yang diperoleh pada sistem sensor yang digunakan (Nuraini, 2007). Dalam perkembangannya fotogrametri mengalami banyak perubahan, bila pada awalnya peralatan fotogrametri menggunakan kamera analog dan pengolahan datanya menggunakan *stereo plotter* maka sekarang fotogrametri menggunakan teknologi digital dan pengolahan datanya menggunakan *software-software* yang mendukung.

Salah satu teknik yang digunakan dalam Fotogrametri adalah *Close Range Photogrammetry*. *Close Range Photogrammetry* merupakan teknik yang dapat mendeteksi pergerakan objek kurang dari 1 mm (Wolf & Dewitt, 2000). Dalam pengolahan data fotogrametri dikenal metode penentuan koordinat *object space*. Koordinat *object space* merupakan koordinat objek pada sistem datum sembarang (sistem kartesian 3D) (Atkinson, 2001). Adapun dalam penelitian ini akan menggunakan metode *intersection* dalam menentukan koordinat *object space*.

I.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat algoritma dalam menentukan koordinat *object space* dengan menggunakan metode *intersection* dari banyak foto untuk pengelolaan data pengukuran studi deformasi.

I.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mempermudah pengolahan data pengukuran/pengamatan fotogrametri dengan menggunakan metode *Close Range Photogrammetry*.
2. Adapun hasil dari penelitian ini akan digunakan sebagai data input untuk proses *bundle adjustment*.

I.4. Batasan Permasalahan

Batasan dalam penelitian ini adalah :

1. Pembuatan algoritma dalam pengolahan data pengukuran/pengamatan fotogrametri dengan menggunakan metode *Close Range Photogrammetry* dari banyak foto.
2. Sistem koordinat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sistem koordinat *object space*.
3. Formasi pemotretan konvergen.
4. Parameter *Eksterior Orientation* (EO) dan kalibrasi kamera diasumsikan sudah diketahui.

1.5. Perumusan Masalah

Rumusan dalam penelitian ini adalah penentuan koordinat *object space* dengan menggunakan metode *intersection* dari titik-titik retro target yang terdapat pada multi foto/banyak foto.

1.6. Metode Penelitian

1.6.1. Studi Labolatorium

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari hasil pemotretan yang dilakukan di *Fly Over Arjosari*, Malang yang kemudian diolah di labolatorium SIG, ITN Malang.

1.6.2. Studi Lapangan

Data yang didapatkan dalam penelitian ini merupakan data foto yang digunakan untuk analisa studi deformasi yang kemudian digunakan untuk penelitian pembuatan algoritma dalam menentukan koordinat *object space* dengan menggunakan metode *intersection*.

1.6.3. Studi Literatur

Penulisan dalam penelitian ini berpedoman pada teori-teori yang diberikan dalam perkuliahan, buku-buku, jurnal ilmiah dan juga artikel-artikel yang berkaitan dengan fotogrametri khususnya proses *intersection* pada fotogrametri.

Beberapa tinjauan pustaka telah dilakukan dalam menyusun penelitian ini, antara lain adalah :

Metode *intersection* menggunakan persamaan garis lurus (*collinearity equations*), dimana persamaan ini merupakan metode dasar dalam penentuan koordinat titik pada *object space*. *Intersection* mengacu kepada determinasi posisi titik pada ruang objek dengan dua persamaan untuk setiap titik pada foto. (Mikhail, 2001).

BAB II

DASAR TEORI

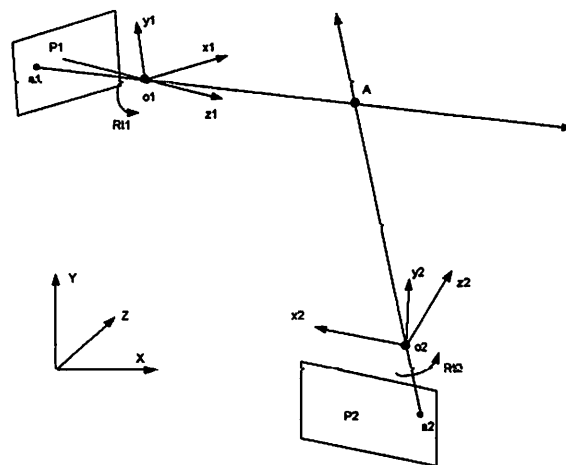
II.1. Pendahuluan

Fotogrametri merupakan teknik untuk memperoleh informasi mengenai posisi, ukuran dan bentuk objek melalui suatu pengukuran foto sebagai pengganti pengukuran yang dilakukan secara langsung (Atkinson, 2001). Salah satu teknik yang digunakan dalam fotogrametri adalah *Close Range Photogrammetry*. *Close Range Photogrammetry* merupakan ilmu yang mempelajari bentuk, ukuran, dan bentuk geometri suatu target yang dekat dengan menggunakan teknologi fotogrametri. Dalam Teknik *Close Range Photogrammetry* pengukuran pada obyek dilakukan terhadap hasil perekaman dari beberapa alat sensor. Dalam penelitian ini alat sensor yang digunakan adalah kamera non-metrik (Nuraini 2007).

Dalam menentukan koordinat *object space* digunakan metode *intersection*. *Intersection* merupakan penentuan posisi titik-titik pada *object space* dengan menggunakan perpotongan garis dari multi foto (Mikahail, 2001). Metode *intersection* menggunakan persamaan garis lurus (*collinearity equations*), dimana persamaan ini merupakan metode dasar dalam penentuan koordinat titik pada *object space*. *Intersection* mengacu kepada determinasi posisi titik pada ruang objek dengan dua persamaan untuk setiap titik pada foto. Jika terdapat dua foto, total ada empat persamaan yang terdiri dari tiga persamaan yang tidak dikenal, titik koordinat ruang objek yang diperoleh (Mikahail, 2001). Ada satu derajat yang bebas, dan satuan persamaan linier dimana dapat dipecahkan dengan metode

least square. Dengan menambahkan beberapa foto, meningkatkan jumlah derajat kebebasan dengan demikian akan meningkatkan solusinya (Mikahail, 2001).

Kamera yang ada di pasaran tidak mempunyai lensa yang sempurna, sehingga proses perekaman yang dilakukan akan memiliki kesalahan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengkalibrasian kamera untuk dapat menentukan besarnya penyimpangan-penyimpangan yang terjadi. Kalibrasi kamera dilakukan untuk menentukan parameter distorsi, meliputi distorsi radial dan distorsi tangensial, serta parameter-parameter lensa lainnya, termasuk juga *principal distance* (c), serta titik pusat fidusial foto. Kalibrasi terdiri dari elemen interior orientasi (x_p, y_p, c), koefisien distorsi lensa (K_1, K_2, K_3, P_1 and P_2) serta koefisien untuk perbedaan penskalaan dan ketidak ortogonal antara sumbu X dan Y (b_1, b_2). Distorsi lensa dapat menyebabkan bergesernya titik pada foto dari posisi yang sebenarnya, sehingga memberikan ketelitian pengukuran yang tidak baik, namun tidak mempengaruhi kualitas ketajaman citra yang dihasilkan (Nuraini, 2007).



Gambar 2.1. Metode intersection

Distorsi lensa dapat dibagi menjadi distorsi radial dan distorsi tangensial.

Distorsi radial adalah pergeseran linier titik foto dalam arah radial terhadap titik utama dari posisi idealnya. Distorsi lensa biasa diekspresikan sebagai fungsi polinomial dari jarak radial (dr) terhadap titik utama foto. Distorsi tangensial adalah pergeseran linier titik di foto pada arah normal (tegak lurus) garis radial melalui titik foto tersebut. Distorsi tangensial disebabkan kesalahan sentering elemen-elemen lensa dalam satu gabungan lensa dimana titik pusat elemen-elemen lensa dalam gabung lensa tersebut tidak terletak pada satu garis lurus. Pergeseran ini biasa dideskripsikan dengan 2 persamaan polinomial untuk pergeseran pada arah x (dx) dan y (dy) (Nuraini, 2007).

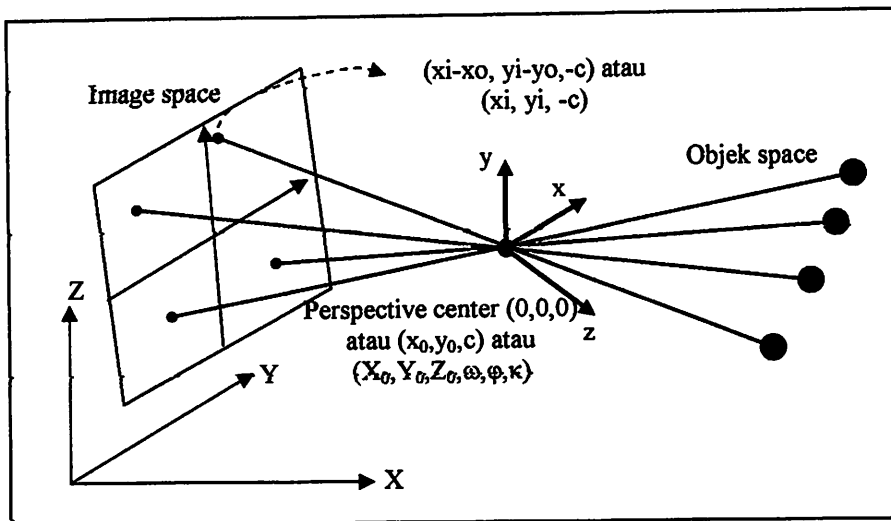
Kalibrasi kamera dapat dilakukan dengan berbagai metode. Secara umum kalibrasi kamera biasa dilakukan dengan tiga metode, yaitu *laboratory calibration*, *on-the-job calibration* dan *self-calibration* (Atkinson, 1987). Metode lain yang dapat digunakan antara lain *analytical plumb-line calibration* dan *stellar calibration* (Fryer, 1989). *Laboratory calibration* dilakukan di laboratorium, terpisah dengan proses pemotretan objek. Metode yang termasuk di dalamnya antara lain *optical laboratory* dan *test range calibration*. Secara umum metode ini sesuai untuk kamera jenis metrik. *On-the-job calibration* merupakan teknik penentuan parameter kalibrasi lensa dan kamera dilakukan bersamaan dengan pelaksanaan pemotretan objek. Pada *self-calibration* pengukuran titik-titik target pada objek pengamatan digunakan sebagai data untuk penentuan titik objek sekaligus untuk menentukan parameter kalibrasi kamera.

II.2. Resection

Dasar persamaan untuk *resection* dalam fotogrametri adalah persamaan "projective" (Thompson, 1966), yang menghubungkan foto dengan koordinat objek. *Resection* adalah prosedur yang digunakan untuk menentukan posisi dan orientasi dari kamera saat pengambilan foto. Teknik *resection*, atau sering disebut teknik perpotongan kebelakang adalah sebuah teknik untuk menentukan 6 elemen orientasi luar ($\omega, \varphi, \kappa, X_L, Y_L, Z_L$) dari foto. Metode ini membutuhkan minimal tiga titik kontrol, yang dikenal dengan koordinat objek (X, Y, Z), yang diambil gambarnya lewat pemotretan sehingga dapat dihitung koordinat ruangnya (Wolf & Dewitt 2000).

Metode untuk menentukan enam parameter orientasi luar (*Eksterior Orientation*) diperoleh dari diukurnya koordinat foto pada bidang foto dengan tiga titik non-linear yang tidak memerlukan beberapa nilai pendekatan (Zeng and Wang, 1992).

Prosedur ini memberikan koordinat secara langsung dari titik tengah kamera. Bentuk secara aljabar akan digunakan pada matriks rotasinya. Jika diperlukan, nilai untuk rotasi ω, φ dan k dapat di cari dari 9 elemen matrik rotasi dengan dimensi matrik 3x3 (Cooper, 1987).



Gambar 2.2. Metode resection

II.2.1. Persamaan Kolinier Pada Resection

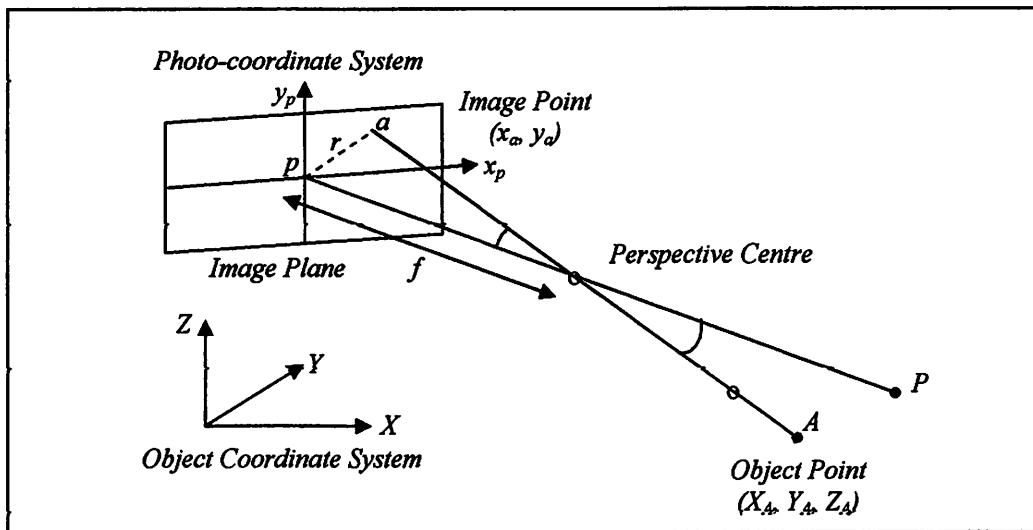
Kondisi kolinearitas dinyatakan bahwa titik foto, titik tengah kamera, dan yang berhubungan dengan titik objek terletak lurus pada garis yang sama atau disebut dengan kondisi kesegarisan (*Masry, 1977*). Hubungan matematis antara titik konjugasi pada objek dengan titik konjugasi pada foto yang dijelaskan dengan transformasi projektif tiga dimensi disebut dengan persamaan kolinier. Disebut kolinier karena persamaan tersebut menunjukkan hubungan geometrik yang ideal antara sebuah titik objek, fotonya, dengan *imaging system perspective center*.

Space Resection atau reseksi ruang dengan kolinearitas merupakan metode numerik murni yang secara serentak menghasilkan enam unsur orientasi luar (EO). Reseksi ruang dengan kolinearitas

memungkinkan penggunaan ulang sejumlah titik kontrol objek, biasanya parameter orientasi luar ($\omega, \varphi, \kappa, X_L, Y_L, Z_L$) diperoleh dengan penyelesaian tersebut. Oleh karena itu dapat digunakan cara perhitungan kuadrat terkecil untuk menentukan nilai yang memungkinkan bagi keenam parameter tersebut. Meskipun perhitungannya panjang, namun dapat dilakukan secara rutin. *Space Resection* dengan kolinearitas merupakan metode yang lebih sering digunakan untuk menentukan unsur orientasi luar (Wolf, 2000).

Dalam menghitung *space resection*, persamaan kesalahan didasarkan pada persamaan kolinear. Karena semua koordinat objek dan koordinat foto terdapat kesalahan. Metode *space resection* untuk aplikasi fotogrametri didasarkan pada persamaan kolinear, metode tersebut adalah penentuan dari orientasi luar. Dengan tiga titik kontrol, solusi unik dapat menghasilkan enam persamaan dari parameter yang belum diketahui (Yi & Jue, 2008).

Reseksi ruang dengan kolinearitas meliputi formulasi yang disebut dengan persamaan kolinear (*collinearity equation*) untuk sejumlah koordinat titik kontrol objek (X, Y, Z) yang diketahui dan gambarnya tampak pada foto. Kemudian persamaan itu diselesaikan untuk enam parameter orientasi luar yang belum diketahui dan tampak pada foto. Kondisi kolinear dideskripsikan sebagai kondisi dimana kamera, titik objek dan foto berada pada satu garis lurus pada ruang 3D.



Gambar 2.3 Kondisi Kolinear

Keterangan Gambar :

x_a, y_a : Koordinat foto

X_A, Y_A, Z_A : Koordinat titik objek

X_L, Y_L, Z_L : Koordinat kamera

f : Panjang fokus kamera

x_p, y_p : Koordinat dari titik tengah foto

Persamaan dasar dari kondisi kolinear bersifat non-linear dan dapat dilinierkan dengan menggunakan *teorema Taylor*. Penggunaan *teorema Taylor* untuk menyelesaikan kolinearitas memerlukan pendekatan awal bagi semua unsur orientasi luar yang tidak diketahui. Dua persamaan menunjukkan kondisi kolinearitas untuk setiap titik pada foto, satu persamaan untuk koordinat foto x dan persamaan yang lain untuk koordinat foto y (*Wolf, 2000*).

$$x_a = x_0 - f \left[\frac{m_{11}(X_A - X_L) + m_{12}(Y_A - Y_L) + m_{13}(Z_A - Z_L)}{m_{31}(X_A - X_L) + m_{32}(Y_A - Y_L) + m_{33}(Z_A - Z_L)} \right] \quad [2.1]$$

$$y_a = y_0 - f \left[\frac{m_{21}(X_A - X_L) + m_{22}(Y_A - Y_L) + m_{23}(Z_A - Z_L)}{m_{31}(X_A - X_L) + m_{32}(Y_A - Y_L) + m_{33}(Z_A - Z_L)} \right] \quad [2.2]$$

Dimana :

- x_0, y_0 : Koordinat foto titik a
- x_a, y_a : Koordinat foto yang diukur
- X_A, Y_A, Z_A : Koordinat objek untuk titik A
- X_L, Y_L, Z_L : Koordinat kamera
- f : Panjang fokus kamera,
- m_{ij} : 3 sudut matrik rotasi *ortogonal* (ω, φ, κ)

Persamaan [2.1] dan [2.2] merupakan persamaan non-linear dan meliputi sembilan unsur yang belum diketahui, 3 sudut perputaran (ω, φ, κ) yang berhubungan dengan matrik m , 3 koordinat kamera (X_L, Y_L dan Z_L), 3 koordinat titik objek (X_A, Y_A dan Z_A) untuk titik A. Persamaan non-linear dapat dilinearisasikan dengan menggunakan *teorema Taylor (Wolf, 2000)*.

II.2.2. Proses Linierisasi Pada Resection

Persamaan [2.1] dan [2.2] merupakan persamaan non-linear, Dalam melinearisasikan persamaan kolinear, persamaan [2.1] dan [2.2] dituliskan lagi sebagai berikut (*jianchao and chern, 2001*) :

$$F = x_0 - f \frac{x}{q} = x_a \quad [2.3]$$

$$G = y_0 - f \frac{y}{q} = y_a \quad [2.4]$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 q &= m_{31}(X_A - X_L) + m_{32}(Y_A - Y_L) + m_{33}(Z_A - Z_L) \\
 r &= m_{11}(X_A - X_L) + m_{12}(Y_A - Y_L) + m_{13}(Z_A - Z_L) \\
 s &= m_{21}(X_A - X_L) + m_{22}(Y_A - Y_L) + m_{23}(Z_A - Z_L)
 \end{aligned}
 \tag{2.5}$$

- F : Nilai dari fungsi F
 G : Nilai dari fungsi G
 x_o, y_o : Koordinat foto titik a
 x_a, y_a : Koordinat foto yang diukur
 X_L, Y_L, Z_L : Koordinat kamera
 X_A, Y_A, Z_A : Koordinat objek untuk titik A
 m₁₁-m₃₃ : matrik rotasi ortogonal

Menurut *teorema Taylor*, Persamaan [2.3] dan [2.4] dapat dinyatakan dalam bentuk yang dilinearisasikan oleh turunan parsial sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 0 &= (F)_0 + \left(\frac{\partial F}{\partial x_a}\right)_0 dx_a + \left(\frac{\partial F}{\partial \omega}\right)_0 d\omega + \left(\frac{\partial F}{\partial \varphi}\right)_0 d\varphi + \left(\frac{\partial F}{\partial \kappa}\right)_0 d\kappa + \left(\frac{\partial F}{\partial X_L}\right)_0 dX_L \\
 &+ \left(\frac{\partial F}{\partial Y_L}\right)_0 dY_L + \left(\frac{\partial F}{\partial Z_L}\right)_0 dZ_L + \left(\frac{\partial F}{\partial X_A}\right)_0 dX_A + \left(\frac{\partial F}{\partial Y_A}\right)_0 dY_A + \left(\frac{\partial F}{\partial Z_A}\right)_0 dZ_A
 \end{aligned}
 \tag{2.6}$$

$$\begin{aligned}
 0 &= (G)_0 + \left(\frac{\partial G}{\partial y_a}\right)_0 dy_a + \left(\frac{\partial G}{\partial \omega}\right)_0 d\omega + \left(\frac{\partial G}{\partial \varphi}\right)_0 d\varphi + \left(\frac{\partial G}{\partial \kappa}\right)_0 d\kappa + \left(\frac{\partial G}{\partial X_L}\right)_0 dX_L \\
 &+ \left(\frac{\partial G}{\partial Y_L}\right)_0 dY_L + \left(\frac{\partial G}{\partial Z_L}\right)_0 dZ_L + \left(\frac{\partial G}{\partial X_A}\right)_0 dX_A + \left(\frac{\partial G}{\partial Y_A}\right)_0 dY_A + \left(\frac{\partial G}{\partial Z_A}\right)_0 dZ_A
 \end{aligned}
 \tag{2.7}$$

Dimana :

F_0 : Fungsi F

G_0 : Fungsi G

$(\partial F/\partial \omega)$ dst : Turunan parsial dari fungsi F dan G

$\partial \omega, \partial \varphi, \partial$: radian

Dx_a, dxy : koreksi koordinat terukur x_a, y_a

Pada persamaan [2.6] dan [2.7], F_0 dan G_0 merupakan fungsi F dan G . Untuk persamaan [2.3] dan [2.4] dihitung pendekatan awal dari sembilan unsur yang tidak diketahui. Istilah $(\partial F/\partial \omega)_0$, $(\partial G/\partial \omega)_0$, $(\partial F/\partial \varphi)_0$, $(\partial G/\partial \varphi)_0$ dan seterusnya merupakan turunan parsial dari fungsi F dan G dengan mempertimbangkan parameter yang belum diketahui pada pendekatan awal. Unit $\partial \omega$, $\partial \varphi$, $\partial \kappa$ adalah radian. Karena dx_a dan dy_a merupakan koreksi untuk koordinat foto terukur x_a dan y_a , maka dapat diinterpretasi sebagai kesalahan residual didalam pengukuran.

Oleh karena itu dua istilah ini dapat diganti dengan Vx_a dan Vy_a yang merupakan simbol yang lazim digunakan untuk kesalahan residual. Perhatikan dari persamaan [2.3] dan [2.4] yang jabaran parsialnya $\partial F/\partial x_a$, dan $\partial G/\partial y_a$, keduanya sama dengan q . Dengan substitusi q untuk istilah pada persamaan [2.6] dan [2.7] dengan memindahkan qdx_a dan qdy_a kesisi persamaan, membagi tiap persamaan, dengan q , dan mengganti dx_a dan dy_a masing-masing dengan vx_a dan vy_a . Sehingga apabila persamaan ini digunakan dalam

penyelesaian secara *Least Square* maka diperoleh persamaan kolinear terlinearisasi dalam bentuk yang disederhanakan termasuk untuk nilai residualnya sebagai berikut (*Wolf, 2000*) :

$$b_{11}d\omega + b_{12}d\phi + b_{13}d\kappa - b_{14}dX_L - b_{15}dY_L - b_{16}dZ_L = J + vx_a \quad [2.8]$$

$$b_{21}d\omega + b_{22}d\phi + b_{23}d\kappa - b_{24}dX_L - b_{25}dY_L - b_{26}dZ_L = K + vy_a \quad [2.9]$$

Dimana :

b11-b26 : matrik rotasi

$d\omega, d\phi, d\kappa$: koreksi omega, phi , kappa

dX_L, dY_L, dZ_L : koreksi koordinat kamera

J : Parsial dari F

K : Parsial dari G

Dalam persamaan [2.8] dan [2.9] J dan K masing-masing sama dengan $(F)0/q$ dan $(G)0/q$, b merupakan koefisien yang sama dengan jabaran parsial tersebut. Untuk memudahkannya maka koefisien tersebut dicantumkan dibawah ini (*Wolf and Dewitt, 2000*) :

Dimana :

$$b_{11} = \frac{f}{q^2} [r(-m_{33}\Delta Y + m_{32}\Delta Z) - q(-m_{13}\Delta Y + m_{12}\Delta Z)]$$

$$b_{12} = \frac{f}{q^2} [r(\cos \phi \Delta X + \sin \omega \sin \phi \Delta Y - \cos \omega \sin \phi \Delta Z) - q(-\sin \phi \cos \kappa \Delta X + \sin \omega \cos \phi \cos \kappa \Delta Y - \cos \omega \cos \phi \cos \kappa \Delta Z)]$$

$$b_{13} = \frac{-f}{q} (m_{21}\Delta X + m_{22}\Delta Y + m_{23}\Delta Z)$$

$$b_{14} = \frac{f}{q^2} (rm_{31} - qm_{11})$$

$$b_{15} = \frac{f}{q^2}(rm_{32} - qm_{12})$$

$$b_{16} = \frac{f}{q^2}(rm_{33} - qm_{13})$$

$$b_{21} = \frac{f}{q^2}[s(-m_{33}\Delta Y + m_{32}\Delta Z) - q(-m_{23}\Delta Y + m_{22}\Delta Z)]$$

$$b_{22} = \frac{f}{q^2}[s(\cos\phi\Delta X + \sin\omega\sin\phi\Delta Y - \cos\omega\sin\phi\Delta Z) - q(-\sin\phi\cos\kappa\Delta X - \sin\omega\cos\phi\sin\kappa\Delta Y + \cos\omega\cos\phi\sin\kappa\Delta Z)]$$

$$b_{23} = \frac{f}{q}(m_{11}\Delta X + m_{12}\Delta Y + m_{13}\Delta Z)$$

$$b_{24} = \frac{f}{q^2}(sm_{31} - qm_{21})$$

$$b_{25} = \frac{f}{q^2}(sm_{32} - qm_{22})$$

$$b_{26} = \frac{f}{q^2}(sm_{33} - qm_{23}) \quad [2.10]$$

$$J = x_a - x_o + f\frac{r}{q} \quad [2.11]$$

$$K = y_a - y_o + f\frac{s}{q}$$

Pada Koefisien ini, ΔX , ΔY , dan ΔZ masing-masing sama dengan $(XA-XL)$, $(YA-YL)$, dan $(ZA-ZL)$. Nilai numerik untuk istilah koefisien ini diperoleh dengan menggunakan perkiraan awal untuk yang tidak diketahui (*Wolf and Dewitt, 2000*).

II.2.3. Metode Least Square

Ada beberapa metode yang mampu menghasilkan kesalahan residu sekecil mungkin, salah satunya adalah *least square*. Metode paling jitu dan dapat diterapkan diberbagai aplikasi (Kuang, 1996).

Dalam fotogrametri, metode *least square* bukan merupakan metode baru. Metode ini dikembangkan sejak tahun 1805, dan pada buku-buku referensi dikatakan nama *least square* telah ada sejak awal tahun 1970an. Pada umumnya, metode *least square* sering digunakan untuk menyelesaikan persamaan non-linear yang telah dilinearisasikan menggunakan pengembangan *teorema Taylor*. Dalam merubah persamaan non-linear menjadi persamaan linier perlu dilakukan dengan proses iterasi dengan menggunakan metode *Newton*, sehingga dapat dihasilkan solusi untuk pendekatan awal (Manthey, 1999).

Dalam fotogrametri jarak dekat, pengukuran perlu selalu dilakukan berulang-ulang untuk mendapatkan akurasi yang tinggi dan tahan uji (Mikhail & Gracie 1981, Cooper, 1987). Metode *Least Square* atau metode kuadrat terkecil merupakan suatu prosedur untuk menyelesaikan pengamatan yang mengandung kesalahan acak. Persyaratan utama yang harus ditentukan bagi penyesuaian kuadrat terkecil adalah meminimalkan jumlah kuadrat residual. Sehingga perlu dilakukan iterasi untuk memperoleh nilai residu yang seminimal mungkin (Wolf & Dewwit, 2000).

Dalam teknik fotogrametri, metode *Least Square* digunakan untuk proses antara lain :

1. Mengestimasi atau meratakan nilai parameter orientasi luar (*exterior orientation*).
2. Mengestimasi nilai koordinat titik objek (X , Y , dan Z) beserta nilai keakurasiannya.
3. Mengestimasi dan meratakan nilai parameter orientasi dalam (*interior orientation*).
4. Meminimalisir dan mendistribusikan kesalahan data melalui jaringan pengamatan.

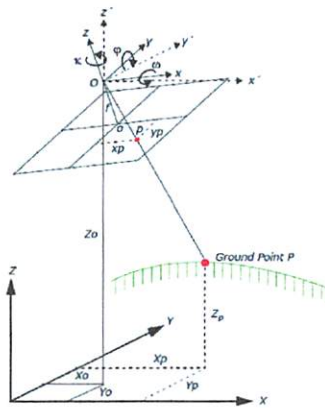
Metode *least square* dibutuhkan untuk proses iterasi sampai sebuah solusi didapat. Sebuah solusi diperoleh saat residual atau nilai kesalahan yang terdapat dalam sebuah data diminimalisir.

Menurut teori yang benar atau nilai kuantitas yang pasti, pengukuran dari nilai sebenarnya tidak dapat ditentukan, tidak peduli berapa banyak pengukuran itu dilakukan kesalahan acak kecil akan tetap selalu ada. Perbedaan diantara beberapa jumlah pengukuran dan nilai sebenarnya untuk jumlah tersebut. Sejak nilai sebenarnya dari jumlah pengukuran tidak dapat ditentukan, begitu juga kesalahan yang tidak pasti. Kesalahan mungkin dapat diperkirakan dengan membandingkan pengukuran atau penghitungan nilai yang diperoleh dengan menggunakan metode bebas yang diketahui untuk mendapatkan nilai akurasi yang tinggi. Perbedaan diantara beberapa jumlah pengukuran dan kemungkinan besar nilai untuk jumlah tersebut (*Wolf & Dewwit, 2000*).

Dalam metode persamaan pengamatan untuk penyesuaian kuadrat terkecil, di tulis persamaan pengamatan yang berkaitan dengan nilai terukur terhadap kesalahan residual dan parameter yang tidak diketahui. Bila dilakukan pengamatan berulang-berulang, maka dapat ditulis persamaan pengamatan yang lebih banyak dari yang diperlukan untuk memperoleh solusi yang unik, dan nilai yang paling mungkin dapat ditentukan dengan metode *least square* atau kuadrat terkecil. Bagi sekelompok pengamatan yang berbobot sama, atau persamaan bagi tiap kesalahan residual dapat diperoleh dari tiap persamaan pengamatan. Untuk meminimalkan fungsinya, dilakukan perubahan fungsi parsial sesuai dengan variabel yang tidak dikenal dan mengatur nilainya sebesar nol. Ini akan menghasilkan serangkaian persamaan yang disebut persamaan normal yang jumlahnya sama besar dengan jumlah yang tidak diketahui. Persamaan normal yang digunakan untuk memperoleh nilai yang paling mungkin bagi nilai yang tidak diketahui (*Wolf, 2000*).

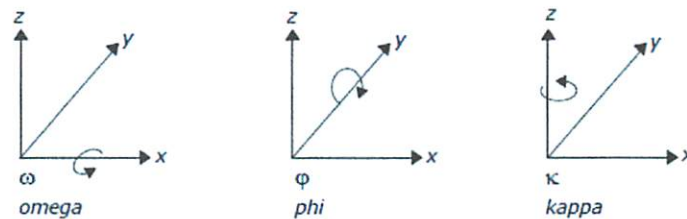
II.3. Eksterior Orientation (Orientasi Luar)

Orientasi luar dari foto merupakan salah satu tugas terpenting dalam fotogrametri. Parameter orientasi luar terdiri dari 3 parameter posisi kamera (X_L, Y_L, Z_L) dan 3 parameter rotasi omega, phi, kappa (ω, ϕ, κ). Elemen sudut rotasi dari parameter orientasi luar menggambarkan hubungan antara sistem koordinat objek (X, Y, Z) dengan sistem koordinat foto (x, y, z). Untuk ilustrasi dari parameter orientasi luar dapat dilihat dibawah ini :



Gambar 2.4. Ilustrasi *Eksterior Orientation*

Dengan arah rotasi omega, phi dan kappa pada masing-masing sumbu sebagai berikut :

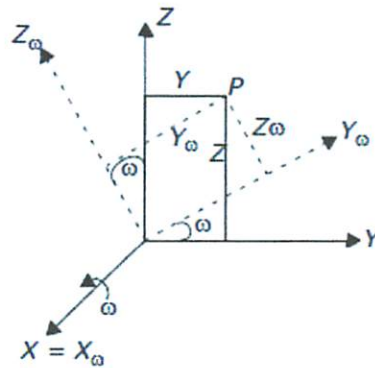


Gambar 2.5. Rotasi Omega, Phi, Kappa

Menggunakan tiga sudut rotasi, hubungan antara sistem koordinat foto (x, y, z) dan sistem koordinat objek (X, Y, Z) dapat ditentukan. Sebuah matrik dengan dimensi 3×3 dapat mendefinisikan hubungan antara dua sistem yang digunakan. Adapun matrik rotasi dapat didefinisikan sebagai berikut (*Tutorial Leica, 2006*) :

$$M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} \quad [2.12]$$

Untuk mendapatkan persamaan diatas, tiga sudut rotasi harus dilakukan secara bergantian. Rotasi pertama dilakukan terhadap sumbu x (omega), rotasi yang kedua dilakukan terhadap sumbu y (phi), dan rotasi yang terakhir dilakukan terhadap sumbu z (kappa).

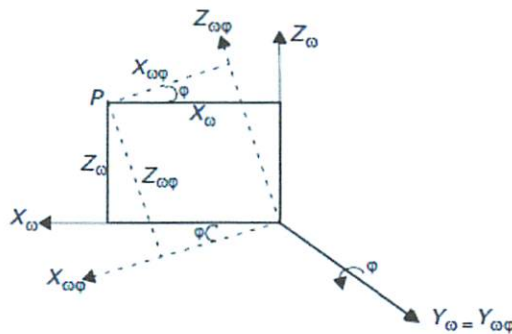


Gambar 2.6. Rotasi pertama Omega terhadap sumbu x

Dari gambar diatas di dapat persamaan sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \omega & -\sin \omega \\ 0 & \sin \omega & \cos \omega \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_\omega \\ Y_\omega \\ Z_\omega \end{bmatrix} = M_\omega \begin{bmatrix} X_\omega \\ Y_\omega \\ Z_\omega \end{bmatrix}$$

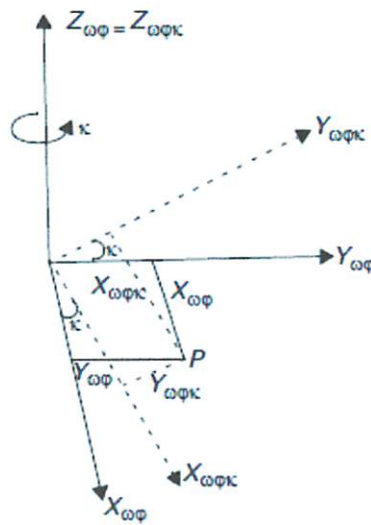
[2.13]



Gambar 2.7. Rotasi kedua Phi terhadap sumbu y

Dari sistem rotasi kedua terhadap sumbu y di dapat persamaan sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} X_{\omega} \\ Y_{\omega} \\ Z_{\omega} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \varphi & 0 & \sin \varphi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \varphi & 0 & \cos \varphi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{\omega\varphi} \\ Y_{\omega\varphi} \\ Z_{\omega\varphi} \end{bmatrix} = M_{\varphi} \begin{bmatrix} X_{\omega\varphi} \\ Y_{\omega\varphi} \\ Z_{\omega\varphi} \end{bmatrix} \quad [2.14]$$



Gambar 2.8. Rotasi ketiga Kappa terhadap sumbu z

Dari gambar diatas sistem rotasi terhadap sumbu z didapat persamaan sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} X_{\omega\varphi} \\ Y_{\omega\varphi} \\ Z_{\omega\varphi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \kappa & -\sin \kappa & 0 \\ \sin \kappa & \cos \kappa & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{\omega\varphi\kappa} \\ Y_{\omega\varphi\kappa} \\ Z_{\omega\varphi\kappa} \end{bmatrix} = M_{\kappa} \begin{bmatrix} X_{\omega\varphi\kappa} \\ Y_{\omega\varphi\kappa} \\ Z_{\omega\varphi\kappa} \end{bmatrix} \quad [2.15]$$

Dengan mengkombinasikan persamaan [2.13], [2.14], dan [2.15] akan di dapat hubungan antara koordinat titik objek (P) relatif terhadap (X, Y, Z) dan ($X_{\omega\varphi\kappa}, Y_{\omega\varphi\kappa}, Z_{\omega\varphi\kappa}$).

$$P = M_{\omega} \times M_{\varphi} \times M_{\kappa} \times P_{\omega\varphi\kappa} \quad [2.16]$$

Persamaan diatas diganti menjadi :

$$M_{\omega} \times M_{\varphi} \times M_{\kappa} \quad [2.17]$$

Dimana M merupakan matrik 3 x 3, sehingga di dapat persamaan 2.12.

dengan nilai masing-masing elemen matrik sebagai berikut :

$$\begin{aligned} m_{11} &= \cos \varphi \cos \kappa \\ m_{12} &= \sin \omega \sin \varphi \cos \kappa + \cos \omega \sin \kappa \\ m_{13} &= -\cos \omega \sin \varphi \cos \kappa + \sin \omega \sin \kappa \\ \\ m_{21} &= -\cos \varphi \sin \kappa \\ m_{22} &= -\sin \omega \sin \varphi \sin \kappa + \cos \omega \cos \kappa \\ m_{23} &= \cos \omega \sin \varphi \sin \kappa + \sin \omega \cos \kappa \\ \\ m_{31} &= \sin \varphi \\ m_{32} &= -\sin \omega \cos \varphi \\ m_{33} &= \cos \omega \cos \varphi \end{aligned} \quad [2.18]$$

Dimana :

m11 : nilai m pada baris 1 kolom 1

m12 : nilai m pada baris 1 kolom 2

m13 : nilai m pada baris 1 kolom 3

m21 : nilai m pada baris 2 kolom 1

m22 : nilai m pada baris 2 kolom 2

m23 : nilai m pada baris 2 kolom 3

m31 : nilai m pada baris 3 kolom 1

m32 : nilai m pada baris 3 kolom 2

m33 : nilai m pada baris 3 kolom 3

II.4. Interior Orientation (Orientasi Dalam)

Parameter dalam *interior orientation* adalah lokasi *principle point* x_p , y_p dan panjang fokus c . Parameter ini mendefinisikan posisi CCD sensor terhadap pusat perspektif. Sebagai bagian dari *Additional Parameter* (AP), sebenarnya bukan unsur tersebut yang harus ditentukan, akan tetapi perubahan dari parameter, Δx , Δy , dan Δc (Dorstel, 2004):

$$\begin{aligned}\Delta x_i &= \Delta x_p - \frac{\bar{x}}{\bar{z}} \Delta c \\ \Delta y_i &= \Delta y_p - \frac{\bar{y}}{\bar{z}} \Delta c\end{aligned}\tag{2.19}$$

Dimana koordinat foto digambarkan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\bar{x} &= x - x_p \\ \bar{y} &= y - y_p \\ \bar{z} &= -c\end{aligned}\tag{2.20}$$

Dimana :

x_p, y_p : koordinat titik tengah foto

x, y : koordinat titik a

c : fokus kamera

II.5. Intersection

Mikhail (2001) mengkaji bahwa *intersection* mengacu kepada determinasi titik pada *object space*, dengan perpotongan garis dari dua foto atau lebih. Metode yang digunakan adalah persamaan garis lurus tidak linier (Persamaan [2.21] dan Persamaan [2.22]) dengan dua persamaan untuk setiap foto. Jika terdapat dua foto maka akan ada empat persamaan yang terdiri dari tiga persamaan yang tidak diketahui dan titik koordinat *object space* yang diperoleh. Terdapat satu derajat kebebasan dan satu persamaan garis lurus dimana persamaan tersebut dapat dipecahkan dengan menggunakan metode *least square*. Dengan menambahkan beberapa foto maka akan meningkatkan jumlah dari derajat kebebasan dan meningkatkan penyelesaian persamaan tersebut.

$$x_a = x_o - f \frac{m_{11}(X_A - Y_L) + m_{12}(Y_A - Y_L) + m_{13}(Z_A - Z_L)}{m_{31}(X_A - Y_L) + m_{32}(Y_A - Y_L) + m_{33}(Z_A - Z_L)} \quad [2.21]$$

$$y_a = y_o - f \frac{m_{21}(X_A - Y_L) + m_{22}(Y_A - Y_L) + m_{23}(Z_A - Z_L)}{m_{31}(X_A - Y_L) + m_{32}(Y_A - Y_L) + m_{33}(Z_A - Z_L)} \quad [2.22]$$

Dimana :

f : fokus

x_o, y_o : Koordinat foto titik a

x_a, y_a : Koordinat foto yang diukur

X_L, Y_L, Z_L : Koordinat kamera

X_A, Y_A, Z_A : Koordinat objek untuk titik A

m11-m33 : matrik rotasi ortogonal

Persamaan [2.21] dan Persamaan [2.22] merupakan Persamaan garis lurus tidak linier. Dalam Persamaan tersebut terdapat sembilan parameter yang tidak diketahui antara lain : ω, ϕ, κ (omega, phi, kappa) ini merupakan tiga parameter rotasi dimana parameter ini berhubungan dengan m , tiga parameter posisi kamera (X_L, Y_L, Z_L) dimana keenam parameter ini terdapat dalam *Eksterior Orientation* (orientasi luar). Sedangkan tiga parameter lainnya merupakan koordinat titik objek (X_A, Y_A, Z_A). Dimana Z_A merupakan panjang fokus kamera (f). Ketiga parameter ini terdapat dalam *Interior Orientation* (orientasi dalam).

Selain menggunakan Persamaan [2.21] dan [2.22] bisa juga dengan menggunakan pendekatan perhitungan *intersection*, pendekatan harus dimulai dari bagian nonlinier. untuk setiap foto, dapat ditulis vektor satuan dari sudut pandang pusat melalui titik kontrol tanah sebagai berikut (Mikhail, 2001)

$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{bmatrix}_i = M_i^T \begin{bmatrix} x_i - x_0 \\ y_i - y_0 \\ -f_i \end{bmatrix} \quad [2.23]$$

Persamaan baris melalui sudut pandang pusat foto dan titik objek, oleh karena itu (Mikhail et al, 2001) :

$$\frac{X - X_L}{\alpha_i} = \frac{Y - Y_L}{\beta_i} = \frac{Z - Z_L}{\gamma_i}$$

[2.24]

Persamaan ini digunakan untuk setiap foto, guna melengkapi empat Persamaan pada tiga Persamaan yang tidak diketahui.

Tiga sudut rotasi ω, ϕ, κ yang berhubungan dengan m , tiga koordinat stasiun pemotretan X_L, Y_L, Z_L , dan tiga koordinat titik objek X_A, Y_A, Z_A . Dapat dilinearisasi menggunakan dalil Taylor. Koordinat foto x_o, y_o merupakan konstanta tetap, x_o, y_o dan f merupakan bagian dari parameter kalibrasi. Persamaan garis lurus yang tidak linier dapat dilinearisasikan menggunakan dalil Taylor, Persamaan (2.10) dan (2.11) dituliskan lagi sebagai berikut :

$$F = x_o - f \frac{r}{q} = x_a \quad [2.25]$$

$$G = y_o - f \frac{s}{q} = y_a \quad [2.26]$$

Dimana :

F : Nilai dari fungsi F

G : Nilai dari fungsi G

x_o, y_o : Koordinat foto titik a

x_a, y_a : Koordinat foto yang diukur

Untuk menentukan suatu koordinat *object space* titik A dengan metode *intersection*, dengan enam elemen *exterior orientation* ($\omega, \phi, \kappa, X_L, Y_L, Z_L$) yang

telah diketahui dan tiga elemen koordinat *object space* (X_A, Y_A, Z_A) yang belum diketahui maka Persamaan [2.25] dan [2.26] dapat di tuliskan dalam bentuk turunan parsial berdasarkan dalil Taylor sebagai berikut :

$$F_0 + \left(\frac{\partial F}{\partial X_A}\right)_0 dX_A + \left(\frac{\partial F}{\partial Y_A}\right)_0 dY_A + \left(\frac{\partial F}{\partial Z_A}\right)_0 dZ_A = x_a \quad [2.27]$$

$$G_0 + \left(\frac{\partial G}{\partial X_A}\right)_0 dX_A + \left(\frac{\partial G}{\partial Y_A}\right)_0 dY_A + \left(\frac{\partial G}{\partial Z_A}\right)_0 dZ_A = y_a \quad [2.28]$$

dimana :

F_0, G_0 : fungsi dari F dan G

Istilah $(\partial F/\partial X_A)_0$ dst : turunan parsial dari fungsi F dan G dengan mempertimbangkan unsur yang belum diketahui pada pendekatan awal

x_a, y_a : koordinat foto

Karena enam unsur orientasi sudah diketahui, yang tidak diketahui pada persamaan ialah $dX_A, dY_A,$ dan $dZ_A.$ ini merupakan koreksi yang harus diterapkan bagi pendekatan awal untuk masing-masing koordinat objek space $X_A, Y_A, Z_A,$ untuk titik A. Bentuk persamaan interseksi yang dilinearkan sebagai berikut (*Wolf and Dewitt 2000*) :

$$\begin{aligned} b_{14}dX_A + b_{15}dY_A + b_{16}dZ_A &= J + V_{xa} \\ b_{24}dX_A + b_{25}dY_A + b_{26}dZ_A &= K + V_{ya} \end{aligned} \quad [2.29]$$

Koreksi ini diterapkan bagi pendekatan awal untuk memperoleh nilai revisi untuk X_A, Y_A, Z_A . Penyelesaian ini kemudian diulang lagi atau proses iterasi hingga nilai residu sesuai..

dimana :

- v_{xa}, v_{ya} : kesalahan residual dalam pengukuran
- x_a, y_a : koordinat foto
- dX_A, dY_A, dZ_A : nilai koreksi awal koordinat *object space* titik A
- J dan K : masing-masing sama dengan $x_a - F_o$ dan $y_a - G_o$
- b : koefisien, masing-masing sama dengan turunan parsial. Untuk memudahkan maka koefisien ini telah dijabarkan.

Persamaan [2.29] kemudian dijabarkan kedalam matriks sebagai berikut :

$$AX = L + V \quad [2.30]$$

dimana :

$$A = \begin{bmatrix} b_{14_a} & b_{15_a} & b_{16_a} \\ b_{24_a} & b_{25_a} & b_{26_a} \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} dX_A \\ dY_A \\ dZ_A \end{bmatrix} \quad L = \begin{bmatrix} J_a \\ K_a \end{bmatrix} \quad V = \begin{bmatrix} V_{xa} \\ V_{ya} \end{bmatrix}$$

- A : matriks koefisien berisi penurunan pertama persamaan terhadap parameter yang akan dicari
- X : matriks berisi parameter yang dicari
- L : matriks yang berisikan nilai fungsi dimana nilai koordinat foto dikurangi nilai pendekatan koordinat *object space*
- V : matriks residual berisi kesalahan pengukuran

Dengan penjabaran matriks sebagai berikut :

$$A^T A X = A^T L \quad [2.31]$$

Pada persamaan diatas, $A^T A$ adalah matriks koefisien persamaan normal dari bilangan tak diketahui. Kalikan kedua bagian Persamaan [2.20] dengan $A^T A$ dan kurangkan hasilnya adalah :

$$\begin{aligned} (A^T A)^{-1} (A^T A) X &= (A^T A)^{-1} A^T L \\ IX &= (A^T A)^{-1} A^T L \quad [2.32] \\ X &= (A^T A)^{-1} A^T L \end{aligned}$$

Dimana :

$(A^T A)^{-1}$: Matrik A tranpose dikali matrik A kemudian di inversekan

$(A^T A)$: Matrik A tranpose dikali matrik A

$A^T L$: Matrik A tranpose dikali matrik L

X : Matrik X

L : Matrik L

Dalam persamaan diatas, I merupakan matriks identitas. Persamaan [2.32] merupakan persamaan matriks dasar kuadrat terkecil bagi pengamatan sama bobot, matriks X terdiri atas nilai paling mungkin bagi nilai tak dikenal, A, B, C, \dots, N . Bagi suatu sistem pengamatan terbobot, Persamaan [2.33] menyajikan matriks X bagi nilai paling mungkin untuk nilai tak dikenal (*Wolf, 1993*).

$$X = (A^T P A)^{-1} A^T P L \quad [2.33]$$

Dalam Persamaan [2.33], matriksnya identik terhadap persamaan sama bobot, kecuali bahwa matriks P merupakan matriks diagonal bobot dan diidentifikasi sebagai berikut :

$$\begin{array}{c}
 P_1 \\
 P_2 \\
 P_3 \\
 \vdots \\
 \vdots \\
 \vdots \\
 m
 \end{array}
 P =
 \begin{array}{c}
 P_1 \\
 P_2 \\
 P_3 \\
 \vdots \\
 \vdots \\
 \vdots \\
 P_m
 \end{array}$$

Di dalam Persamaan [2.33], matriks P , semua unsur luar diagonal ditunjukkan dengan nilai nol. Hal ini sesuai apabila pengamatan individual bersifat mandiri dan tidak terkait, misalnya pengamatan itu tidak tergantung satu terhadap yang lain, ini hampir selalu terjadi di dalam fotogrametri (Wolf, 1993).

Nilai b_{14} - b_{26} pada matriks A didapatkan dengan menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned}
 b_{14} &= \frac{f}{q^2}(rm_{31} - qm_{11}) & b_{24} &= \frac{f}{q^2}(sm_{31} - qm_{21}) \\
 b_{15} &= \frac{f}{q^2}(rm_{32} - qm_{12}) & b_{25} &= \frac{f}{q^2}(sm_{32} - qm_{22}) \\
 b_{16} &= \frac{f}{q^2}(rm_{33} - qm_{13}) & b_{26} &= \frac{f}{q^2}(sm_{33} - qm_{23})
 \end{aligned}
 \tag{2.34}$$

Dimana nilai m pada rumus diatas didapatkan dari Persamaan [2.18] dan nilai q, r, s didapat dari Persamaan [2.36]. Setelah menyusun matriks A dengan Persamaan [2.35] selanjutnya matriks A tersebut di tranposekan. Transpose Matriks A adalah sebuah matriks baru yang disusun dengan cara menuliskan baris pertama matriks A menjadi kolom pertama matriks baru, baris kedua matriks A

menjadi kolom kedua matriks baru, dan seterusnya. Transpose matriks A dinotasikan dengan A^T . Jika matriks A berordo $m \times n$, maka A^T berordo $n \times m$.

Setelah itu matriks A^T tersebut dikalikan lagi dengan matriks A sehingga mendapatkan matriks $A^T.A$ dimana matriks $A^T.A$ ini memiliki ordo $n \times n$. Setelah itu matriks $A^T.A$ tersebut diinverskan sehingga menjadi matriks $(A^T.A)^{-1}$. Matriks invers adalah apabila A dan B masing-masing adalah matriks persegi berordo sama dan berlaku hubungan $A.B = B.A = 1$ Maka A adalah invers B atau B adalah invers A atau A dan B merupakan dua matriks yang saling invers. Matriks A adalah invers matriks B ditulis $A = B^{-1}$ dan matriks B adalah invers matriks A ditulis $B = A^{-1}$.

Matriks L merupakan matriks yang berisikan nilai fungsi dimana nilai koordinat foto dikurangi nilai pendekatan koordinat *object space*. Matriks L didapat dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$J = x_a - x_o + f \frac{r}{q} \tag{2.35}$$

$$K = y_a - y_o + f \frac{s}{q}$$

Dimana :

J dan K : masing-masing sama dengan $x_a - F_o$ dan $y_a - G_o$

x_a, y_a : koordinat foto

x_o, y_o : koordinat foto titik a

Sedangkan nilai q , r dan s dihitung dengan menggunakan :

$$\begin{aligned} q &= m_{31}(X_A - X_L) + m_{32}(Y_A - Y_L) + m_{33}(Z_A - Z_L) \\ r &= m_{11}(X_A - X_L) + m_{12}(Y_A - Y_L) + m_{13}(Z_A - Z_L) \\ s &= m_{21}(X_A - X_L) + m_{22}(Y_A - Y_L) + m_{23}(Z_A - Z_L) \end{aligned} \quad [2.36]$$

nilai m yang diperoleh dengan menggunakan Persamaan [2.7] akan menghasilkan

$$X = (A^T A)^{-1}(A^T L) \quad [2.37]$$

Dimana :

X : Matrik X

$(A^T A)^{-1}$: Matrik A tranpose dikali Matrik A kemudian diinversekan

$(A^T L)$: Matrik A tranpose dikali Matrik L

Persamaan matriks untuk menghitung nilai residual setelah dikurangkan dengan nilai x_a , ya pendekatan adalah :

$$V = AX - L \quad [2.38]$$

Dimana :

V : Matrik V

AX : Matrik A dikali matrik X

L : Matrik L

rumus untuk menghitung standard deviasi dari matriks V adalah :

$$S = \frac{\sqrt{V^T V}}{I} \quad [2.39]$$

Dimana :

S : Standard deviasi

V : Matrik V

V^T : Matrik V tranpose

r : jumlah tingkat kebebasan

Di dalam Persamaan [2.39] r merupakan jumlah tingkat kebebasan yang sama besar dengan jumlah persamaan pengamatan dikurangi jumlah nilai tak dikenal, atau $r = (m - n)$.

Matriks kovarian merupakan matriks yang unsur-unsurnya berupa varian (ragam) dan kovarian (peragam) dari sekumpulan variabel. Matriks kovarian memiliki lambang S , diagonalnya merupakan varian dari setiap variabel, sedangkan unsur lainnya berupa kovarian antar variabel. Matriks S ini bersifat simetris atau setangkup.

$$S_{xi} = \sqrt{(Q_{xixi})} \quad [2.40]$$

Pada Persamaan [2.39] merupakan simpangan baku ke- i jumlah tersesuaian, misalnya jumlah dalam lajur ke- i matriks X ; S_o merupakan simpangan baku berat satuan yang dihitung dengan Persamaan [2.38] dan Q_{xixi} merupakan unsur dalam baris ke- i dan lajur ke- i matriks $(A^T.A)^{-1}$, maka matriks $(A^T.A)^{-1}$ adalah matriks kovarian.

Matriks X merupakan nilai dari koreksi parameter, hitung nilai-nilai parameter (X_A, Y_A, Z_A) dengan menambahkan koreksinya dengan nilai matrik X . Lakukan kembali proses iterasi bila nilai residu belum seminimal mungkin. Proses iterasi berhenti setelah nilai residu sudah minimum atau mendekati nol.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Lokasi dan Materi Penelitian

III.1.1. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini penulis mengambil lokasi penelitian di *Fly Over* Arjosari, kota Malang. Penelitian dilakukan sejak bulan Juni 2009 sampai dengan Juni 2010. Penelitian dilakukan dengan menempatkan titik-titik *retro-reflective target* sebagai titik target pada kedua sisi tiang *fly over* dimana titik-titik tersebut di foto dalam kurun waktu tertentu untuk mendapatkan data awal penelitian.

III.1.2. Materi Penelitian

Adapun materi dari penelitian yang dilakukan oleh penulis meliputi :

1. Dalam penelitian ini yang menjadi materi utama adalah foto yang dihasilkan dari pemotretan yang dilakukan terhadap tiang-tiang pada *fly over* Arjosari, kota Malang.
2. Parameter-parameter EO ($X_L, Y_L, Z_L, \omega, \phi, \kappa$) yang didapat dari proses *resection* dan juga pengolahan data titik foto dengan menggunakan *software Photomodeller* versi 6. Dalam hal ini nilai parameter-parameter EO ($X_L, Y_L, Z_L, \omega, \phi, \kappa$) diasumsikan telah diketahui.
3. Nilai dari parameter X, Y, Z pendekatan dari tiap titik foto. Nilai dari parameter X, Y, Z pendekatan ini didapatkan dengan mengolah foto

dengan menggunakan *software Photomodeller* versi 6. Dalam hal ini parameter X, Y, Z pendekatan diasumsikan telah diketahui.

III.2. Bahan dan Alat Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa peralatan untuk mendukung proses pengambilan dan pengolahan data.

- I. Kamera non-metriik, dalam penelitian ini menggunakan kamera SRL Nikon D60.



Gambar 3.1. Kamera SRL Nikon D60

Adapun spesifikasi dari kamera SRL Nikon D60 adalah sebagai berikut :

1. Dimension :

- Weight : 17 oz
- Height : 3.7 in
- Width : 5 in
- Depth : 2.5 in

b. Memory Type : SD Memory Card, SDHC Memory Card

c. Image Processor :

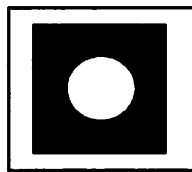
- Focal Length Conversion Factor (SLR) : 1.5

- Number of Image Sensor Pixels : 10750000

- Image Sensor : CCD

- LCD Screen Size : 2.5 in

2. *Retro-reflective target*, *retro-reflective target* merupakan titik-titik yang digunakan sebagai titik target yang membantu dalam proses pengukuran dengan menggunakan kamera non-metrik.



Gambar 3.2. Retro-reflektive target

Stiker *retro-reflective target* merupakan stiker yang bersifat memantulkan cahaya lebih kuat dari stiker biasa (Nuraini, 2007), hal ini dimaksudkan untuk memudahkan penulis ketika hendak mengambil data foto di malam hari. Stiker *retro-reflective target* ini juga didesain memiliki daya rekat yang lebih tinggi dari pada stiker lain pada umumnya. Ini dimaksudkan agar stiker bisa bertahan lama dan tidak cepat rusak. Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa jenis ukuran dari stiker *retro-reflective target*. Adapun ukuran-ukuran dari stiker *retro-reflective target* adalah sebagai berikut :

1. Stiker *retro-reflective target* dengan diameter 1 cm berjumlah 200 biji
2. Stiker *retro-reflective target* dengan diameter 2,5 cm berjumlah 150 biji
3. Stiker *retro-reflective target* dengan diameter 5 cm berjumlah 100 biji
4. Stiker *retro-reflective target* dengan diameter 10 cm berjumlah 50 biji.



Gambar 3.3. Lokasi fly over yang telah dipasang stiker

3. Perangkat keras (*hardware*) sebagai berikut :

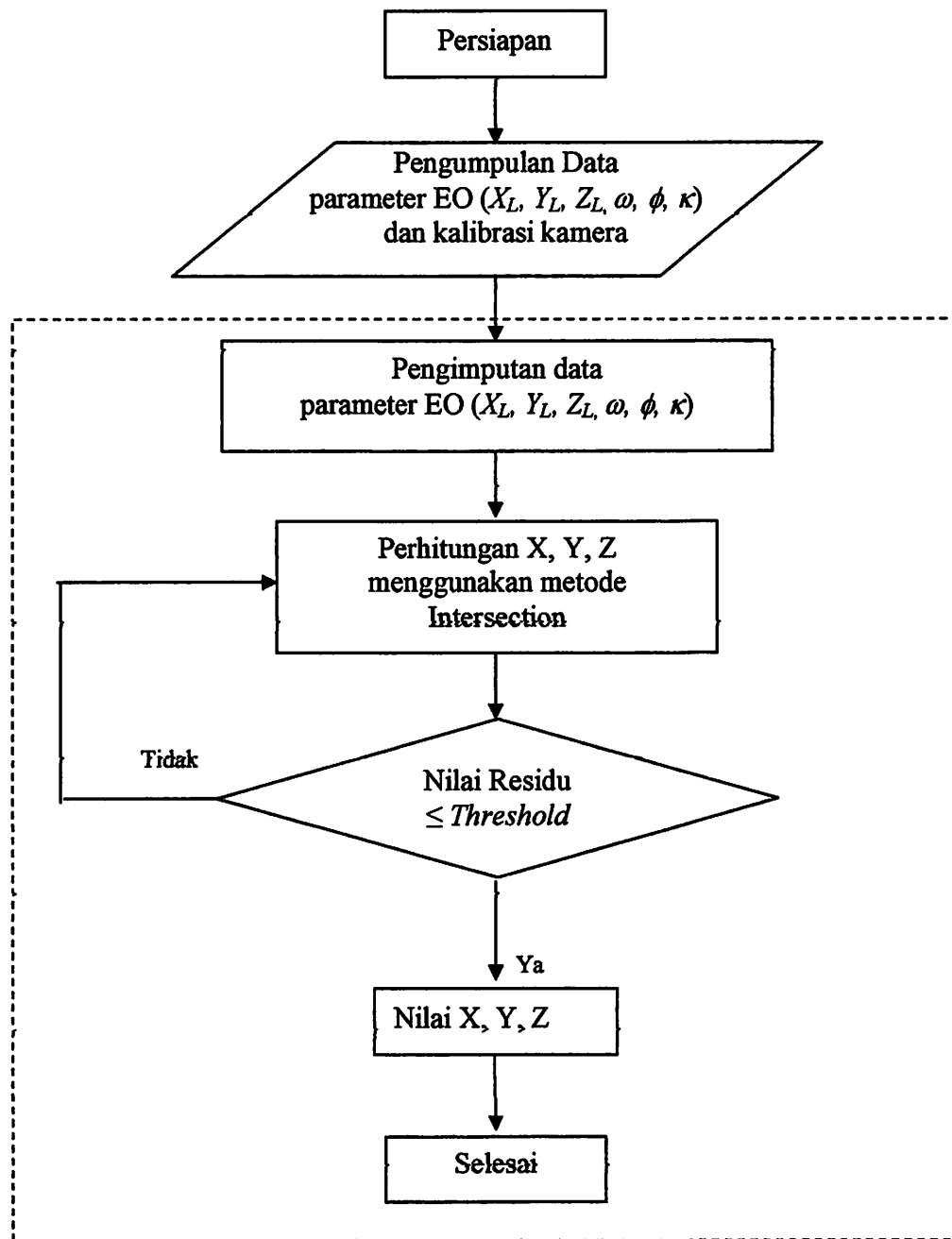
- a. Laptop ACER Aspire 4720Z dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - Mobile DualCore Intel Celeron M 530, 1733 MHz (13 x 133)
 - Disk Drive Hitachi HTS541612J9SA00 (120 GB, 5400 RPM, SATA)
 - Memory DDR2 SDRAM 2 GB

- Mobile Intel Graphic Media Accelerator X3100
- DVD-Super Multi DL
- Broadcom 802.11g Network Adapter
- Operating System Microsoft Windows XP Professional Service

Pack 3

- b. Optical Mouse
- c. Printer Epson T-20
- d. Kabel data kamera

III.3. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.4. Bagan Alir Penelitian

Tahap-tahap yang dilakukan dalam proses penelitian penentuan koordinat *object space* dengan menggunakan metode *intersection* adalah :

1. Persiapan, dalam tahapan persiapan yang dilakukan adalah proses perijinan pemasangan stiker *retro-reflective target* pada tiang-tiang *fly over* Arjosari, Malang. Pemesanan untuk membuat stiker *retro-reflective target*, pemasangan stiker *retro-reflective target* dan juga pemotretan tiang-tiang *fly over* secara berkala.
2. Pengumpulan data parameter EO ($X_L, Y_L, Z_L, \omega, \phi, \kappa$). Data parameter EO didapat dari proses *resection* dan juga bisa didapatkan dengan mengolah titik-titik *retro-reflective target* dengan menggunakan *software Photomodeller* versi 6. Dalam proses ini data parameter EO diasumsikan telah diketahui.
3. Pengumpulan data nilai X, Y, Z pendekatan dari tiap titik foto. Nilai dari parameter X, Y, Z awal ini didapatkan dengan mengolah foto dengan menggunakan *software Photomodeller* versi 6. Dalam hal ini parameter X, Y, Z awal diasumsikan telah diketahui.
4. Melakukan perhitungan dengan menggunakan metode *intersection* hingga mendapatkan nilai residual (matriks X). Nilai residual ini nantinya akan ditambahkan dengan nilai X, Y, Z awal yang telah diperoleh dari proses pengolahan data titik foto dengan menggunakan *software Photomodeller* versi 6.
5. Lakukan proses iterasi. Proses iterasi adalah proses menghitung kembali dengan mengganti nilai X, Y, Z awal dengan nilai dari matriks X ditambah dengan nilai pendekatan awal. Proses ini berlangsung hingga nilai residual menjadi seminimum mungkin, hal ini bisa dilihat dari nilai standar deviasi dari iterasi yang

dilakukan. Bila nilai standar deviasi iterasi sudah seminimum mungkin maka proses iterasi akan berhenti. Nilai X, Y, Z iterasi terakhir diyakini sebagai nilai koordinat X, Y, Z sebenarnya .

6. Proses selesai.

III.4. Jalannya Penelitian

Sebelum memulai penelitian diperlukan persiapan yang matang sehingga penelitian berjalan lancar. Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan adalah :

III.4.1. Tahap Persiapan

Sebelum memulai penelitian dilakukan terlebih dahulu beberapa persiapan untuk mendukung jalannya penelitian. Adapun dalam tahap persiapan ini meliputi perijinan dan persiapan alat.

III.4.1.1. Perijinan

Sebelum memulai penelitian penulis terlebih dahulu mempersiapkan ijin dari berbagai instansi yang terkait dengan penelitian ini. Adapun instansi-instansi yang terkait antara lain :

1. Dinas Kesbang Linmas (Kesatuan Bangsa Pelindung Masyarakat)

Dimana perijinan tersebut ditujukan kepada :

**Kepala Dinas Kesatuan Bangsa Pelindung Masyarakat (Kesbang
Linmas)**

Kota Malang

Perihal : Permohonan ijin penelitian pada jembatan rel kereta api di daerah Malang.

2. Dinas PU (Pekerjaan Umum)

Dimana perijinan tersebut ditujukan kepada :

Kepala Dinas Pekerjaan Umum (PU)

Kota Malang

Perihal : Permohonan ijin penelitian pada jembatan rel kereta api di daerah Malang.

3. PT.KAI (Kereta Api Indonesia)

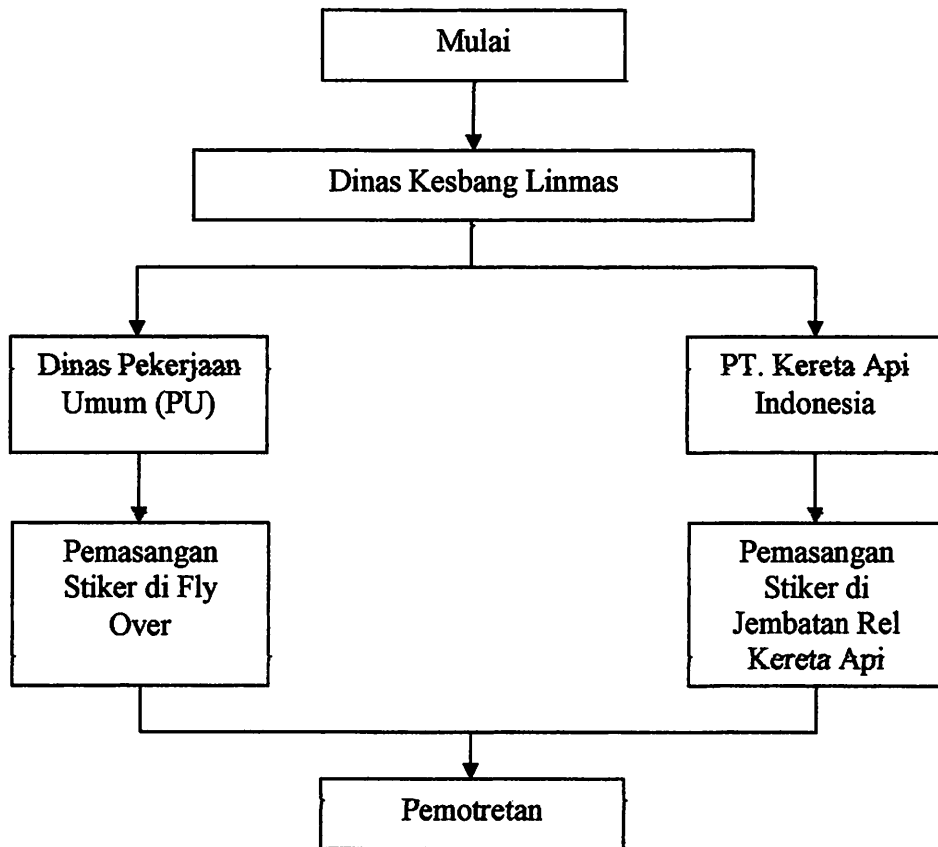
Dimana perijinan tersebut ditujukan kepada :

Kepala PT. Kereta Api Indonesia (KAI)

Yang berisikan permohonan perijinan pemasangan stiker di jembatan rel kereta api. Ijin dari penelitian dan pemasangan stiker ini berlaku selama satu (1) tahun.

Adapun semua proses perijinan ini telah dilakukan pada kegiatan Praktek Kerja Nyata (PKN) pada bulan Mei – Juni 2009. Penelitian yang diambil oleh penulis merupakan pengembangan dari kegiatan Praktek Kerja Nyata (PKN) yang telah dilakukan penulis dengan judul *“Akuisisi Data Foto Dengan Kamera NIKON D60 Untuk Analisa Deformasi Dengan Menggunakan Teknik Close Range Photogrammetry”*.

Proses permohonan *Security Clearance* atau perijinan serta pekerjaan penelitian dapat dilihat dari bagan dibawah ini :



III.4.1 2 Persiapan Alat

Adapun persiapan alat yang hendak digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Kamera non-metrik, dalam penelitian ini menggunakan kamera SRL Nikon D 60.
2. Stiker *retro-reflective target*.

III.4.2. Pengumpulan Data

III.4.2.1. Jenis Data

III.4.2.1.1. Data Primer

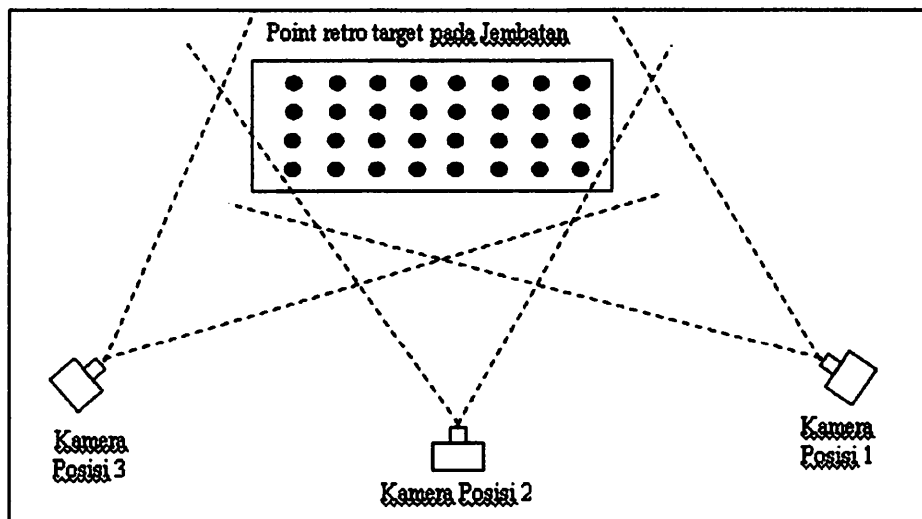
Data primer merupakan data yang dikumpulkan secara langsung data tersebut sebelumnya belum pernah ada (*Sudarmiatin, 2001*). Jadi data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari objek penelitian. Dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis data primer yang diperoleh adalah data titik foto hasil pemotretan tiang-tiang *fly over* Arjosari, Malang.

III.4.2.1.2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang berasal dari dokumentasi, artinya sebelum perancangan dilakukan data tersebut sudah ada (*Sudarmiatin, 2001*). Jadi data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung tetapi masih berhubungan dengan obyek perancangan, yakni berupa data yang didapat dari sumber informasi, berupa dokumentasi, literatur (buku, jurnal, majalah, koran, tabloid, dan dari media internet dengan *search engine* Yahoo.com dan Google.com), dan arsip-arsip yang terkait dengan perancangan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis data sekunder adalah rumus-rumus perhitungan *intersection* baik dari buku, jurnal ilmiah, serta artikel-artikel yang terkait dengan fotogrametri khususnya materi perhitungan *intersection*.

III.4.2.2. Pengambilan Foto

Pengambilan foto yang dilakukan pada tiang-tiang *fly over* dilakukan minimal tiga (3) kali dengan posisi pemotretan yang berbeda-beda. Pada setiap posisi pemotretan lakukan rotasi pada kamera setiap melakukan pemotretan, putar kamera sebesar 90° ke kanan dan 90° ke kiri kemudian lakukan pemotretan. Ini dilakukan untuk mendapatkan hasil foto yang berbeda-beda pada setiap pemotretan. Dalam setiap pemotretan panjang fokus pada kamera tidak boleh berubah sedikitpun. Dalam setiap pemotretan, pengambilan gambar harus bisa menjangkau semua titik *retro-reflective target*.



Gambar 3.5. Posisi Kamera Konvergen (gambar tampak dari atas)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Parameter ω, ϕ, κ (omega, phi, kappa), parameter posisi kamera (X_L, Y_L, Z_L) dan koordinat titik objek (X, Y, Z)

Dalam proses perhitungan dengan menggunakan metode *intersection* ada sembilan parameter yang tidak diketahui antara lain : ω, ϕ, κ (omega, phi, kappa) ini merupakan tiga parameter rotasi dimana parameter ini berhubungan dengan m , tiga parameter posisi kamera (X_L, Y_L, Z_L) dimana keenam parameter ini terdapat dalam *Eksterior Orientation* (orientasi luar). Sedangkan tiga parameter lainnya merupakan koordinat titik objek (X, Y, Z).

Pada proses *intersection* parameter ω, ϕ, κ (omega, phi, kappa), parameter posisi kamera (X_L, Y_L, Z_L), dan koordinat titik objek (X, Y, Z) pendekatan dicari dengan menggunakan metode *resection* atau dengan menggunakan *software Photomodeller* versi 6, dimana dalam penulisan penelitian ini parameter-parameter tersebut telah diketahui.

Berikut ini adalah nilai-nilai dari parameter-parameter ω, ϕ, κ (omega, phi, kappa), parameter posisi kamera (X_L, Y_L, Z_L), dan koordinat titik objek (X, Y, Z) pendekatan yang di dapatkan dari pengolahan menggunakan *software Photomodeller* versi 6.

Tabel 4.1. Data pixel foto DSC_0037, DSC_0039, DSC_0041 dan DSC_0043

Point	Pixel							
	DSC_0037		DSC_0039		DSC_0041		DSC_0043	
	x	y	x	y	x	y	x	y
1	872.935	675.7995	815.0701	591.3234	674.113	756.8496	797.8772	1405.388
2	1938.868	637.4499	1564.587	1216.612	2060.169	676.5948	1993.193	880.042
3	953.941	1254.938	883.6441	1224.679	1627.688	1590.569	1437.604	1746.942
4	1788.788	1447.195	1370.703	1753.654	2310.767	1292.35	2079.468	1363.23
5	1000.594	674.3277	910.558	677.7045	1043.216	741.0557	1060.443	1298.03
6	1171.395	665.4731	1035.05	781.4492	1377.105	716.8692	1327.566	1179.159
7	1367.859	660.1448	1175.545	899.4068	1638.053	704.0792	1560.51	1076.868
8	1630.529	649.1814	1356.583	1051.193	1879.07	688.8832	1797.122	972.3001
9	808.2354	855.4243	770.1446	771.0938	854.9983	1126.503	924.8012	1630.904
10	1081.157	854.0271	961.0763	948.6235	1488.779	993.3203	1386.141	1395.424
11	1310.575	823.2756	1118.456	1055.007	1753.772	897.8971	1626.177	1236.445
12	1575.437	833.0377	1291.486	1216.463	1981.765	866.4508	1850.09	1127.434
13	1900.235	830.4234	1496.66	1389.982	2159.309	829.7914	2044.859	1020.767
14	1373.493	946.3145	1153.213	1204.07	1894.45	1014.032	1734.202	1287.88
15	1045.195	1014.623	937.369	1078.48	1579.651	1220.047	1435.449	1532.074
16	1248.353	1008.332	1070.82	1186.764	1815.831	1118.796	1645.451	1393.655
17	1509.006	1030.398	1234.974	1344.236	2034.554	1057.993	1858.708	1274.752
18	1857.137	1046.908	1441.6	1536.17	2225.038	995.0978	2066.136	1153.887
19	1154.334	1299.049	1010.398	1360.605	1885.818	1475.332	1653.722	1616.605
20	1449.504	1361.104	1185.302	1547.604	2130.862	1363.039	1888.064	1473.597

Tabel 4.2. Data titik DSC_0037, DSC_0039, DSC_0041 dan DSC_0043

Photo							
DSC_0037		DSC_0039		DSC_0041		DSC_0043	
x	y	x	y	x	y	x	y
-5.0311	2.582717	-5.49279	3.256728	-6.61745	1.936041	-5.62997	-3.23847
3.47368	2.888697	0.4874	-1.73228	4.441508	2.576372	3.907127	0.953122
-4.38478	-2.03807	-4.94566	-1.79664	0.990864	-4.71598	-0.52577	-5.96364
2.276232	-3.57203	-1.05955	-6.01718	6.440961	-2.33657	4.595492	-2.9021
-4.01255	2.59446	-4.73092	2.567517	-3.67248	2.062056	-3.53503	-2.38189
-2.64977	2.665108	-3.73763	1.739767	-1.00847	2.255033	-1.40373	-1.43345

-1.08224	2.707621	-2.61666	0.798616	1.073564	2.357081	0.454867	-0.6173
1.013528	2.795095	-1.17221	-0.41245	2.996571	2.478326	2.34273	0.21702
-5.54732	1.14954	-5.85124	1.82239	-5.17422	-1.01332	-4.61728	-5.0378
-3.36976	1.160688	-4.32785	0.40593	-0.11745	0.049306	-0.93637	-3.15897
-1.5393	1.406046	-3.07216	-0.44287	1.996853	0.810662	0.978803	-1.89052
0.573962	1.328156	-1.6916	-1.73109	3.815947	1.061563	2.765345	-1.02075
3.165441	1.349015	-0.05457	-3.11555	5.232519	1.354058	4.319355	-0.16968
-1.03729	0.424352	-2.79485	-1.63221	3.11928	-0.11595	1.84071	-2.3009
-3.65669	-0.12066	-4.517	-0.63016	0.607584	-1.75969	-0.54296	-4.24926
-2.03575	-0.07047	-3.45223	-1.49413	2.492002	-0.95183	1.132587	-3.14485
0.043931	-0.24653	-2.1425	-2.75055	4.237136	-0.4667	2.834103	-2.19616
2.821569	-0.37825	-0.49388	-4.28194	5.756951	0.035124	4.489114	-1.23181
-2.7859	-2.39002	-3.93432	-2.88116	3.050408	-3.79653	1.198579	-4.92371
-0.43082	-2.88514	-2.53882	-4.37317	5.005547	-2.90058	3.068333	-3.78269

Dibawah ini merupakan nilai fokus kamera dan juga koordinat dari X_o , Y_o yang diolah pada *software Photomodeller*:

Camera Calibration Standard Deviations

Camera 1: NIKON D60 [35.00]

Focal Length

Value: 34.967693 mm

Deviation: Focal: 0.171 mm

X_p - principal point x

Value: 12.290434 mm

Deviation: X_p : 0.005 mm

Y_p - principal point y

Value: 8.148193 mm

Deviation: Y_p : 0.007 mm

Fw - format width

Value: 24.235000 mm

Deviation: Fw: 0.001 mm

Fh - format height

Value: 16.220598 mm

Nilai X_p dan Y_p merupakan Nilai X_0 dan Y_0 yang didapat dari *software Photomodeller*, sedangkan Fw dan Fh merupakan dimensi dari bidang CCD. Untuk mendapatkan nilai X_0 dan Y_0 maka nilai Fw dan Fh dibagi dua kemudian dikurangi dengan nilai X_p dan Y_p .

$$\begin{aligned} Fw &= 24,235000/2 \\ &= 12,1175 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Fh &= 16,220598/2 \\ &= 8,110299 \end{aligned}$$

$$X_0 = Fw - X_p$$

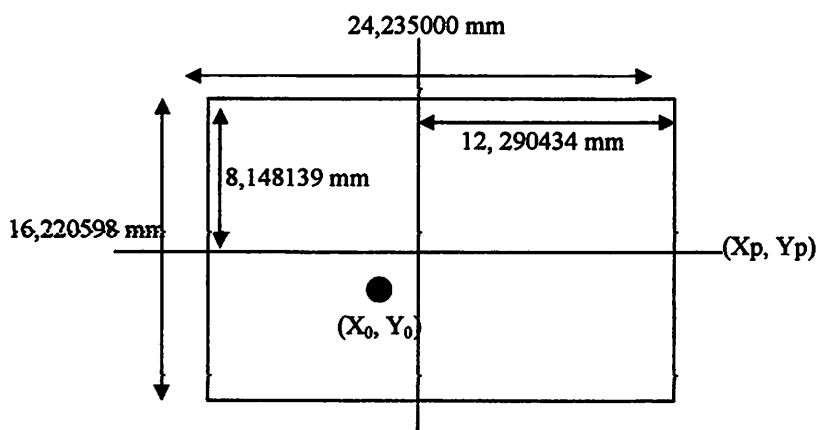
$$Y_0 = Fh - Y_p$$

$$= 12,1175 - 12,290434$$

$$= 8,110299 - 8,148139$$

$$=-1,72934$$

$$=-0,037894$$



Gambar 4.1. Koordinat Foto

Dibawah ini merupakan nilai-nilai dari parameter-parameter ω, ϕ, κ (omega, phi, kappa) dan parameter posisi kamera (X_L, Y_L, Z_L) yang dihitung dengan menggunakan *software Photomodeller* :

Tabel 4.3. Parameter X_L, Y_L, Z_L dan parameter ω, ϕ, κ

PHOTO Point	ROTASI (RADIANS)			POSISI		
	Omega	Phi	Kappa	XL	YL	ZL
DSC_0037	-0.00187	-0.00365	0.000101	-0.00422	0.002053	-0.00837
DSC_0039	-0.61115	0.099298	0.131569	0.284576	0.991407	-0.12685
DSC_0041	-0.76545	-1.36515	-0.89125	-1.1947	0.220644	-1.24292
DSC_0043	-1.1884	-0.8491	-1.15505	-1.09646	1.082321	-1.02325

IV.2. Menghitung Nilai m, q, r dan s

Orientasi luar terdiri dari 3 parameter posisi kamera (X_L, Y_L, Z_L) dan 3 parameter rotasi omega, phi, kappa (ω, ϕ, κ). Sebuah matrik dengan dimensi 3x3 dapat mendefinisikan hubungan antara parameter posisi kamera dengan parameter rotasi omega, phi, kappa (Persamaan [2.1]). Adapun nilai masing-masing elemen matrik M dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan [2.7]. Berikut ini adalah hasil perhitungan nilai m pada foto tiang selatan 1 dengan menggunakan 6 foto.

Tabel 4.4. nilai m pada setiap foto

m DSC_0037	0.999999998	1.76334E-06	6.37679E-05
	-1.76126E-06	0.999999999	-3.26237E-05
	-6.37679E-05	3.26236E-05	0.999999997
m DSC_0039	0.999995862	0.002277699	-0.001757465
	-0.002296311	0.999940519	-0.010662358
	0.001733075	0.01066635	0.999941611
m DSC_0041	0.999595219	-0.015234922	0.02402698

	0.015550127	0.999794745	-0.012986989
	-0.023824192	0.013355354	0.999626952
m DSC_0043	0.99968702	-0.019846432	0.015230939
	0.020155838	0.99958795	-0.020437055
	-0.014819061	0.020737651	0.99967512

Setelah mendapatkan nilai m , selanjutnya dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai q , r dan s . Nilai q , r dan s ini digunakan untuk menghitung nilai $b_{14}-b_{26}$, dimana nilai $b_{14}-b_{26}$ ini digunakan untuk menyusun Matrik A. Perhitungan nilai q , r dan s dapat dilihat pada Persamaan [2.25]. Berikut ini adalah nilai q , r dan s dari 2 buah titik dengan menggunakan 6 buah foto :

Tabel 4.5 nilai q , r , dan s pada foto DSC_0037 dan DSC 00_39

Point	DSC_0037			DSC_0039		
	r	s	q	r	s	q
1	-0.44664	0.229236	-1.6236	-0.73421	-0.74113	-1.63292
2	0.213071	0.172	-1.08315	-0.07561	-0.80562	-1.09192
3	-0.32224	-0.15453	-1.34757	-0.61118	-1.12809	-1.36077
4	0.12838	-0.19767	-0.98556	-0.16132	-1.17611	-0.99843
5	-0.33482	0.217183	-1.52951	-0.62259	-0.75443	-1.53877
6	-0.20397	0.207627	-1.42163	-0.49195	-0.76544	-1.43076
7	-0.07432	0.195275	-1.31627	-0.36252	-0.77921	-1.3253
8	0.071411	0.183	-1.19507	-0.21704	-0.7931	-1.20398
9	-0.49873	0.101503	-1.55785	-0.7867	-0.86943	-1.56863
10	-0.25404	0.086643	-1.3813	-0.54237	-0.88673	-1.3918
11	-0.10388	0.096696	-1.27053	-0.39239	-0.8782	-1.28066
12	0.040722	0.08261	-1.1524	-0.24804	-0.89387	-1.16243
13	0.185574	0.075628	-1.03791	-0.10341	-0.9024	-1.04776
14	-0.06458	0.025971	-1.20945	-0.35336	-0.94966	-1.22027
15	-0.26963	-0.01157	-1.35367	-0.55824	-0.98519	-1.36525

Tabel 4.6 nilai q, r, dan s pada foto DSC_0041 dan DSC_0043

DSC_0041			DSC_0043		
r	s	q	r	s	q
0.734135	0.02721	-0.40652	0.653121	-0.82528	-0.63577
1.407408	-0.02676	0.117299	1.321963	-0.88022	-0.10641
0.870952	-0.35812	-0.13866	0.78929	-1.21201	-0.36961
1.330722	-0.39894	0.211933	1.246116	-1.25344	-0.01527
0.848349	0.01568	-0.31528	0.766572	-0.83699	-0.54361
0.981882	0.006762	-0.21068	0.899212	-0.84611	-0.4379
1.11419	-0.00494	-0.1086	1.030663	-0.85799	-0.33474
1.262955	-0.01651	0.008926	1.178431	-0.8698	-0.21599
0.685593	-0.10216	-0.34126	0.604584	-0.95535	-0.57193
0.934638	-0.1155	-0.17078	0.852167	-0.96888	-0.39934
1.087242	-0.10455	-0.06349	1.003764	-0.95806	-0.29062
1.23483	-0.11791	0.050977	1.150391	-0.97164	-0.17495
1.382474	-0.12412	0.161887	1.297073	-0.97803	-0.06278
1.129069	-0.17544	-0.00431	1.045383	-1.02921	-0.2316
0.921213	-0.21429	-0.1441	0.83895	-1.06792	-0.37353

IV.3. Menyusun Matrik A , A^T , $A^T.A$ dan juga $(A^T.A)^{-1}$

Setelah nilai m, q, r dan s didapatkan maka matriks A dapat disusun. Adapun formula yang digunakan dalam penyusunan matrik A dapat dilihat pada Persamaan [2.23]. Semakin banyak foto maka kolom akan semakin banyak, sedangkan semakin banyak titik maka baris juga akan semakin bertambah banyak. Berikut ini adalah tampilan penyusunan matrik A dengan menggunakan 2 buah titik dan 6 buah foto.

Tabel 4.7. Tampilan sebagian Matrik A

11.0867	-8E-05	-3.0491	0	0	0	0	0	0
-0.0001	11.0865	1.56494	0	0	0	0	0	0
11.0145	-0.0278	-4.9754	0	0	0	0	0	0
-0.034	10.9692	-5.1203	0	0	0	0	0	0
42.3556	0.39336	80.9974	0	0	0	0	0	0
0.61793	44.3091	2.38763	0	0	0	0	0	0
27.8721	0.04125	29.5063	0	0	0	0	0	0
1.11527	27.5382	-37.318	0	0	0	0	0	0
0	0	0	16.6181	0.00014	3.27013	0	0	0
0	0	0	-0.0002	16.6184	2.63838	0	0	0
0	0	0	16.4826	0.02537	-1.1704	0	0	0
0	0	0	-0.0589	16.354	-12.337	0	0	0
0	0	0	-197.26	26.928	1836.84	0	0	0
0	0	0	-1.5523	-153.89	-32.999	0	0	0
0	0	0	137.959	40.2203	2103.26	0	0	0
0	0	0	24.144	140.067	-1402.2	0	0	0
0	0	0	0	0	0	13.3576	-8E-05	-3.1932
0	0	0	0	0	0	7.4E-05	13.3573	-1.5321
0	0	0	0	0	0	13.2175	-0.0332	-5.9641
0	0	0	0	0	0	-0.0494	13.1101	-11.106
0	0	0	0	0	0	110.336	8.91225	818.216
0	0	0	0	0	0	10.0063	125.311	-336.84
0	0	0	0	0	0	47.143	1.1901	104.703
0	0	0	0	0	0	3.34805	45.3677	-160.63

Untuk baris yang berwarna hijau muda yang berada pada kolom 1 sampai 3 itu merupakan nilai titik 1 $b_{14a-b26a}$, dimana nilai a merupakan foto pertama yaitu foto DSC_0037. Warna kuning pada baris dibawahnya adalah nilai titik 1 $b_{14b-b26b}$, dimana nilai b merupakan foto kedua yaitu foto DSC_0039. Warna oranye pada baris dibawahnya adalah nilai titik 1 $b_{14c-b26c}$, dimana nilai c merupakan foto ketiga yaitu foto DSC_0041. Warna biru muda pada baris dibawahnya adalah nilai titik 1 $b_{14d-b26d}$, dimana nilai d merupakan foto keempat yaitu foto DSC_0043.

Matrik tranpose merupakan matriks baru yang disusun dengan cara menuliskan baris pertama matrik A menjadi kolom pertama matrik baru, baris kedua matrik A menjadi kolom kedua matrik baru, dan seterusnya. Transpose matrik A dinotasikan dengan A^T . Jika matrik A berordo $m \times n$, maka A^T berordo $n \times m$. Cara pembuatan matrik A^T adalah dengan memasukkan formula pada excel yaitu =TRANSPOSE(B51:G74) setelah itu tekan **CTRL + SHIFT + ENTER** secara bersamaan, maka matrik A yang berordo 24×6 menjadi matrik A^T yang berordo 6×24 .

Setelah matrik A^T telah dibuat selanjutnya adalah membuat matrik $A^T.A$. Matrik $A^T.A$ merupakan pengkalian dari matrik A dengan matrik A^T . Cara pembuatan matrik $A^T.A$ adalah dengan memasukkan formula pada excel yaitu =MMULT(B76:Y81;B51:G74) setelah itu tekan **CTRL + SHIFT + ENTER** secara bersamaan, matrik $A^T.A$ berordo 6×6 . Pembuatan matrik $(A^T.A)^{-1}$ juga dengan memasukkan formula pada excel yaitu =MINVERSE(B83:G88) setelah itu tekan **CTRL + SHIFT + ENTER** secara bersamaan, matrik $(A^T.A)^{-1}$ berordo 6×6 .

Tabel 4.8. Tampilan sebagian Matrik $A^T . A$

2816.71	75.2222	4124.52	0	0	0	0	0	0
75.2222	2965.04	-927.47	0	0	0	0	0	0
4124.52	-927.47	8892.23	0	0	0	0	0	0
0	0	0	59076.4	3857.11	-105935	0	0	0
0	0	0	3857.11	46187.3	-57423	0	0	0
0	0	0	-105935	-57423	9765090	0	0	0
0	0	0	0	0	0	14861	2444.15	91185.6
0	0	0	0	0	0	2444.15	18192.1	-42246
0	0	0	0	0	0	91185.6	-42246	819873

Tabel 4.9. Tampilan sebagian Matrik $(A^T.A)^{-1}$

0.00123	-0.0002	-0.0006	0	0	0	0	0	0
-0.0002	0.00039	0.00014	0	0	0	0	0	0
-0.0006	0.00014	0.0004	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1.7E-05	-1E-06	1.8E-07	0	0	0
0	0	0	-1E-06	2.2E-05	1.2E-07	0	0	0
0	0	0	1.8E-07	1.2E-07	1.1E-07	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0.00065	-0.0003	-9E-05
0	0	0	0	0	0	-0.0003	0.00019	4.2E-05
0	0	0	0	0	0	-9E-05	4.2E-05	1.3E-05

IV.4. Menyusun Matrik L , $A^T.L$, dan X

Matriks L merupakan matriks yang berisikan nilai fungsi dimana nilai koordinat foto dikurangi nilai pendekatan koordinat *object space*. Penyusunan matrik L diawali dengan menghitung nilai J dan K , dimana perhitungan tersebut dapat dilihat pada Persamaan [2.24]. Cara penyusunan matrik L hampir sama dengan penyusunan matrik A yang membedakannya hanyalah ordo matrik L adalah $l \times m$.

Tabel 4.10. Tampilan sebagian Matrik (L)

-0.0794
0.04129
2.60052
11.4263
-39.124
0.73121
-24.121
20.1268
-0.0672
0.03036
1.73382
11.5481

220.414
 -1.5297
 -219.71
 149.845
 -0.0805
 0.02601
 3.13894
 13.1255
 -112.07
 41.7728
 -38.964
 53.0605
 -0.0685
 0.03821
 1.84879
 15.1861
 119.463
 -36.219

Setelah mendapatkan matrik L selanjutnya adalah menghitung matrik $A^T.L$. Matrik $A^T.L$ diperoleh dari perkalian antara matrik A^T dengan matrik L . Pembuatan matrik $A^T.L$ adalah dengan memasukkan formula pada excel yaitu **=MMULT(B76:Y81;B102:B125)** setelah itu tekan **CTRL + SHIFT + ENTER** secara bersamaan.

Tabel 4.11. Tampilan Sebagian Matrik $A^T.L$

-2279.1
 695.994
 -4701.1
 -70142
 18511.7
 -267437
 -13567
 6768.95
 -118537
 2502097
 -4E+06
 -3E+08

-3654.6
 940.698
 -10822
 -7875.3
 1224.34
 -39990
 -25619
 -839.38
 -328404
 -2E+07
 9863889
 7.3E+08
 -2728.3
 1097.31
 -6727.9
 -10576
 2517.94
 -66397

Matrik X merupakan nilai dari koreksi parameter, matrik X di dapat dari $(A^T A)^{-1}(A^T L)$. Tambahkan nilai dari parameter X, Y, Z pendekatan dengan nilai dari matrik X sehingga nilai hasil penjumlahan antara parameter X, Y, Z pendekatan dan matrik X akan menjadi nilai parameter X, Y, Z pendekatan yang baru yang akan digunakan dalam proses iterasi. Matrik X diperoleh dengan memasukkan formula excel yaitu **=MMULT(B90:G95;D102:D107)** setelah itu tekan **CTRL + SHIFT + ENTER** secara bersamaan.

Tabel 4.12. Tampilan Matrik X

-0.1655
 0.10087
 -0.4414
 -1.2866

0.46021
 -0.0386
 -0.4422
 0.23851
 -0.0831
 -0.8612
 0.89766
 -0.0359
 -0.1246
 0.11141
 -0.3268
 -0.2113
 0.11662
 -0.1884
 -0.5284
 0.08999
 -0.0725
 -1.0916
 0.0311
 -0.0252
 -0.1004
 0.04361
 -0.379
 -0.2734
 0.12233
 -0.1375

Tabel 4.13. Penjumlahan matrik X dengan parameter X, Y, Z pendekatan

-0.1655	xA1	-0.4508	-0.6163
0.10087	yA1	0.23124	0.33211
-0.4414	zA1	-1.632	-2.0734
-1.2866	xA2	0.20892	-1.0777
0.46021	yA2	0.17402	0.63422
-0.0386	zA2	-1.0915	-1.1301
-0.4422	xA3	-0.3264	-0.7686
0.23851	yA3	-0.1525	0.08599
-0.0831	zA3	-1.356	-1.4391

-0.8612		xA4	0.12423		-0.737
0.89766		yA4	-0.1957		0.70201
-0.0359		zA4	-0.9939		-1.0298
-0.1246	+	xA5	-0.3389	=	-0.4635
0.11141		yA5	0.21919		0.3306
-0.3268		zA5	-1.5379		-1.8647
-0.2113		xA6	-0.2081		-0.4194
0.11662		yA6	0.20963		0.32625
-0.1884		zA6	-1.43		-1.6184
-0.5284		xA7	-0.0785		-0.6068
0.08999		yA7	0.19728		0.28727
-0.0725		zA7	-1.3247		-1.3971
-1.0916		xA8	0.06727		-1.0243
0.0311		yA8	0.18501		0.21611
-0.0252		zA8	-1.2034		-1.2287
-0.1004		xA9	-0.5028		-0.6032
0.04361		yA9	0.1035		0.14711
-0.379		zA9	-1.5663		-1.9452
-0.2734		xA10	-0.2582		-0.5315
0.12233		yA10	0.08865		0.21098
-0.1375		zA10	-1.3897		-1.5272

Tabel 4.14. parameter X, Y, Z pendekatan yang baru untuk proses iterasi

Objek Space Iterasi I			
Point	X	Y	Z
1	-0.6163	0.33211	-2.0734
2	-1.0777	0.63422	-1.1301
3	-0.7686	0.08599	-1.4391
4	-0.737	0.70201	-1.0298
5	-0.4635	0.3306	-1.8647
6	-0.4194	0.32625	-1.6184
7	-0.6068	0.28727	-1.3971
8	-1.0243	0.21611	-1.2287
9	-0.6032	0.14711	-1.9452
10	-0.5315	0.21098	-1.5272
11	-0.8379	0.21857	-1.3185
12	-1.1834	0.27915	-1.1922
13	-0.9115	0.80974	-1.0886
14	-1.1065	0.20588	-1.2453
15	-0.6475	0.15038	-1.4624

IV.5. Menghitung Matrik $A.X$, V dan Standard Deviasi

Untuk menghitung matrik V sebelumnya nilai dari matrik $A.X$ harus diketahui. Matrik $A.X$ adalah perkalian dari matrik A dan matrik X , matrik $A.X$ dapat dihitung dengan memasukkan formula pada excel yaitu `=MMULT(B51:G74;F102:F107)` setelah itu tekan **CTRL + SHIFT + ENTER** secara bersamaan. Matrik V adalah matrik residu, cara mendapatkannya adalah dengan mengurangi matrik $A.X$ dengan matrik L . Sedangkan untuk menghitung nilai standar deviasi dapat menggunakan Persamaan [2.28].

Tabel 4.15. Tampilan sebagian Matrik V

	-0.41
	0.38629
	-2.2306
	-8.0542
	-3.5982
	2.58211
	6.48803
	-1.0625
	-21.441
	7.51582
	-22.884
	-3.4693
	-25.196
	-66.019
$V =$	-20.555
	-62.271
	-5.5613
	3.28715
	-8.4964
	-9.0538
	-2.5945
	11.6826
	9.69804
	-30.371

-15.745
 16.4875
 -17.256
 1.62871
 -46.9
 -38.373

IV.5. Proses Iterasi

Proses iterasi adalah proses perhitungan untuk mencari nilai parameter X, Y, Z yang diyakini nilai parameter X, Y, Z sebenarnya. Proses iterasi dilakukan dengan cara menghitung ulang semua proses perhitungan dengan menggunakan *intersection* dengan mengganti nilai parameter X, Y, Z pendekatan awal dengan nilai parameter X, Y, Z yang telah didapatkan dari proses perhitungan pertama.

Tabel 4.16 perbandingan nilai X, Y, Z pendekatan awal dengan nilai X, Y, Z hasil iterasi 1

Point	Koordinat		
	Object Space Point		
	X	Y	Z
49	0,677212	0,108694	-4,52198
50	0,660899	-0,03211	-4,48941

Nilai X, Y, Z pendekatan awal

Point	Koordinat		
	Object Space Point		
	X	Y	Z
49	0,617061	0,176313	-4,5047
50	0,621553	0,305159	-4,54498

Nilai X, Y, Z hasil iterasi 1

Iterasi berhenti bila nilai residu atau matrik X telah seminimal mungkin, atau nilai matrik X dari iterasi yang terakhir lebih besar dari nilai matrik X sebelumnya. Berikut ini adalah nilai parameter X, Y, Z dari 2 buah titik dan 6 buah foto.

Tabel 4.17 perbandingan nilai X, Y, Z dari iterasi 1 sampai dengan ke 10

Objek Space Pendekatan			
Point	X	Y	Z
1	-0.45076	0.231235	-1.632
2	0.208923	0.174017	-1.09151
3	-0.32837	-0.15252	-1.35595
4	0.124227	-0.19565	-0.99392
5	-0.33894	0.219186	-1.53791
6	-0.2081	0.209633	-1.43002
7	-0.07845	0.197285	-1.32465
8	0.06727	0.185014	-1.20344
9	-0.50285	0.103504	-1.56626
10	-0.25817	0.08865	-1.38968
11	-0.10802	0.098707	-1.27891
12	0.036579	0.084625	-1.16077
13	0.181423	0.077647	-1.04627
14	-0.06872	0.027984	-1.21782
15	-0.27376	-0.00956	-1.36206

Objek Space Iterasi I			
Point	X	Y	Z
1	-0.61629	0.332105	-2.07338
2	-1.07772	0.634224	-1.13014
3	-0.7886	0.085992	-1.43906
4	-0.73696	0.702006	-1.02978
5	-0.46353	0.330595	-1.86466
6	-0.41935	0.326252	-1.61841
7	-0.60681	0.28727	-1.39714
8	-1.02429	0.216111	-1.22866
9	-0.6032	0.147113	-1.94525
10	-0.53154	0.210979	-1.52723
11	-0.83786	0.21857	-1.31852
12	-1.18338	0.279147	-1.1922
13	-0.91154	0.809736	-1.08862
14	-1.10648	0.20588	-1.24527
15	-0.64752	0.150385	-1.46236

Objek Space Iterasi II			
Point	X	Y	Z
1	-0.92142	0.429289	-2.93735
2	-1.18442	0.262732	-1.22727
3	-0.57511	0.004964	-1.75781
4	-0.77212	0.731291	-1.04868
5	-0.6172	0.433069	-2.52936
6	-0.42033	0.429587	-2.05961
7	-0.45596	0.376694	-1.61654
8	-1.22363	0.221866	-1.23512
9	-0.83432	0.156399	-2.67592
10	-0.46879	0.262068	-1.88771
11	-0.5795	0.248774	-1.46074
12	-1.25621	-0.08147	-1.45259
13	-1.14315	1.001704	-1.0721
14	-0.99908	0.18826	-1.25271
15	-0.51164	0.155615	-1.7738

Objek Space Iterasi III			
Point	X	Y	Z
1	-1.46425	0.548772	-4.48107
2	-1.53905	-1.17838	-1.74743
3	-0.54196	-0.0959	-2.35423
4	-0.86118	0.787933	-1.07913
5	-0.9222	0.549245	-3.70376
6	-0.51314	0.536802	-2.88626
7	-0.35877	0.481481	-2.07847
8	-0.73598	0.2007	-1.35886
9	-1.25878	0.140414	-3.90223
10	-0.51418	0.296285	-2.56463
11	-0.4205	0.31287	-1.76346
12	-1.28307	-0.60771	-2.06625
13	-0.85075	1.499835	-0.80862
14	-0.92047	0.178171	-1.27137
15	-0.50049	0.141225	-2.36919

Objek Space Iterasi IV			
Point	X	Y	Z
1	-2.31031	0.720212	-6.93092
2	-1.05959	-0.16231	-2.02358
3	-0.66752	-0.22642	-3.27969
4	-1.07323	0.909318	-1.09396
5	-1.39717	0.699406	-5.49004
6	-0.72755	0.665195	-4.21737

Objek Space Iterasi V			
Point	X	Y	Z
1	-3.38728	0.944245	-10.1134
2	-0.71866	-0.21703	-3.21374
3	-0.88236	-0.3755	-4.39696
4	-1.13008	1.673255	-0.8246
5	-1.95179	0.872731	-7.59462
6	-1.02646	0.81589	-5.91245

7	-0.34005	0.587455	-2.93795
8	-0.45621	0.24781	-1.56212
9	-1.85729	0.110834	-5.63549
10	-0.68567	0.317014	-3.63375
11	-0.34174	0.367758	-2.35777
12	-1.02012	-0.58116	-3.06724
13	-1.127	0.72997	-0.876
14	-0.76367	0.165752	-1.32295
15	-0.62732	0.100602	-3.32152

7	-0.41683	0.711409	-4.28473
8	-0.24287	0.343264	-1.9989
9	-2.47463	0.084898	-7.46654
10	-0.93424	0.333505	-4.94507
11	-0.36465	0.409081	-3.34528
12	-0.61485	-0.25785	-4.57315
13	-1.11286	0.636944	-0.71074
14	-0.56774	0.177257	-1.45233
15	-0.84342	0.045339	-4.51323

Objek Space Iterasi VI			
Point	X	Y	Z
1	-4.3611	1.158015	-13.059
2	-0.15934	0.072269	-5.13224
3	-1.06424	-0.49017	-5.27717
4	-1.07516	0.344995	-1.01934
5	-2.36021	1.007913	-9.18729
6	-1.2803	0.943379	-7.33734
7	-0.55405	0.847619	-5.89045
8	-0.09302	0.467086	-2.83247
9	-2.86353	0.073955	-8.66548
10	-1.137	0.348046	-5.98119
11	-0.47089	0.445349	-4.63384
12	-0.2333	0.214946	-5.92748
13	-0.9585	0.868497	-0.81867
14	-0.38188	0.214387	-1.74865
15	-1.03372	0.001422	-5.49377

Objek Space Iterasi VII			
Point	X	Y	Z
1	-4.86859	1.277113	-14.6415
2	0.458519	0.586057	-7.20878
3	-1.13413	-0.53292	-5.6185
4	-1.06956	0.24734	-1.03044
5	-2.50336	1.061106	-9.77713
6	-1.38043	0.998558	-7.92075
7	-0.66474	0.946799	-7.06102
8	-0.01566	0.62791	-4.1707
9	-2.98348	0.072739	-9.06007
10	-1.21063	0.356235	-6.36941
11	-0.58534	0.473384	-5.74338
12	-0.07896	0.453562	-6.41348
13	-0.90418	0.762677	-0.60377
14	-0.26624	0.242371	-2.33406
15	-1.10969	-0.01386	-5.88931

Objek Space Iterasi VIII			
Point	X	Y	Z
1	-4.99613	1.309493	-15.0576
2	0.806479	0.936046	-8.29698
3	-1.14342	-0.53864	-5.66849
4	-1.06495	0.250176	-1.05512
5	-2.52255	1.069881	-9.86629
6	-1.39231	1.007276	-8.00108
7	-0.69839	0.978476	-7.41561
8	0.008973	0.806371	-5.82396
9	-3.00208	0.07273	-9.12708
10	-1.21871	0.358183	-6.41907
11	-0.63527	0.485787	-6.1977
12	-0.06701	0.477986	-6.43559
13	-1.09872	0.842253	-1.02678
14	-0.25123	0.252813	-3.29648
15	-1.11937	-0.01516	-5.94567

Objek Space Iterasi IX			
Point	X	Y	Z
1	-5.01513	1.314491	-15.1223
2	0.855908	0.996872	-8.41381
3	-1.14397	-0.53899	-5.67198
4	-1.06388	0.247805	-1.10419
5	-2.52417	1.070716	-9.87473
6	-1.39274	1.007837	-8.00546
7	-0.70035	0.981259	-7.44087
8	0.006985	0.935712	-7.08211
9	-3.00444	0.072698	-9.13592
10	-1.21903	0.358352	-6.4219
11	-0.64098	0.487872	-6.25144
12	-0.06714	0.478088	-6.43413
13	-1.10306	0.158604	-1.04527
14	-0.31535	0.249389	-4.52841
15	-1.1198	-0.01516	-5.94903

Objek Space Iterasi X			
Point	X	Y	Z
1	-5.01771	1.315157	-15.1311
2	0.855016	0.997051	-8.4063
3	-1.144	-0.53901	-5.67218
4	-1.13008	0.244551	-1.20045
5	-2.52431	1.070791	-9.8755
6	-1.39276	1.007865	-8.0057
7	-0.70035	0.981335	-7.4413
8	0.002452	0.974678	-7.46648
9	-3.00473	0.072694	-9.13701
10	-1.21905	0.35836	-6.42205
11	-0.64106	0.487989	-6.25278
12	-0.06714	0.47809	-6.43415
13	-1.09614	0.233577	-1.08441
14	-0.39362	0.240453	-5.55147
15	-1.11982	-0.01516	-5.9492

Dari hasil iterasi diatas dapat disimpulkan bahwa dengan melakukan proses iterasi maka nilai dari parameter X, Y, Z dari 2 buah titik dan 6 buah foto akan semakin kecil. Iterasi berhenti ketika nilai parameter X, Y, Z pada hasil iterasi ke 3 lebih besar dari nilai parameter X, Y, Z. Hal ini sebanding dengan nilai dari matrik V pada iterasi ke 4 hasilnya lebih besar daripada iterasi ke 3.

Tabel 4.18 perbandingan matrik V iterasi ke 9 dengan iterasi ke 10

	-0.937952256		-0.937544725
	-1.019027895		-1.019147382
	-0.784356103		-0.783754924
	-2.665726227		-2.665179008
	1.167161003		1.16697796
	-0.348337143		-0.348380837
	0.323190499		0.323023283
	3.804515105		3.805155617
	-1.631750421		-1.633163202
	-0.75630506		-0.755458019
	0.769243035		0.767158154
	1.934973925		1.933524292
	0.218955281		0.22139432
	-0.323723293		-0.323236685
V =	0.580018537	V =	0.581959115

-0.695963984
0.761258267
0.319105551
0.440750338
-2.849455913
-1.169805499
1.872598487
0.194555923
0.092284718
-19.645518
7.598855404
-20.83375287
-5.819110374
-22.89941792
-1.079075503

Iterasi IX

-0.698141735
0.76129078
0.319104561
0.440815508
-2.849344903
-1.169939862
1.87265697
0.194442213
0.092476917
-19.24306241
7.201592242
-20.04437911
-4.84333334
-27.41420815
-3.415008918

Iterasi X

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Dalam penelitian dan pembuatan tulisan ini penulis mencoba membuat suatu kesimpulan, adapun kesimpulan itu adalah sebagai berikut :

1. Akuisisi data dengan menggunakan foto jauh lebih cepat dari pada dengan menggunakan metode lain.
2. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode *intersection* dari beberapa foto (multi foto).
3. Dalam proses *intersection* ada sembilan parameter yang tidak diketahui yaitu : parameter ω , ϕ , κ (omega, phi, kappa), parameter posisi kamera (X_L, Y_L, Z_L) dan koordinat titik objek (X, Y, Z) .
4. Proses perhitungan dengan menggunakan metode *intersection* dimaksudkan untuk mendapatkan nilai parameter X, Y, Z .
5. Hasil akhir dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai parameter X, Y, Z yang diyakini merupakan nilai parameter X, Y, Z yang sebenarnya yang didapat dari proses iterasi.
6. Proses iterasi dilakukan dengan cara menghitung ulang semua proses perhitungan dengan menggunakan *intersection* dengan mengganti nilai parameter X, Y, Z awal dengan nilai parameter X, Y, Z yang telah didapatkan dari proses perhitungan pertama. Iterasi berhenti bila nilai residu atau matrik X telah seminimal mungkin,

atau nilai matrik X dari iterasi yang terakhir lebih besar dari nilai matrik X sebelumnya

7. Output dari penelitian ini akan digunakan sebagai inputan untuk proses *bundle adjustment*.

V.II. Saran

Adapun saran dari penulis adalah :

1. Semoga penulisan ini bisa menjadi suatu bahan referensi untuk teman-teman yang lain khususnya teman-teman teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Teknik fotogrametri dapat dikembangkan lebih jauh lagi, mengingat banyaknya keuntungan yang didapat dari melakukan pengamatan dengan menggunakan teknik fotogrametri khususnya *close-range photogrammetry*.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkinson, K.B. 2001. Close Range Photogrammetry and Mechine Vision. Whittles Publishing.
- Brandstatter, 1996. Fundamentals of Algebro-Projective Photogrammetry.
- Casser, M and Egels, Y, 2002. Digital Photogrammetry. London and New York.
- Cramer, M. 2001. Prospects of Close Range Digital Photogrammetry in Large Physics Installations.
- Dorstel, C., Jacobsen, K. and Stallmann, D., 2004. DMC – Photogrammetric Accuracy – Calibration Aspect And Generation Of Synthetic DMC Images, University of Hannover, Germany.
- Garcia, Carlos, et al. 2002. Measurement of Tree Architecture by Close Range Photogrammetry for Use in Radar Backscatter Studies.
- Habib, Ayman, et al. 2000. Linier Features in Photogrammetry. Geodetic Sience and Surving, Department of Civil and Enviromental Engineering and Geodetic Sience, The Ohio State University.
- Heikken, Jussi. Feature Based Photogrammetry. Helsinki University of Technology, Institute of Photogrammetry and Remote Sensing.
- Jing, Li, et al. The Research and Design of The Base-Height Ratio for The Three Linear Array Camera of Satellite Photogrammetry.
- Kaichang Di, Ruijin Ma and Ron Li, 2002. Rational Functions and Potential for Rigorous Sensor Model Recovery, Department of Civil and Environmental Engineering and Geodetic Science The Ohio State University.

- Koch, Marko and Kaehler, Martin. 2009. Combining 3D Laser-Scanning and Close-Range Photogrammetry – An Approach to Exploit The Strength of Both Methods.
- Lasseur, C. 1997. Prospects of Close Range Digital Photogrammetry in Large Physics Installations.
- Li, Cheng, et al. 1997. Digital Image Processing For Automation in Architectural Photogrammetry.
- Li, Y, et al. 2005. Integrated Shadow Removal Based on Photogrammetry and Image Analysis, *International Journal of Remote Sensing*.
- Mikhail, J. S. Bethel, et al, 2001. Introduction To Modern Photogrammetry. New York, John Wiley & Sons, Inc.
- Monti, Carlo, et al. 2000. Geometric Operation in Digital Images.
- Nilsson, H.F and Grundberg, D. 2009. Plane-Based Close Range Photogrammetric Reconstruction of Building. Umea University, Department of Computing Science, Sweden.
- Rahma, Nuraini, 2007. Studi Penggunaan Kamera Digital Low-Cost Non Metric Auto-Focus Untuk Pemantauan Deformasi, Program Studi Teknik Geodesi dan Geoinformatika, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.
- Olague, Gustavo and Dunn, 200#. Enrique. Development of Practical Photogrammetric Network Design Using Evolutionary Computing. Centre for Scientific Research and Higher Education of Ensenada Ensenada, Baja California, México
- Purdue University, 2003. Photogrammetry II.

- Qiqiang, Feng. Matching of Artificial Target Points Based on Space Intersection. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B5. Beijing 2008.
- Strausz, D.A, 2001. Application of Photogrammetric Techniques to the Measurement of Historic Photographs, Oregon State University
- Sudarmiati, 2001. Buku Panduan Penulisan Skripsi Universitas Negeri Malang.
- Walker, S.M, et al. 2008. Photogrammetric Reconstruction of High-Resolution Surface Topographies and Deformable Wing Kinematics of Tethered Locusts and Free Flying Hoverflies. Department of Zoology, University of Oxford.
- Wang, X and Clarke, T.A. Sparate Adjustment of Close Range Photogrammetric Meassurments. Optical Metrology Centre City University, London.
- Wolf, R. Paul, 1993. Elemen Fotogrametri, Gadjah Mada University Press
- Wolf, P.R. and Dewitt, B.A., 2000. Element Of Photogrammetry with Application in GIS. Mc Graw Hill, New York.
- Zhang, C. The Comparisons of 3D Analysis Between Photogrammetry and Computer Vision, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B3b. Beijing 2008.

LAMPIRAN I

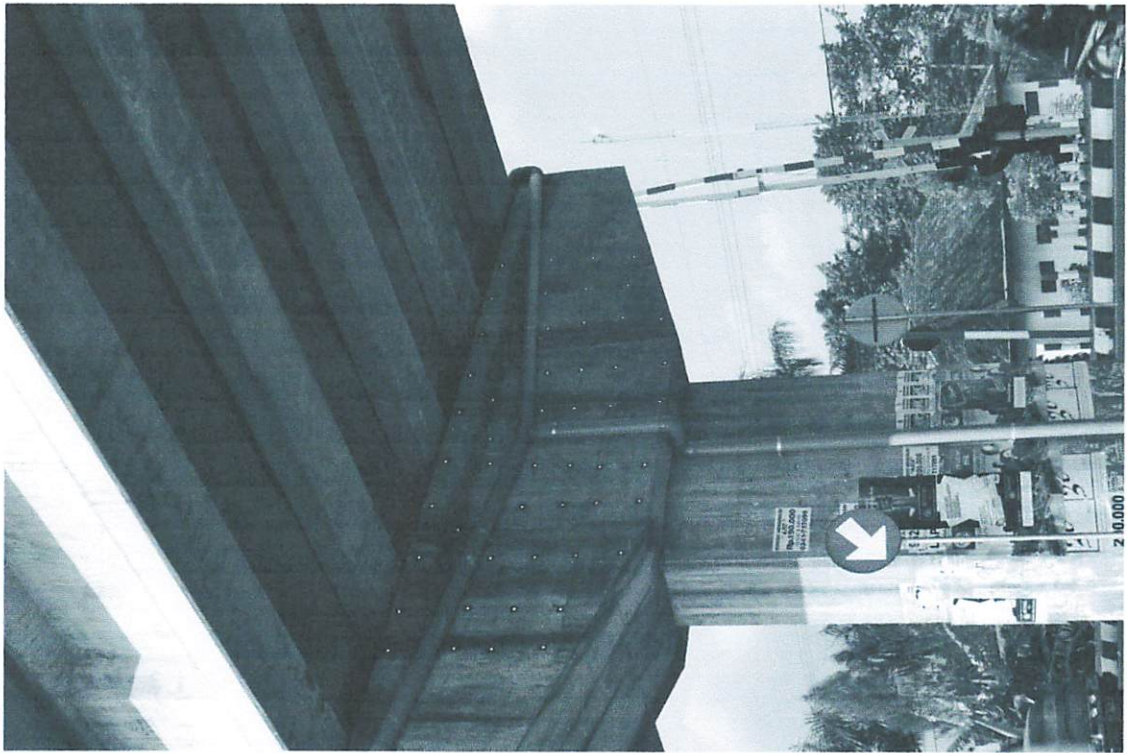
**FOTO TIANG SELATAN
FLY OVER ARJOSARI
KOTA MALANG**



DSC_0037



DSC_0039



DSC_0041



DSC_0043

LAMPIRAN II

HASIL PERHITUNGAN MENGUNAKAN METODE INTERSECTION

ITERASI I

KOORDINAT AWAL

Objek Space Pendekatan			
Point	X	Y	Z
1	-0.450757643	0.231235269	-1.63200426
2	0.208923475	0.174017293	-1.091506144
3	-0.326369964	-0.152518619	-1.355954426
4	0.124226781	-0.195652455	-0.993916326
5	-0.338943699	0.219185665	-1.537906877
6	-0.208095453	0.209632758	-1.430020709
7	-0.078454216	0.197284544	-1.324650822
8	0.067270448	0.185013619	-1.203442435
9	-0.502847064	0.103504191	-1.566258983
10	-0.258171158	0.088649882	-1.389683339
11	-0.108015795	0.098707343	-1.278905097
12	0.036578586	0.084624961	-1.160765781
13	0.181423082	0.077646719	-1.046268975
14	-0.068717537	0.027983836	-1.217821521
15	-0.273763478	-0.009559698	-1.362055996

NILAI J DAN K

Point	m DSC 0037		m DSC 0039	
	J	K	J	K
1	-0.079393462	0.041293775	2.600524138	11.42628791
2	-0.067198253	0.030363009	1.733820434	11.54807265
3	-0.08050545	0.02600712	3.138942521	13.12548691
4	-0.068465306	0.038211822	1.848794836	15.18613467
5	-0.072177895	0.038541873	2.551922712	11.39265648
6	-0.06721663	0.036241137	2.451477961	11.36952249
7	-0.065900062	0.037237876	2.307068883	11.38163038
8	-0.062057839	0.038779766	2.072645897	11.44476736
9	0.215171424	-0.023262675	3.176156404	11.79906179
10	-0.059272381	0.031626267	2.686598523	11.8738668
11	-0.067593816	0.036115588	2.442978569	11.90037805
12	-0.062098592	0.037823517	2.149194858	12.11031089
13	-0.052880938	0.037441131	1.721953948	12.38720508
14	-0.076190144	0.037835561	2.417527371	12.37604387
15	-0.071326099	0.033158043	2.843023613	12.35897326

Point	m DSC 0041		m DSC 0043	
	J	K	J	K
1	-39.12392	0.731214253	-24.1211115	20.12683
2	220.41417	-1.529665857	-219.7057535	149.8448
3	-112.0717	41.77281946	-38.96371103	53.0605
4	119.46252	-36.21918156	-1464.694674	1475.027
5	-52.10655	1.166868433	-28.91759329	25.33246
6	-84.89864	1.6772718	-38.36614853	33.3462
7	-183.5961	3.175165379	-54.96689713	45.51954
8	2549.8699	-30.8204505	-95.86633606	72.70506
9	-41.33615	4.375084143	-23.64510136	25.02959
10	-98.62771	12.2227435	-39.34711136	40.51234
11	-306.2695	30.45283334	-61.19166429	57.44925
12	439.83391	-40.57306687	-115.5944385	98.94766
13	158.9477	-12.44703052	-387.5822038	280.2408
14	-4717.524	733.390306	-79.40620187	77.68913
15	-114.4623	25.00743119	-40.97114191	47.213

HASIL ITERASI I

Objek Space Iterasi I			
Point	X	Y	Z
1	-0.616294166	0.3321052	-2.07338149
2	-1.077715373	0.634223661	-1.130144902
3	-0.768603615	0.085991799	-1.439059096
4	-0.736958303	0.70200561	-1.02978268
5	-0.463529247	0.33059544	-1.864661091
6	-0.419352793	0.326252179	-1.618407754
7	-0.606809015	0.287269701	-1.397138876
8	-1.024287101	0.21611082	-1.22865571
9	-0.603202262	0.147112505	-1.945246942
10	-0.531543831	0.210978944	-1.527226848
11	-0.837860971	0.218570325	-1.31851621
12	-1.183380507	0.279147267	-1.192199693
13	-0.911540045	0.809736411	-1.088620193
14	-1.106480861	0.205879869	-1.245265411
15	-0.647522605	0.150384575	-1.462360448

ITERASI II

KOORDINAT HASIL ITERASI I

Objek Space Iterasi I			
Point	X	Y	Z
1	-0.616294166	0.3321052	-2.07338149
2	-1.077715373	0.634223661	-1.130144902
3	-0.768603615	0.085991799	-1.439059096
4	-0.736958303	0.70200561	-1.02978268
5	-0.463529247	0.33059544	-1.864661091
6	-0.419352793	0.326252179	-1.618407754
7	-0.606809015	0.287269701	-1.397138876
8	-1.024287101	0.21611082	-1.22865571
9	-0.603202262	0.147112505	-1.945246942
10	-0.531543831	0.210978944	-1.527226848
11	-0.837860971	0.218570325	-1.31851621
12	-1.183380507	0.279147267	-1.192199693
13	-0.911540045	0.809736411	-1.088620193
14	-1.106480861	0.205879869	-1.245265411
15	-0.647522605	0.150384575	-1.462360448

NILAI J DAN K

Point	m DSC_0037		m DSC_0039	
	J	K	J	K
1	0.305435407	-0.294902151	2.309196353	8.770709132
2	20.70152091	-7.256530486	22.20981851	3.726904892
3	5.233724574	-3.094773959	8.194321074	9.283380006
4	15.19107442	-15.90849422	16.83842638	-1.173491596
5	0.442528126	-0.591999769	2.47423427	8.738892578
6	1.992637808	-0.960073177	4.077563535	8.928953012
7	6.729433905	-0.989835092	8.851678789	9.648825857
8	16.06224048	-0.363196972	17.96454582	10.69147842
9	0.020501243	-0.199171499	2.34124183	9.41644065
10	2.880907578	-1.315962662	5.272398088	9.383066992
11	9.915737429	-1.569414914	12.22334339	9.867513979
12	18.50541823	-2.88595016	20.43319992	8.765599139
13	18.28628238	-12.11091101	19.77876407	-0.336442932
14	15.00560439	-2.54265234	17.26906038	9.46397953
15	4.308652437	-1.957626074	6.931466392	9.489330576

Point	m DSC_0041		m DSC_0043	
	J	K	J	K
1	-18.50845	-0.867621319	-13.66792829	8.825184
2	22.110472	67.08691982	-0.113281264	69.80466
3	-35.63601	6.139841797	-14.44603626	34.05207
4	45.735452	39.56959095	-329.8510807	336.9604
5	-23.84137	-1.591076661	-16.72867646	12.61207
6	-36.07256	-3.365048967	-21.20643561	19.73547
7	-61.65531	-6.010144799	-22.16722991	34.57643
8	306.03552	-1.191552257	-4.57377434	69.22628
9	-19.6194	0.372138406	-14.06182253	12.15822
10	-39.47358	-0.211045256	-20.4335626	25.67134
11	-73.97226	-0.143361517	-14.42277679	46.50972
12	7.9089847	21.4481358	9.94782511	77.24079
13	37.41465	69.86662607	-41.883133	65.10471
14	-339.708	51.71862685	1.540946472	63.08853
15	-41.26316	2.783103601	-18.37496042	31.11735

HASIL ITERASI II

Objek Space Iterasi II			
Point	X	Y	Z
1	-0.921421506	0.429288659	-2.937354954
2	-1.184419187	0.262732155	-1.22726539
3	-0.57510967	0.004963716	-1.75780725
4	-0.772122915	0.731291107	-1.048679471
5	-0.617201284	0.433068703	-2.529361165
6	-0.420328076	0.42958696	-2.059610747
7	-0.455962149	0.376694115	-1.616536172
8	-1.223630538	0.221865975	-1.235116428
9	-0.834324402	0.156398796	-2.675923632
10	-0.46878896	0.262068397	-1.887711981
11	-0.579497902	0.248773536	-1.460744205
12	-1.256205257	-0.081474568	-1.452586705
13	-1.143148574	1.001704193	-1.07209679
14	-0.999078997	0.188259855	-1.252713244
15	-0.511639935	0.155615133	-1.773799881

ITERASI III

KOORDINAT HASIL ITERASI II

Objek Space Iterasi II			
Point	X	Y	Z
1	-0.921421506	0.429288659	-2.937354954
2	-1.184419187	0.262732155	-1.22726539
3	-0.57510967	0.004963716	-1.75780725
4	-0.772122915	0.731291107	-1.048679471
5	-0.617201284	0.433068703	-2.529361165
6	-0.420328076	0.42958696	-2.059610747
7	-0.455962149	0.376694115	-1.616536172
8	-1.223630538	0.221865975	-1.235116428
9	-0.834324402	0.156398796	-2.675923632
10	-0.46878896	0.262068397	-1.887711981
11	-0.579497902	0.248773536	-1.460744205
12	-1.256205257	-0.081474568	-1.452586705
13	-1.143148574	1.001704193	-1.07209679
14	-0.999078997	0.188259855	-1.252713244
15	-0.511639935	0.155615133	-1.773799881

NILAI J DAN K

Point	m DSC_0037		m DSC_0039	
	J	K	J	K
1	0.606834992	-0.043511283	1.874928546	6.493314743
2	20.9046071	-0.96175688	21.99272348	8.698326619
3	1.490418161	-2.068615203	3.831362337	8.072858319
4	15.5650043	-16.1911902	17.12312357	-1.76926275
5	0.365423885	-0.483673339	1.666528417	6.336111244
6	1.002890595	-1.08724585	2.406347952	6.447130252
7	3.975354494	-1.486392374	5.616432472	7.435675656
8	18.90830244	-0.431054929	20.7594274	10.53959467
9	0.05530566	0.107431407	1.649934521	7.225568552
10	1.081059522	-1.330339438	2.837771654	7.150279242
11	5.591806422	-1.652380355	7.557710247	8.486497218
12	16.18009766	2.368639315	17.32591998	11.27757384
13	22.44103995	-15.56900268	24.02060725	-3.536280689
14	13.3557853	-2.269980202	15.61002103	9.653207911
15	1.518159024	-1.686983713	3.5422855	7.632643311

Point	m DSC 0041		m DSC 0043	
	J	K	J	K
1	-9.048675	-0.554305249	-7.111221966	2.452867
2	15.730094	49.95444993	10.034832	67.8961
3	-19.64408	2.023544975	-13.03893842	18.79494
4	45.971482	46.17797555	-154.1726233	162.111
5	-11.21075	-1.242203215	-9.06712646	4.795352
6	-17.26084	-2.754169865	-12.8381283	9.059245
7	-32.57166	-5.618564354	-18.36316207	19.22247
8	-57.80121	3.895635432	11.29544573	68.05303
9	-9.253583	-0.513756304	-7.360000573	4.487312
10	-19.4297	-1.613197116	-13.68281086	12.80159
11	-45.27204	-2.332767072	-19.52804552	29.79727
12	9.068747	26.53944657	8.478558794	45.19085
13	9.8072841	79.31860853	20.87849784	28.93089
14	-233.7684	35.22142128	-6.214817477	61.72712
15	-21.44059	-0.198963552	-14.22701303	16.54976

HASIL ITERASI KE III

Objek Space Iterasi III			
Point	X	Y	Z
1	-1.464246292	0.54877159	-4.481074141
2	-1.539050666	-1.178378925	-1.747425542
3	-0.541964718	-0.095899558	-2.354228457
4	-0.86117828	0.787933469	-1.079129647
5	-0.922201617	0.549245318	-3.703762649
6	-0.513138137	0.536802385	-2.886261696
7	-0.358766133	0.481480902	-2.078469873
8	-0.735980471	0.200700453	-1.358855863
9	-1.258779726	0.140414196	-3.902234673
10	-0.514179215	0.296284552	-2.564630766
11	-0.420502301	0.312870312	-1.763457416
12	-1.283073459	-0.607713628	-2.066246563
13	-0.85075443	1.499835219	-0.80862355
14	-0.920466709	0.178170676	-1.27137267
15	-0.500493034	0.141225246	-2.369189783

ITERASI IV

KOORDINAT HASIL ITERASI KE III

Objek Space Iterasi III			
Point	X	Y	Z
1	-1.464246292	0.54877159	-4.481074141
2	-1.539050886	-1.178378925	-1.747425542
3	-0.541964718	-0.095899558	-2.354228457
4	-0.86117828	0.787933469	-1.079129647
5	-0.922201617	0.549245318	-3.703762649
6	-0.513138137	0.536802385	-2.886261696
7	-0.358766133	0.481480902	-2.078469873
8	-0.735980471	0.200700453	-1.358855863
9	-1.258779726	0.140414196	-3.902234673
10	-0.514179215	0.296284552	-2.564630766
11	-0.420502301	0.312870312	-1.763457416
12	-1.283073459	-0.607713628	-2.066246563
13	-0.85075443	1.499835219	-0.80862355
14	-0.920466709	0.178170676	-1.27137267
15	-0.500493034	0.141225246	-2.369189783

NILAI J DAN K

Point	m DSC_0037		m DSC_0039	
	J	K	J	K
1	0.845943951	0.38184392	1.505860828	4.827252538
2	19.36159736	15.10648554	19.10171781	20.15950835
3	-0.257384685	-1.287053296	1.349214262	6.294904528
4	16.68437124	-16.78466569	18.10395454	-2.845183992
5	0.460125982	-0.071526148	1.110038022	4.512235502
6	0.534513442	-0.680175093	1.216120748	4.374025008
7	2.001844529	-1.461785593	2.938526434	5.014403497
8	10.76838728	0.146705111	12.32146839	9.825965094
9	0.253361537	0.509331502	1.239474345	5.536702168
10	0.222359494	-0.911782493	1.257208757	5.079710278
11	2.731314038	-1.782327602	4.109046625	6.275193306
12	11.76145613	6.661259841	11.89088538	11.90177747
13	22.21001568	-32.34531825	25.5364508	-14.85280257
14	12.02267094	-2.086372177	14.2297279	9.630454061
15	0.128359456	-1.182387423	1.425933255	5.618729705

Point	m DSC 0041		m DSC 0043	
	J	K	J	K
1	-4.652179	-0.105595876	-3.499763156	-0.794625
2	16.155463	51.4419793	13.53086075	54.03706
3	-9.048099	-0.069049427	-7.886283235	9.080754
4	42.656417	60.49347129	-61.46278033	76.40666
5	-5.195078	-0.604505101	-4.497149249	0.789758
6	-7.937539	-1.530821745	-6.81217278	3.304388
7	-16.07859	-3.658655299	-11.78671849	8.80045
8	-61.59899	4.078998362	-16.34061207	43.67991
9	-4.316005	-0.697229831	-3.452018792	0.470381
10	-8.836388	-1.342995033	-7.53744873	5.376274
11	-23.45107	-2.906393085	-14.99556982	15.50887
12	5.8820273	18.77807603	5.593573502	26.97353
13	18.8335	53.30432862	24.04392549	34.08891
14	-135.706	19.04534014	-10.86122131	57.50966
15	-9.909254	-0.909923966	-8.324943331	7.558012

HASIL ITERASI KE IV

Objek Space Iterasi IV			
Point	X	Y	Z
1	-2.310312595	0.720212142	-6.930924009
2	-1.059587928	-0.162306739	-2.023581395
3	-0.667521332	-0.226423267	-3.279694699
4	-1.07322863	0.909318384	-1.093961396
5	-1.397168584	0.699405755	-5.490038588
6	-0.727549391	0.6651948	-4.217366876
7	-0.340048074	0.587454624	-2.937949831
8	-0.456210184	0.247809796	-1.562120981
9	-1.857289899	0.110833643	-5.635488693
10	-0.685665213	0.317014305	-3.633752481
11	-0.341739838	0.367757512	-2.357774523
12	-1.020118966	-0.581157357	-3.067235209
13	-1.127001572	0.729970231	-0.875999057
14	-0.76366786	0.165751753	-1.322950071
15	-0.627315563	0.100601818	-3.321524272

ITERASI V

KOORDINAT HASIL ITERASI KE IV

Objek Space Iterasi IV			
Point	X	Y	Z
1	-2.310312595	0.720212142	-6.930924009
2	-1.059587928	-0.162306739	-2.023581395
3	-0.667521332	-0.226423267	-3.279694699
4	-1.07322863	0.909318384	-1.093961396
5	-1.397168584	0.699405755	-5.490038588
6	-0.727549391	0.6651948	-4.217366876
7	-0.340048074	0.587454624	-2.937949831
8	-0.456210184	0.247809796	-1.562120981
9	-1.857289899	0.110833643	-5.635488693
10	-0.685665213	0.317014305	-3.633752481
11	-0.341739838	0.367757512	-2.357774523
12	-1.020118966	-0.581157357	-3.067235209
13	-1.127001572	0.729970231	-0.875999057
14	-0.76366786	0.165751753	-1.322950071
15	-0.627315563	0.100601818	-3.321524272

NILAI J DAN K

Point	m DSC_0037		m DSC_0039	
	J	K	J	K
1	0.96648994	0.714717945	1.217600962	3.753926796
2	12.90175983	4.356207524	12.39952952	8.280522922
3	-0.733852152	-0.781489793	0.253764356	4.671371563
4	20.0040313	-18.61720194	21.35996055	-4.903044897
5	0.562683835	0.303940373	0.75618961	3.320906628
6	0.444791053	-0.171491858	0.557214487	2.9314719
7	0.982351903	-0.889859325	1.188393244	3.075647088
8	6.251076183	-0.052630147	7.34761639	7.940821839
9	0.381552107	0.80096722	0.959440252	4.425428702
10	0.014820229	-0.403710021	0.453939505	3.543600599
11	1.047819317	-1.396437732	1.690194441	4.117245356
12	6.553316399	4.759529056	5.928358479	7.257206402
13	28.48260546	-13.75477065	29.03702994	2.018086099
14	9.363118498	-1.817805634	11.4381852	9.359395939
15	-0.270270172	-0.656667307	0.400411745	3.990712065

Point	m DSC 0041		m DSC 0043	
	J	K	J	K
1	-2.606961	0.165576701	-1.672094621	-2.427237
2	1.6540094	11.03510397	3.094654618	22.40044
3	-3.256884	-1.103551037	-3.831459002	3.89218
4	19.721222	77.50810045	-1.575526471	38.35194
5	-2.347357	-0.193822997	-2.0807687	-1.18346
6	-3.357644	-0.708294294	-3.246976538	0.498562
7	-7.432367	-1.875257406	-6.397473403	3.477225
8	-36.08066	0.188166857	-18.2966002	26.00801
9	-2.02307	-0.754029451	-1.455093841	-1.561551
10	-3.490761	-0.965231128	-3.577234785	1.651957
11	-11.08998	-1.967303631	-8.925036217	7.000129
12	2.416899	8.651531418	2.088264631	13.00109
13	8.558439	25.81562183	1.588257269	-45.80518
14	-81.89311	9.20854035	-17.42635854	47.95702
15	-3.85637	-1.03553851	-4.054002793	2.911676

HASIL ITERASI KE V

Objek Space Iterasi V			
Point	X	Y	Z
1	-3.387276407	0.94424475	-10.11342697
2	-0.718662425	-0.217025443	-3.213744723
3	-0.882363134	-0.375499892	-4.396962639
4	-1.130077925	1.673254694	-0.82460315
5	-1.951785016	0.872730663	-7.594624208
6	-1.026461985	0.815889689	-5.912446271
7	-0.416828909	0.711409394	-4.284726274
8	-0.242865439	0.343263625	-1.998896157
9	-2.474632165	0.084897803	-7.466544679
10	-0.934243629	0.333504802	-4.945067093
11	-0.364646703	0.409081149	-3.345280491
12	-0.614849058	-0.257846657	-4.573147256
13	-1.112864952	0.636944067	-0.710737915
14	-0.567742026	0.177257158	-1.452332438
15	-0.843418863	0.04533859	-4.513231046

ITERASI KE VI

KOORDINAT HASIL ITERASI KE V

Objek Space Iterasi V			
Point	X	Y	Z
1	-3.387276407	0.94424475	-10.11342697
2	-0.718662425	-0.217025443	-3.213744723
3	-0.882363134	-0.375499892	-4.396962639
4	-1.130077925	1.673254694	-0.82460315
5	-1.951785016	0.872730663	-7.594624208
6	-1.026461985	0.815889689	-5.912446271
7	-0.416828909	0.711409394	-4.284726274
8	-0.242865439	0.343263625	-1.998896157
9	-2.474632165	0.084897803	-7.466544679
10	-0.934243629	0.333504802	-4.945067093
11	-0.364646703	0.409081149	-3.345280491
12	-0.614849058	-0.257846657	-4.573147256
13	-1.112864952	0.636944067	-0.710737915
14	-0.567742026	0.177257158	-1.452332438
15	-0.843418863	0.04533859	-4.513231046

NILAI J DAN K

Point	m DSC 0037		m DSC 0039	
	J	K	J	K
1	0.996385682	0.90376456	1.01231849	3.133866207
2	7.486895181	4.118365898	6.079758163	4.818975906
3	-0.781838913	-0.490096231	-0.195982748	3.586483597
4	27.10920536	-40.43253655	30.25790507	-21.40810543
5	0.609707271	0.527955175	0.541041902	2.64492886
6	0.467980827	0.183299216	0.226402531	2.073525152
7	0.655684589	-0.278820334	0.304024366	1.777500786
8	3.172758984	-0.291049123	3.560717259	5.223544039
9	0.416197781	0.948994999	0.768876879	3.799152262
10	0.022461115	-0.048450237	0.082079783	2.598548997
11	0.406101905	-0.79016545	0.39796657	2.491881225
12	2.982995961	2.352416473	1.823359204	2.979568829
13	31.58220258	-14.92445202	35.43599248	5.617148131
14	5.988785883	-1.760353876	7.747757227	8.230972391
15	-0.302312895	-0.294212905	-0.044631849	2.938200204

Point	m DSC_0041		m DSC_0043	
	J	K	J	K
1	-1.678929	0.291342649	-0.808424262	-3.241616
2	0.4999482	6.240935903	0.90941827	11.04873
3	-0.403989	-1.590082868	-1.538215404	1.350243
4	8.609111	57.43494354	0.991989778	47.00476
5	-1.055232	0.00466228	-0.925985786	-2.128263
6	-1.189524	-0.285981631	-1.40666246	-0.826639
7	-3.036303	-0.84039349	-3.043387339	0.977277
8	-18.58829	-0.933206246	-12.96316227	12.8044
9	-1.026733	-0.795913089	-0.548406849	-2.5421
10	-0.941726	-0.752054132	-1.472446663	-0.119321
11	-4.598328	-1.131428088	-4.465359235	2.795431
12	1.0916709	3.35175447	0.485047708	5.294692
13	8.1983773	15.15238161	4.15327755	-26.97881
14	-46.7018	2.358495329	-19.49558604	32.67864
15	-0.902962	-1.060849827	-1.67183771	0.668743

HASIL ITERASI KE VI

Objek Space Iterasi VI			
Point	X	Y	Z
1	-4.361103886	1.158015327	-13.05899592
2	-0.159337766	0.072268741	-5.132241559
3	-1.064240081	-0.490171466	-5.277165587
4	-1.075158412	0.344994667	-1.019338646
5	-2.360212872	1.007912863	-9.187294264
6	-1.280300145	0.943379127	-7.337340306
7	-0.554054834	0.847619337	-5.890454255
8	-0.093022542	0.467085632	-2.832470561
9	-2.863528714	0.073954735	-8.66547656
10	-1.136997891	0.348045984	-5.981189944
11	-0.470890479	0.44534862	-4.633839773
12	-0.233299802	0.214945682	-5.927477166
13	-0.958501795	0.868497272	-0.818672099
14	-0.381875048	0.214387099	-1.748652923
15	-1.033722858	0.001422313	-5.49376811

ITERASI VII

KOORDINAT HASIL ITERASI KE VI

Objek Space Iterasi VI			
Point	X	Y	Z
1	-4.361103886	1.158015327	-13.05899592
2	-0.159337766	0.072268741	-5.132241559
3	-1.064240081	-0.490171466	-5.277165587
4	-1.075158412	0.344994667	-1.019338646
5	-2.360212872	1.007912863	-9.187294264
6	-1.280300145	0.943379127	-7.337340306
7	-0.554054834	0.847619337	-5.890454255
8	-0.093022542	0.467085632	-2.832470561
9	-2.863528714	0.073954735	-8.66547656
10	-1.136997891	0.348045984	-5.981189944
11	-0.470890479	0.44534862	-4.633839773
12	-0.233299802	0.214945682	-5.927477166
13	-0.958501795	0.868497272	-0.818672099
14	-0.381875048	0.214387099	-1.748652923
15	-1.033722858	0.001422313	-5.49376811

NILAI J DAN K

Point	m DSC_0037		m DSC_0039	
	J	K	J	K
1	0.97939757	0.987726006	0.879859659	2.820495585
2	4.019763812	2.641442087	2.019497992	1.294860387
3	-0.762193191	-0.357037915	-0.373243735	3.045736176
4	21.34665109	-9.679106236	22.92649249	5.142309768
5	0.608828827	0.621319808	0.421645822	2.331417256
6	0.485488974	0.352576533	0.072880875	1.656999458
7	0.601501218	0.11945206	-0.082115794	1.040674729
8	1.58069724	-0.169499205	1.205342035	2.725018266
9	0.399078995	0.999439476	0.655958518	3.520014246
10	0.045239903	0.117377135	-0.077343499	2.140311818
11	0.277923016	-0.319645378	-0.163384708	1.480456286
12	1.271753134	0.680158389	-0.145313344	0.431222142
13	24.36728802	-17.90084506	27.41763866	-0.651143025
14	2.870094334	-1.772484618	4.048266162	6.154587849
15	-0.277237563	-0.119185583	-0.22513631	2.409426418

Point	m DSC 0041		m DSC 0043	
	J	K	J	K
1	-1.300065	0.33713301	-0.449490827	-3.622803
2	0.1018478	2.952209479	0.021235333	4.893242
3	0.7937049	-1.795956249	-0.520005736	0.270385
4	16.397761	7.644936758	-50.79848833	1130.976
5	-0.556957	0.075649514	-0.471252965	-2.529966
6	-0.28911	-0.114406798	-0.613276348	-1.394811
7	-0.934973	-0.340067603	-1.289456502	-0.15904
8	-8.83239	-0.694916728	-7.340005929	5.684697
9	-0.67724	-0.827484357	-0.225064642	-2.945591
10	0.1033766	-0.672068599	-0.568963066	-0.865175
11	-1.380229	-0.669737915	-1.910716527	0.836871
12	0.5701915	0.793460708	-0.173266228	1.713478
13	15.196349	28.57339002	17.52396414	-19.72413
14	-24.32513	-0.56000974	-15.36610832	17.71925
15	0.3448564	-1.076789778	-0.607392812	-0.291281

HASIL ITERASI KE VII

Objek Space Iterasi VII			
Point	X	Y	Z
1	-4.868593409	1.277112875	-14.64149621
2	0.458519212	0.586056906	-7.208776924
3	-1.134125952	-0.532919646	-5.618498864
4	-1.069562955	0.247340071	-1.030442777
5	-2.503360174	1.061106165	-9.77712976
6	-1.380430901	0.998558217	-7.920751611
7	-0.664743937	0.946799075	-7.061021488
8	-0.015659906	0.62791022	-4.170696044
9	-2.983484467	0.072739465	-9.060071166
10	-1.2106262	0.356235216	-6.369412633
11	-0.585339512	0.473384068	-5.743380672
12	-0.078960629	0.453562028	-6.413484735
13	-0.904180309	0.762676938	-0.603770225
14	-0.266239053	0.24237055	-2.33405622
15	-1.109693947	-0.01385703	-5.889313657

ITERASI VIII

KOORDINAT HASIL ITERASI KE VII

Objek Space Iterasi VII			
Point	X	Y	Z
1	-4.868593409	1.277112875	-14.64149621
2	0.458519212	0.586056906	-7.208776924
3	-1.134125952	-0.532919646	-5.618498864
4	-1.069562955	0.247340071	-1.030442777
5	-2.503360174	1.061106165	-9.77712976
6	-1.380430901	0.998558217	-7.920751611
7	-0.664743937	0.946799075	-7.061021488
8	-0.015659906	0.62791022	-4.170696044
9	-2.983484467	0.072739465	-9.060071166
10	-1.2106262	0.356235216	-6.369412633
11	-0.585339512	0.473384068	-5.743380672
12	-0.078960629	0.453562028	-6.413484735
13	-0.904180309	0.762676938	-0.603770225
14	-0.266239053	0.24237055	-2.33405622
15	-1.109693947	-0.01385703	-5.889313657

NILAI J DAN K

Point	m DSC 0037		m DSC 0039	
	J	K	J	K
1	0.953785339	1.013648262	0.81142114	2.699018872
2	2.318052487	1.42818666	0.023475234	-0.910354626
3	-0.758300082	-0.322193651	-0.429096738	2.876146326
4	21.04084777	-7.89278972	22.55049077	6.711967153
5	0.593629499	0.642405444	0.372369422	2.235496384
6	0.482190374	0.397515486	0.017319141	1.522942751
7	0.604738028	0.295795094	-0.2257418	0.714992253
8	1.064157394	0.087970678	0.096836404	0.963125254
9	0.378450755	1.00837358	0.609388764	3.439606751
10	0.045238466	0.157842011	-0.130330632	1.999291252
11	0.285785133	-0.073886483	-0.372921079	0.983047348
12	0.785158137	0.058709267	-0.699096962	-0.415197924
13	30.37774504	-21.64976553	35.60015525	3.475054651
14	0.99183441	-1.436233093	1.433809397	3.941900594
15	-0.271928386	-0.072558189	-0.283368684	2.23853978

Point	m DSC 0041		m DSC 0043	
	J	K	J	K
1	-1.186515	0.347383591	-0.341428698	-3.765694
2	-0.070832	1.170362789	-0.3494279	1.932633
3	1.1267133	-1.860728559	-0.231701563	-0.044596
4	17.577526	-0.116220627	-26.73930591	599.878
5	-0.436658	0.088364343	-0.361307265	-2.648548
6	-0.041113	-0.073408616	-0.39239085	-1.567968
7	-0.098495	-0.147966943	-0.564418727	-0.607261
8	-3.729126	-0.350693113	-3.567922878	2.306036
9	-0.604222	-0.841579652	-0.157619901	-3.057886
10	0.3785672	-0.660143507	-0.327795105	-1.07996
11	0.0126867	-0.468960991	-0.734878347	0.015981
12	0.3924428	-0.038695828	-0.383517719	0.633603
13	13.809888	16.50734895	13.32024313	-14.40792
14	-11.46675	-0.930236932	-9.262947858	8.391932
15	0.6969703	-1.09080077	-0.301386146	-0.578753

HASIL ITERASI KE VIII

Objek Space Iterasi VIII			
Point	X	Y	Z
1	-4.996126233	1.309493488	-15.0575883
2	0.806478746	0.936046333	-8.296976817
3	-1.14341881	-0.538637755	-5.668485932
4	-1.064947097	0.25017635	-1.055119083
5	-2.522549609	1.069880632	-9.86628554
6	-1.392312909	1.00727644	-8.001082485
7	-0.698388023	0.978476383	-7.415605761
8	0.008972926	0.806370875	-5.823957199
9	-3.002084551	0.072730282	-9.127078611
10	-1.218709783	0.358183493	-6.419069038
11	-0.635274529	0.485787252	-6.197702144
12	-0.067012164	0.477985996	-6.435585929
13	-1.098716554	0.842253051	-1.026781466
14	-0.251232323	0.252813278	-3.296479578
15	-1.119370287	-0.015156398	-5.945666492

ITERASI IX

KOORDINAT HASIL ITERASI KE VIII

Objek Space Iterasi VIII			
Point	X	Y	Z
1	-4.996126233	1.309493488	-15.0575883
2	0.806478746	0.936046333	-8.296976817
3	-1.14341881	-0.538637755	-5.668485932
4	-1.064947097	0.25017635	-1.055119083
5	-2.522549609	1.069880632	-9.86628554
6	-1.392312909	1.00727644	-8.001082485
7	-0.698388023	0.978476383	-7.415605761
8	0.008972926	0.806370875	-5.823957199
9	-3.002084551	0.072730282	-9.127078611
10	-1.218709783	0.358183493	-6.419069038
11	-0.635274529	0.485787252	-6.197702144
12	-0.067012164	0.477985996	-6.435585929
13	-1.098716554	0.842253051	-1.026781466
14	-0.251232323	0.252813278	-3.296479578
15	-1.119370287	-0.015156398	-5.945666492

NILAI J DAN K

Point	m DSC 0037		m DSC 0039	
	J	K	J	K
1	0.940884524	1.018284045	0.788762535	2.670058671
2	1.714277402	0.859806265	-0.677459959	-1.801386302
3	-0.760764118	-0.319167962	-0.439694604	2.851319073
4	20.51909776	-7.839713184	21.92069431	6.362656539
5	0.587020609	0.644032661	0.360968875	2.220665241
6	0.477483275	0.400665875	0.006015514	1.503502296
7	0.605794921	0.33424264	-0.260024674	0.632659485
8	0.97384753	0.305027894	-0.349814375	-0.033789136
9	0.371631054	1.009424671	0.598395038	3.426263234
10	0.041492612	0.160134889	-0.140384066	1.979969993
11	0.297124646	-0.001368499	-0.428147474	0.828071287
12	0.750972872	-0.005329184	-0.736160521	-0.488580394
13	22.51321977	-13.50319954	24.27494151	-0.736724471
14	0.316092805	-0.948977584	0.108272365	2.202107529
15	-0.274707452	-0.069081059	-0.294502748	2.213403191

Point	m DSC 0041		m DSC 0043	
	J	K	J	K
1	-1.168752	0.348183647	-0.324656952	-3.799449
2	-0.179347	0.448769909	-0.516000489	0.85257
3	1.1674066	-1.871649547	-0.196592706	-0.089029
4	19.453415	0.494640251	-12.66140947	298.6106
5	-0.425033	0.088526211	-0.350932856	-2.666698
6	-0.015353	-0.071376529	-0.369717869	-1.592542
7	0.0929138	-0.108870815	-0.396553145	-0.715373
8	-1.245778	-0.119120187	-1.530543693	0.797364
9	-0.596625	-0.844350034	-0.150755559	-3.076396
10	0.4062061	-0.661950738	-0.303816988	-1.108303
11	0.4150428	-0.415770452	-0.387392879	-0.222109
12	0.3688079	-0.119972644	-0.407732184	0.543884
13	12.862769	51.62032528	-0.898034811	509.515
14	-4.630082	-0.753614834	-4.623697563	3.685542
15	0.7380042	-1.096032067	-0.265878219	-0.619251

HASIL ITERASI KE XI

Objek Space Iterasi IX			
Point	X	Y	Z
1	-5.015131253	1.314491321	-15.12227362
2	0.855907852	0.996871746	-8.413808621
3	-1.143965802	-0.538990743	-5.671975672
4	-1.063884501	0.247804763	-1.104194741
5	-2.524167828	1.070716469	-9.874729069
6	-1.392736825	1.007837206	-8.005464556
7	-0.700352429	0.981259087	-7.440867052
8	0.006985084	0.935712137	-7.082106596
9	-3.00444388	0.072697843	-9.135924023
10	-1.219030618	0.358352069	-6.421898321
11	-0.640976632	0.487871579	-6.25143753
12	-0.067144615	0.478088401	-6.434134425
13	-1.103058189	0.158604249	-1.045269012
14	-0.315352858	0.249389468	-4.528406808
15	-1.119804348	-0.015162089	-5.949029002

ITERASI KE X

KOORDINAT HASIL ITERASI KE IX

Objek Space Iterasi IX			
Point	X	Y	Z
1	-5.015131253	1.314491321	-15.12227362
2	0.855907852	0.996871746	-8.413808621
3	-1.143965802	-0.538990743	-5.671975672
4	-1.063884501	0.247804763	-1.104194741
5	-2.524167828	1.070716469	-9.874729069
6	-1.392736825	1.007837206	-8.005464556
7	-0.700352429	0.981259087	-7.440867052
8	0.006985084	0.935712137	-7.082106596
9	-3.00444388	0.072697843	-9.135924023
10	-1.219030618	0.358352069	-6.421898321
11	-0.640976632	0.487871579	-6.25143753
12	-0.067144615	0.478088401	-6.434134425
13	-1.103058189	0.158604249	-1.045269012
14	-0.315352858	0.249389468	-4.528406808
15	-1.119804348	-0.015162089	-5.949029002

NILAI J DAN K

Point	m DSC_0037		m DSC_0039	
	J	K	J	K
1	0.937964806	1.019024711	0.784374948	2.665744756
2	1.632897517	0.757743691	-0.767975154	-1.933128561
3	-0.761257963	-0.31910559	-0.440749689	2.849457059
4	19.68464336	-7.609642797	20.88200176	5.843238172
5	0.586037614	0.6441764	0.359536888	2.21926651
6	0.476724463	0.400644176	0.004900991	1.502262484
7	0.60481901	0.335567987	-0.263390393	0.625822219
8	0.986167058	0.418685943	-0.497223111	-0.464272489
9	0.370548963	1.009623854	0.596766855	3.424578307
10	0.040888717	0.160102891	-0.141343666	1.978717891
11	0.297768465	0.004730753	-0.434737238	0.809456038
12	0.751383623	-0.005917135	-0.735567594	-0.48854395
13	22.24323519	-1.369448368	23.77713116	10.94112926
14	0.202888887	-0.561204021	-0.435217053	1.119828896
15	-0.27530586	-0.069093346	-0.295593518	2.211702657

Point	m DSC 0041		m DSC 0043	
	J	K	J	K
1	-1.167168	0.348336428	-0.323197217	-3.804492
2	-0.218311	0.325756075	-0.559326738	0.698418
3	1.1698036	-1.872597743	-0.194557441	-0.092282
4	24.144585	1.290253384	-4.138834923	148.7967
5	-0.424364	0.088525789	-0.350367872	-2.668416
6	-0.014561	-0.071502207	-0.369070222	-1.594098
7	0.1044857	-0.107801134	-0.386481534	-0.724119
8	-0.230875	-0.009674097	-0.660278148	0.21845
9	-0.595855	-0.844644114	-0.150073585	-3.078752
10	0.4072818	-0.662260089	-0.302925093	-1.110103
11	0.4571291	-0.412341244	-0.350924551	-0.249678
12	0.3681875	-0.12058389	-0.408209512	0.544071
13	14.23419	-4.489843685	-0.678212423	404.3847
14	-1.235903	-0.579354194	-1.950021805	1.495952
15	0.7398783	-1.096623671	-0.264301209	-0.62191

HASIL ITERASI KE X

Objek Space Iterasi X			
Point	X	Y	Z
1	-5.017712177	1.31515669	-15.13112203
2	0.85501572	0.997050745	-8.406302881
3	-1.143996817	-0.539010691	-5.672181098
4	-1.130080875	0.24455076	-1.200445878
5	-2.524314557	1.070790637	-9.875502258
6	-1.392757052	1.007865228	-8.005700417
7	-0.700348524	0.981334802	-7.441302025
8	0.002452388	0.974678131	-7.466479099
9	-3.004733768	0.072694137	-9.137014884
10	-1.219045859	0.358360252	-6.422047668
11	-0.64106432	0.487988942	-6.252780062
12	-0.067143036	0.478089555	-6.434146089
13	-1.096143319	0.233576597	-1.084410184
14	-0.393624125	0.240453442	-5.551471137
15	-1.119824142	-0.015162267	-5.949199498

LAMPIRAN III

HASIL ITERASI

DAN

NILAI STANDARD DEVIASI

Objek Space Pendekatan			
Point	X	Y	Z
1	-0.45076	0.231235	-1.632
2	0.208923	0.174017	-1.09151
3	-0.32637	-0.15252	-1.35595
4	0.124227	-0.19565	-0.99392
5	-0.33894	0.219186	-1.53791
6	-0.2081	0.209633	-1.43002
7	-0.07845	0.197285	-1.32465
8	0.06727	0.185014	-1.20344
9	-0.50285	0.103504	-1.56626
10	-0.25817	0.08865	-1.38968
11	-0.10802	0.098707	-1.27891
12	0.036579	0.084625	-1.16077
13	0.181423	0.077647	-1.04627
14	-0.06872	0.027984	-1.21782
15	-0.27376	-0.00956	-1.36206

Objek Space Iterasi I			
Point	X	Y	Z
1	-0.61629	0.332105	- 2.07338
2	-1.07772	0.634224	- 1.13014
3	-0.7686	0.085992	- 1.43906
4	-0.73696	0.702006	- 1.02978
5	-0.46353	0.330595	- 1.86466
6	-0.41935	0.326252	- 1.61841
7	-0.60681	0.28727	- 1.39714
8	-1.02429	0.216111	- 1.22866
9	-0.6032	0.147113	- 1.94525
10	-0.53154	0.210979	- 1.52723
11	-0.83786	0.21857	- 1.31852
12	-1.18338	0.279147	- -1.1922
13	-0.91154	0.809736	- 1.08862
14	-1.10648	0.20588	- 1.24527
15	-0.64752	0.150385	- 1.48236

Objek Space Iterasi II			
Point	X	Y	Z
1	-0.92142	0.429289	-2.93735
2	-1.18442	0.262732	-1.22727
3	-0.57511	0.004964	-1.75781
4	-0.77212	0.731291	-1.04868
5	-0.6172	0.433069	-2.52936
6	-0.42033	0.429587	-2.05961
7	-0.45596	0.376694	-1.61654
8	-1.22363	0.221868	-1.23512
9	-0.83432	0.156399	-2.67592
10	-0.46879	0.262068	-1.88771

Objek Space Iterasi III			
Point	X	Y	Z
1	-1.46425	0.548772	- 4.48107
2	-1.53905	-1.17838	- 1.74743
3	-0.54196	-0.0959	- 2.35423
4	-0.86118	0.787933	- 1.07913
5	-0.9222	0.549245	- 3.70376
6	-0.51314	0.536802	- 2.88626
7	-0.35877	0.481481	- 2.07847
8	-0.73598	0.2007	- 1.35886
9	-1.25878	0.140414	- 3.90223
10	-0.51418	0.296285	- 2.56463

11	-0.5795	0.248774	-1.46074
12	-1.25621	-0.08147	-1.45259
13	-1.14315	1.001704	-1.0721
14	-0.99908	0.18826	-1.25271
15	-0.51164	0.155615	-1.7738

11	-0.4205	0.31287	- 1.76346
12	-1.28307	-0.60771	- 2.06625
13	-0.85075	1.499835	- 0.80862
14	-0.92047	0.178171	- 1.27137
15	-0.50049	0.141225	- 2.36919

Objek Space Iterasi IV			
Point	X	Y	Z
1	-2.31031	0.720212	-6.93092
2	-1.05959	-0.16231	-2.02358
3	-0.66752	-0.22642	-3.27969
4	-1.07323	0.909318	-1.09396
5	-1.39717	0.699406	-5.49004
6	-0.72755	0.665195	-4.21737
7	-0.34005	0.587455	-2.93795
8	-0.45621	0.24781	-1.56212
9	-1.85729	0.110834	-5.63549
10	-0.68567	0.317014	-3.63375
11	-0.34174	0.367758	-2.35777
12	-1.02012	-0.58116	-3.06724
13	-1.127	0.72997	-0.876
14	-0.76367	0.165752	-1.32295
15	-0.62732	0.100602	-3.32152

Objek Space Iterasi V			
Point	X	Y	Z
1	-3.38728	0.944245	- 10.1134
2	-0.71866	-0.21703	- 3.21374
3	-0.88236	-0.3755	- 4.39696
4	-1.13008	1.673255	-0.8246
5	-1.95179	0.872731	- 7.59462
6	-1.02646	0.81589	- 5.91245
7	-0.41683	0.711409	- 4.28473
8	-0.24287	0.343264	-1.9989
9	-2.47463	0.084898	- 7.46654
10	-0.93424	0.333505	- 4.94507
11	-0.36465	0.409081	- 3.34528
12	-0.61485	-0.25785	- 4.57315
13	-1.11286	0.636944	- 0.71074
14	-0.56774	0.177257	- 1.45233
15	-0.84342	0.045339	- 4.51323

Objek Space Iterasi VI			
Point	X	Y	Z
1	-4.3611	1.158015	-13.059
2	-0.15934	0.072269	-5.13224
3	-1.06424	-0.49017	-5.27717
4	-1.07516	0.344995	-1.01934
5	-2.36021	1.007913	-9.18729

Objek Space Iterasi VII			
Point	X	Y	Z
1	-4.86859	1.277113	- 14.6415
2	0.458519	0.586057	- 7.20878
3	-1.13413	-0.53292	-5.6185
4	-1.06956	0.24734	- 1.03044
5	-2.50336	1.061106	- 9.77713

6	-1.2803	0.943379	-7.33734
7	-0.55405	0.847619	-5.89045
8	-0.09302	0.467086	-2.83247
9	-2.86353	0.073955	-8.66548
10	-1.137	0.348046	-5.98119
11	-0.47089	0.445349	-4.63384
12	-0.2333	0.214946	-5.92748
13	-0.9585	0.868497	-0.81867
14	-0.38188	0.214387	-1.74865
15	-1.03372	0.001422	-5.49377

6	-1.38043	0.998558	- 7.92075
7	-0.66474	0.946799	- 7.06102
8	-0.01566	0.62791	-4.1707
9	-2.98348	0.072739	- 9.06007
10	-1.21063	0.356235	- 6.36941
11	-0.58534	0.473384	- 5.74338
12	-0.07896	0.453562	- 6.41348
13	-0.90418	0.762677	- 0.60377
14	-0.26624	0.242371	- 2.33406
15	-1.10969	-0.01386	- 5.88931

Objek Space Iterasi VIII			
Point	X	Y	Z
1	-4.99613	1.309493	-15.0576
2	0.806479	0.936046	-8.29698
3	-1.14342	-0.53864	-5.66849
4	-1.06495	0.250176	-1.05512
5	-2.52255	1.069881	-9.86629
6	-1.39231	1.007276	-8.00108
7	-0.69839	0.978476	-7.41561
8	0.008973	0.806371	-5.82396
9	-3.00208	0.07273	-9.12708
10	-1.21871	0.358183	-6.41907
11	-0.63527	0.485787	-6.1977
12	-0.06701	0.477986	-6.43559
13	-1.09872	0.842253	-1.02678
14	-0.25123	0.252813	-3.29648
15	-1.11937	-0.01516	-5.94567

Objek Space Iterasi IX			
Point	X	Y	Z
1	-5.01513	1.314491	- 15.1223
2	0.855908	0.996872	- 8.41381
3	-1.14397	-0.53899	- 5.67198
4	-1.06388	0.247805	- 1.10419
5	-2.52417	1.070716	- 9.87473
6	-1.39274	1.007837	- 8.00546
7	-0.70035	0.981259	- 7.44087
8	0.006985	0.935712	- 7.08211
9	-3.00444	0.072698	- 9.13592
10	-1.21903	0.358352	- -6.4219
11	-0.64098	0.487872	- 6.25144
12	-0.06714	0.478088	- 6.43413
13	-1.10306	0.158604	- 1.04527
14	-0.31535	0.249389	- 4.52841
15	-1.1198	-0.01516	- 5.94903

Objek Space Iterasi X			
Point	X	Y	Z
1	-5.01771	1.315157	-15.1311
2	0.855016	0.997051	-8.4063
3	-1.144	-0.53901	-5.67218
4	-1.13008	0.244551	-1.20045
5	-2.52431	1.070791	-9.8755
6	-1.39276	1.007865	-8.0057
7	-0.70035	0.981335	-7.4413
8	0.002452	0.974678	-7.46648
9	-3.00473	0.072694	-9.13701
10	-1.21905	0.35836	-6.42205
11	-0.64106	0.487989	-6.25278
12	-0.06714	0.47809	-6.43415
13	-1.08614	0.233577	-1.08441
14	-0.39362	0.240453	-5.55147
15	-1.11982	-0.01516	-5.9492

Iterasi	Nilai
1	25.67541
2	22.65304
3	16.18709
4	14.76058
5	10.36994
6	8.86668
7	7.598884
8	7.247307
9	6.281095
10	6.683282