

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Analisis Ketelitian Berdasarkan Standar ASPRS Tahun 2015**

Setelah data ortofoto dan DSM diperoleh selanjutnya dilakukan analisis ketelitian yang meliputi, analisis ketelitian horizontal (ketelitian ortofoto) dan ketelitian vertikal (ketelitian DSM). Analisis ini dilakukan dengan menggunakan perhitungan RMSE horizontal dan vertikal. Untuk mengetahui besarnya nilai ketelitian horizontal dan vertikal, didasarkan pada standar ASPRS tahun 2015.

**4.1.1 Analisis ketelitian horizontal (ketelitian ortofoto)**

Ketelitian horizontal dihasilkan dari besarnya kesalahan atau perbedaan posisi objek di peta (ortofoto) dengan posisi sebenarnya (ICP). Proses analisis ini dilakukan dengan cara menghitung selisih nilai koordinat x dan y dari 20 titik ICP hasil dari pengukuran GPS dengan nilai koordinat x dan y dari ortofoto. Seperti tersaji pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Perhitungan RMSE ICP**

| <i>Point ID</i>                                    | <i>Orthophoto Coordinate (m)</i> |             | <i>ICP Coordinate (m)</i> |             | <i>Residual Errors (m)</i> |              |
|--|----------------------------------|-------------|---------------------------|-------------|----------------------------|--------------|
|  | <i>x</i>                         | <i>y</i>    | <i>x</i>                  | <i>y</i>    | $\Delta x^2$               | $\Delta y^2$ |
| Icp1   | 676744.8878                      | 9123914.297 | 676744.885                | 9123914.29  | 0.000                      | 0.000        |
| Icp2   | 676653.654                       | 9123844.11  | 676653.674                | 9123844.149 | 0.000                      | 0.002        |
| Icp3   | 676764.0479                      | 9123777.56  | 676764.038                | 9123777.569 | 0.000                      | 0.000        |
| Icp4   | 676629.9812                      | 9123799.359 | 676629.979                | 9123799.381 | 0.000                      | 0.000        |
| Icp5   | 676662.0769                      | 9123717.953 | 676662.069                | 9123717.961 | 0.000                      | 0.000        |
| Icp20  | 676603.8626                      | 9123531.431 | 676603.8358               | 9123531.404 | 0.001                      | 0.001        |
| NUMBER CHECK POINT                                 |                                  |             |                           |             | 20                         | 20           |
| <i>TOTAL (m)</i>                                   |                                  |             |                           |             | 0.002                      | 0.006        |
| <i>RMSE<sub>x</sub></i>                            |                                  |             |                           |             | 0.008                      |              |
| <i>RMSE<sub>r</sub></i>                            |                                  |             |                           |             | 0.020                      |              |
| NSSDA Horizontal Accuracy 95% Confidence Level (m) |                                  |             |                           |             | 0.031                      |              |

Berdasarkan hasil perhitungan ketelitian horizontal pada Tabel 4.2, nilai NSSDA Horizontal Accuracy 95% confidence Level adalah 0.046 m (4,46 cm). Ini berarti

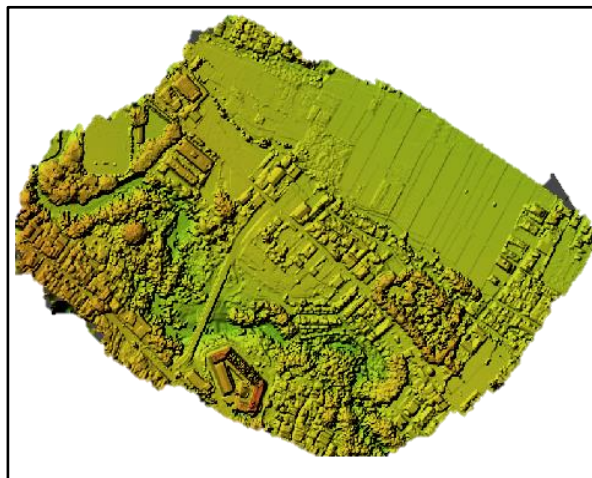
bahwa ketelitian Horizontal dengan tingkat kepercayaan 95% menunjukkan kesesuaian dengan standar ASPRS 2015 yang dapat dilihat pada Tabel 2.3, yaitu pada ketelitian skala peta 1:100.

#### **4.2 Hasil Pengolahan Data Foto Udara**

Pengolahan foto udara dilakukan dengan menggunakan software Agisoft Metashape. Proses tersebut menggunakan data foto sebanyak 1539 foto, 1 titik koordinat BM, dan 10 titik koordinat GCP yang diperoleh dari hasil pengukuran GPS. Adapun hasil pengolahan data foto udara tersebut berupa DSM yang memuat



*Gambar 4. 1 Hasil Orthofoto Sofwere Agisoft*

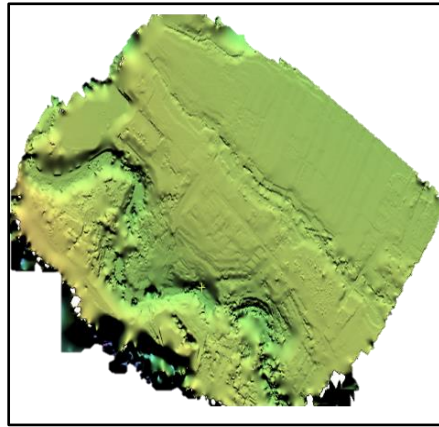


*Gambar 4.2 Data DSM Hasil Sofwere Agisoft*

informasi berupa data ketinggian vegetasi dan non vegetasi, seperti tersaji pada Gambar 4.2 dan ortofoto yang menggambarkan posisi dan objek apa saja yang ada pada daerah penelitian, seperti tersaji pada Gambar 4.1.

#### 4.3 Hasil Pengolahan Data *DSM* Menjadi *DTM*

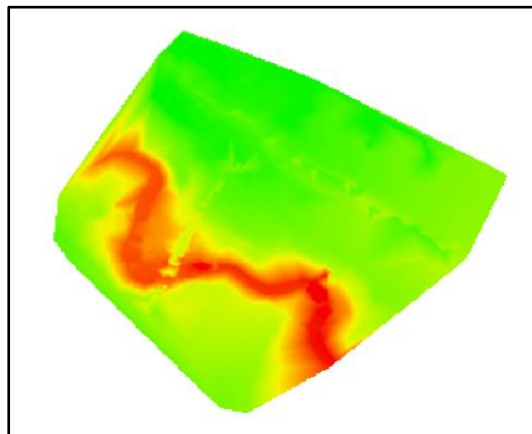
Hasil *DSM* dari pengolahan *software* Agisoft Metashape sebelumnya masih mengandung unsur vegetasi (pohon, bangunan, jalan, dll), sehingga perlu dilakukan *filtering* atau penapisan. *Filtering* yang dimaksud yaitu, menghilangkan unsur vegetasi untuk menghasilkan *DTM* yang hanya mengandung unsur non-vegetasi (permukaan tanah/ground) tanpa ada unsur vegetasi di atasnya.



Gambar 4 3 Hasil DTM Dari Sofwere Agisoft

#### 4.4 Hasil *DTM Spot Height* Dari Sofwere ArcGis

*DTM spot height* merupakan *DTM* ini dianggap menyerupai bentuk ground sebenarnya di lapangan. *DTM* ini kegunaanya adalah sebagai pembanding dengan *DTM* hasil dari *software* agisoft Metashape. Hasil pengukuran *spot height* dari foto udara dengan elevasi yang diketahui dari titik-titik validasi.



Gambar 4 .4 *DTM Spot Height* Hasil Sofwere ArcGis

#### 4.5 Hasil Perhitungan *Slope*

persentase kemiringan dari data *DTM* dengan menggunakan rumus Kemiringan  $x-y = \text{beda tinggi } x-y/\text{jarak dilapangan } \times 100$ , dan hasil dari perhitungan *slope* tersebut Kemiringan lereng.

**Tabel 4.2 Perhitungan *Slope* Rendah**

| <b>Id</b> | <b>POINT_X</b> | <b>POINT_Y</b>       | <b>Z</b> |
|-----------|----------------|----------------------|----------|
| 1         | 676853.230     | 9123843.677          | 571.138  |
| 2         | 676857.836     | 9123841.717          | 571.138  |
| 3         | 676862.436     | 9123839.76           | 571.137  |
| 4         | 676867.037     | 9123837.802          | 571.106  |
| 5         | 676871.641     | 9123835.844          | 570.952  |
| 6         | 676869.546     | 9123831.304          | 570.841  |
| 7         | 676864.941     | 9123833.263          | 571.067  |
| 8         | 676860.341     | 9123835.221          | 571.138  |
| 9         | 676855.740     | 9123837.178          | 571.145  |
| 10        | 676851.136     | 9123839.137          | 571.145  |
| 11        | 676867.452     | 9123826.763          | 570.898  |
| 12        | 676862.846     | 9123828.723          | 571.13   |
| 13        | 676858.245     | 9123830.68           | 571.137  |
| 14        | 676853.644     | 9123832.638          | 571.145  |
| 15        | 676849.041     | 9123834.596          | 571.148  |
|           |                | $\Delta h_{A-B} =$   | 0.306875 |
|           |                | $\Delta h/d =$       | 0.014825 |
|           |                | <b>%Kemiringan =</b> | 1.48%    |

Tabel di atas adalah merupakan persentase kemiringan *Slope* rendah dari data *DTM Ortophoto* dengan menggunakan rumus Kemiringan  $A-B = \text{beda tinggi } x-y/\text{jarak dilapangan } \times 100$ , dan hasil dari perhitungan *slope* tersebut sebesar 1,48%.

**Tabel 4.3 Perhitungan *Slope* Sedang**

| <b>Id</b> | <b>POINT_X</b> | <b>POINT_Y</b> | <b>Z</b> |
|-----------|----------------|----------------|----------|
| 1         | 676710.6313    | 9123655.374    | 565.562  |
| 2         | 676714.3048    | 9123651.985    | 565.481  |

|    |             |                      |           |
|----|-------------|----------------------|-----------|
| 3  | 676717.9783 | 9123648.593          | 565.396   |
| 4  | 676721.6518 | 9123645.201          | 565.332   |
| 5  | 676718.2098 | 9123641.577          | 564.683   |
| 6  | 676714.5353 | 9123644.968          | 564.653   |
| 7  | 676710.8607 | 9123648.359          | 564.981   |
| 8  | 676707.1859 | 9123651.751          | 564.723   |
| 9  | 676703.7404 | 9123648.127          | 563.335   |
| 10 | 676707.4172 | 9123644.734          | 563.233   |
| 11 | 676711.0912 | 9123641.344          | 563.232   |
| 12 | 676714.7643 | 9123637.954          | 563.045   |
| 13 | 676711.3189 | 9123634.331          | 561.903   |
| 14 | 676707.6455 | 9123637.717          | 561.995   |
| 15 | 676703.972  | 9123641.109          | 562.264   |
| 16 | 676700.2985 | 9123644.501          | 562.284   |
|    |             | $\Delta A-B =$       | 3.6587363 |
|    |             | $\Delta h/d =$       | 0.174226  |
|    |             | <b>%Kemiringan =</b> | 17,42%    |

Tabel di atas adalah merupakan persentase kemiringan *Slope* rendah dari data *DTM* *Ortophoto* dengan menggunakan rumus Kemiringan  $A-B = \text{beda tinggi } x-y/\text{jarak dilapangan} \times 100$ , dan hasil dari perhitungan slope tersebut sebesar 17,42%

**Tabel 4.4 Perhitungan *Slope* Tinggi**

| <b>Id</b> | <b>POINT_X</b> | <b>POINT_Y</b> | <b>Z</b> |
|-----------|----------------|----------------|----------|
| 1         | 676608.451     | 9123552.553    | 548.0934 |
| 2         | 676613.381     | 9123551.756    | 550.0818 |
| 3         | 676618.312     | 9123550.958    | 552.8045 |
| 4         | 676623.242     | 9123550.16     | 554.9469 |
| 5         | 676622.325     | 9123545.246    | 556.415  |
| 6         | 676617.394     | 9123546.042    | 556.1673 |
| 7         | 676612.464     | 9123546.842    | 554.5789 |
| 8         | 676607.533     | 9123547.64     | 551.5126 |
| 9         | 676606.616     | 9123542.726    | 554.6367 |

|    |            |                      |          |
|----|------------|----------------------|----------|
| 10 | 676611.546 | 9123541.927          | 557.2869 |
| 11 | 676616.477 | 9123541.129          | 557.5828 |
| 12 | 676621.407 | 9123540.331          | 557.2926 |
|    |            | $\Delta A-B =$       | 9.489413 |
|    |            | $\Delta h/d =$       | 0.56786  |
|    |            | <b>%Kemiringan =</b> | 56,79%   |

Tabel di atas adalah merupakan persentase kemiringan *Slope* rendah dari data *DTM* *Ortophoto* dengan menggunakan rumus Kemiringan  $A-B = \text{beda tinggi } x-y/\text{jarak dilapangan } \times 100$ , dan hasil dari perhitungan *slope* tersebut sebesar 56,79%

#### 4.5 Uji Validasi

Uji validasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar nilai kemiringan dari *DTM* foto udara hasil metode *otomatis filtering* dan semi-otomatis filtering terhadap data *spotheight* hasil pengukuran menggunakan Gps geodetik. Perhitungan *slope* tersebut menggunakan metode grid.

**Tabel 4.5 Perhitungan *Slope* Rendah Data *Spot Height***

| <b>Id</b> | <b>POINT_X</b> | <b>POINT_Y</b> | <b>Z</b> |
|-----------|----------------|----------------|----------|
| 1         | 676853.23      | 9123843.677    | 570.918  |
| 2         | 676857.836     | 9123841.717    | 570.812  |
| 3         | 676862.436     | 9123839.76     | 570.707  |
| 4         | 676867.037     | 9123837.802    | 570.601  |
| 5         | 676871.641     | 9123835.844    | 570.595  |
| 6         | 676869.546     | 9123831.304    | 570.586  |
| 7         | 676864.941     | 9123833.263    | 570.679  |
| 8         | 676860.341     | 9123835.221    | 570.785  |
| 9         | 676855.74      | 9123837.178    | 570.891  |
| 10        | 676851.136     | 9123839.137    | 570.988  |
| 11        | 676867.452     | 9123826.763    | 570.665  |
| 12        | 676862.846     | 9123828.723    | 570.757  |
| 13        | 676858.245     | 9123830.68     | 570.863  |
| 14        | 676853.644     | 9123832.638    | 570.961  |
| 15        | 676849.041     | 9123834.596    | 571.018  |

|  |  |                      |          |
|--|--|----------------------|----------|
|  |  | $\Delta A-B =$       | 0.43212  |
|  |  | $\Delta h/d =$       | 0.020875 |
|  |  | <b>%Kemiringan =</b> | 2.09%    |

Tabel di atas adalah merupakan persentase kemiringan *Slope* rendah dari data *DTM Spot height* dengan menggunakan rumus Kemiringan  $A-B =$  beda tinggi x-y/jarak dilapangan x 100, dan hasil dari perhitungan *slope* tersebut sebesar 2,09%

**Tabel 4.6 Perhitungan *Slope* Sedang Data *Spot Height***

| <b>Id</b> | <b>POINT_X</b> | <b>POINT_Y</b>       | <b>Z</b> |
|-----------|----------------|----------------------|----------|
| 1         | 676710.6313    | 9123655.374          | 566.038  |
| 2         | 676714.3048    | 9123651.985          | 565.992  |
| 3         | 676717.9783    | 9123648.593          | 565.951  |
| 4         | 676721.6518    | 9123645.201          | 565.909  |
| 5         | 676718.2098    | 9123641.577          | 564.983  |
| 6         | 676714.5353    | 9123644.968          | 565.296  |
| 7         | 676710.8607    | 9123648.359          | 565.333  |
| 8         | 676707.1859    | 9123651.751          | 565.105  |
| 9         | 676703.7404    | 9123648.127          | 564.026  |
| 10        | 676707.4172    | 9123644.734          | 563.97   |
| 11        | 676711.0912    | 9123641.344          | 563.866  |
| 12        | 676714.7643    | 9123637.954          | 563.334  |
| 13        | 676711.3189    | 9123634.331          | 561.76   |
| 14        | 676707.6455    | 9123637.717          | 562.034  |
| 15        | 676703.972     | 9123641.109          | 562.411  |
| 16        | 676700.2985    | 9123644.501          | 562.5    |
|           |                | $\Delta A-B =$       | 4.27843  |
|           |                | $\Delta h/d =$       | 0.203735 |
|           |                | <b>%Kemiringan =</b> | 20,37%   |

Tabel di atas merupakan persentase kemiringan dari data *DTM Spot height* dengan menggunakan rumus Kemiringan  $A - B =$  beda tinggi A – B / (d) jarak dilapangan x 100, dan hasil dari perhitungan *slope* tersebut sebesar 20,37%.

**Tabel 4.7 Perhitungan Slope Tinggi Data Spot Height**

| <b>Id</b> | <b>POINT_X</b> | <b>POINT_Y</b>       | <b>Z</b>  |
|-----------|----------------|----------------------|-----------|
| 1         | 676608.451     | 9123552.553          | 547.4228  |
| 2         | 676613.381     | 9123551.756          | 549.7339  |
| 3         | 676618.312     | 9123550.958          | 551.9301  |
| 4         | 676623.242     | 9123550.16           | 553.4199  |
| 5         | 676622.325     | 9123545.246          | 556.5767  |
| 6         | 676617.394     | 9123546.042          | 555.0071  |
| 7         | 676612.464     | 9123546.842          | 552.5645  |
| 8         | 676607.533     | 9123547.64           | 549.9872  |
| 9         | 676606.616     | 9123542.726          | 552.6318  |
| 10        | 676611.546     | 9123541.927          | 555.0997  |
| 11        | 676616.477     | 9123541.129          | 556.9986  |
| 12        | 676621.407     | 9123540.331          | 557.5307  |
|           |                | $\Delta A-B =$       | 10.107904 |
|           |                | $\Delta h/d =$       | 0.51681   |
|           |                | <b>%Kemiringan =</b> | 51,68%    |

Tabel di atas merupakan hasil perhitungan *slope* pengukuran *spot height* menggunakan rumus Kemiringan  $A - B = \text{beda tinggi A} - B / (d) \text{ jarak dilapangan} \times 100$ , dan hasilnya adalah 51,68%.

#### **4.6 RMSE Slope**

Nilai *RMSE* dari hasil pengujian 3 sampel area yakni rendah sedang dan tinggi, merupakan nilai bentuk kelayakan dari data *DTM* foto udara berdasarkan bentuk atau kondisi geografis area. Dimana pencapaian nilai *RMSE* yang baik dari keseluruhan area sampel terletak pada uji nilai *RMSE* di area rendah dengan nilai *RMSE* 0,769 sedang 0,633 dan tinggi 1,302

**Tabel 4.8 RMSE Slope Rendah**

| <b>Id</b> | <b>POINT_X</b> | <b>POINT_Y</b> | <b>Z</b> | <b>Z</b> | $\Delta Z^2$ |
|-----------|----------------|----------------|----------|----------|--------------|
| 1         | 676853.2       | 9123844        | 570.9182 | 571.1376 | 0.219366     |
| 2         | 676857.8       | 9123842        | 570.8123 | 571.1376 | 0.325244     |
| 3         | 676862.4       | 9123840        | 570.7066 | 571.1371 | 0.430472     |



|    |          |         |          |                       |          |
|----|----------|---------|----------|-----------------------|----------|
| 4  | 676867   | 9123838 | 570.6008 | 571.1063              | 0.505495 |
| 5  | 676871.6 | 9123836 | 570.5952 | 570.9522              | 0.356991 |
| 6  | 676869.5 | 9123831 | 570.5859 | 570.8407              | 0.254773 |
| 7  | 676864.9 | 9123833 | 570.679  | 571.0673              | 0.388229 |
| 8  | 676860.3 | 9123835 | 570.7847 | 571.1376              | 0.352825 |
| 9  | 676855.7 | 9123837 | 570.8905 | 571.1454              | 0.254868 |
| 10 | 676851.1 | 9123839 | 570.9878 | 571.1454              | 0.15756  |
| 11 | 676867.5 | 9123827 | 570.6646 | 570.898               | 0.233373 |
| 12 | 676862.8 | 9123829 | 570.7572 | 571.1298              | 0.37259  |
| 13 | 676858.2 | 9123831 | 570.863  | 571.1373              | 0.274373 |
| 14 | 676853.6 | 9123833 | 570.9614 | 571.1454              | 0.184008 |
| 15 | 676849   | 9123835 | 571.018  | 571.1476              | 0.129527 |
|    |          |         |          | $\Sigma \Delta Z^2 =$ | 8.879388 |
|    |          |         |          | <b>RMSE Z =</b>       | 0.769389 |

**Tabel 4.9 RMSE Slope Sedang**

| <b>Id</b> | <b>POINT_X</b> | <b>POINT_Y</b> | <b>Z SH</b> | <b>Z FT</b>           | <b><math>\Delta Z^2</math></b> |
|-----------|----------------|----------------|-------------|-----------------------|--------------------------------|
| 1         | 676710.631     | 9123655.374    | 566.038     | 565.5621              | 0.476                          |
| 2         | 676714.305     | 9123651.985    | 565.992     | 565.4812              | 0.511                          |
| 3         | 676717.978     | 9123648.593    | 565.951     | 565.3964              | 0.554                          |
| 4         | 676721.652     | 9123645.201    | 565.909     | 565.3323              | 0.577                          |
| 5         | 676718.21      | 9123641.577    | 564.983     | 564.6829              | 0.300                          |
| 6         | 676714.535     | 9123644.968    | 565.296     | 564.6528              | 0.644                          |
| 7         | 676710.861     | 9123648.359    | 565.333     | 564.9812              | 0.352                          |
| 8         | 676707.186     | 9123651.751    | 565.105     | 564.723               | 0.382                          |
| 9         | 676703.74      | 9123648.127    | 564.026     | 563.3355              | 0.691                          |
| 10        | 676707.417     | 9123644.734    | 563.970     | 563.2332              | 0.737                          |
| 11        | 676711.091     | 9123641.344    | 563.866     | 563.2318              | 0.634                          |
| 12        | 676714.764     | 9123637.954    | 563.334     | 563.0447              | 0.289                          |
| 13        | 676711.319     | 9123634.331    | 561.760     | 561.9034              | -0.143                         |
| 14        | 676707.646     | 9123637.717    | 562.034     | 561.9952              | 0.039                          |
| 15        | 676703.972     | 9123641.109    | 562.411     | 562.264               | 0.147                          |
| 16        | 676700.298     | 9123644.501    | 562.500     | 562.2843              | 0.215                          |
|           |                |                |             | $\Sigma \Delta Z^2 =$ | 6.404                          |
|           |                |                |             | <b>RMSE Z =</b>       | 0.633                          |

**Tabel 4.9 RMSE Slope Tinggi**

| <b>Id</b> | <b>POINT_X</b> | <b>POINT_Y</b> | <b>Z SH</b> | <b>Z FT</b> | <b><math>\Delta Z^2</math></b> |
|-----------|----------------|----------------|-------------|-------------|--------------------------------|
| 1         | 676608.4506    | 9123552.553    | 548.0933597 | 547.4227844 | 0.449671                       |
| 2         | 676613.3813    | 9123551.756    | 550.0818381 | 549.7338913 | 0.121067                       |
| 3         | 676618.3116    | 9123550.958    | 552.8044888 | 551.9300633 | 0.76462                        |
| 4         | 676623.242     | 9123550.16     | 554.9468627 | 553.4199059 | 2.331597                       |
| 5         | 676622.3246    | 9123545.246    | 556.4149815 | 556.5766678 | 0.026142                       |
| 6         | 676617.394     | 9123546.042    | 556.167294  | 555.0071117 | 1.346023                       |
| 7         | 676612.4638    | 9123546.842    | 554.5789093 | 552.5645017 | 4.057838                       |
| 8         | 676607.5334    | 9123547.64     | 551.5126497 | 549.987239  | 2.326878                       |

|    |             |             |             |   |          |
|----|-------------|-------------|-------------|---|----------|
| 9  | 676606.616  | 9123542.726 | 554.6366631 | 552.631804                              | 4.01946  |
| 10 | 676611.5463 | 9123541.927 | 557.2869056 | 555.0996905                             | 4.78391  |
| 11 | 676616.4767 | 9123541.129 | 557.2827725 | 556.9986202                             | 0.341234 |
| 12 | 676621.4071 | 9123540.331 | 557.2925851 | 557.5306887                             | 0.056693 |
|    |             |             |             | <b><math>\Sigma \Delta Z^2 =</math></b> | 20.62513 |
|    |             |             |             | <b>RMSE Z =</b>                         | 1.30271  |

