

PENGGUNAAN TOTAL STATION DAN AUTOCAD CIVIL 3D UNTUK PERENCANAAN GRADING

Oleh:

Wahyu Tamtomo Adi, API Madiun, Email: tamtomo@api.ac.id

Adya Aghastya, API Madiun, Email: adya@api.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini disusun dengan tujuan melaksanakan pengukuran topografi dan melakukan analisa perencanaan grading di wilayah kampus API Madiun. Penelitian dilakukan dengan menggunakan alat bantu pengukuran Total Station serta alat bantu penggambaran Autocad Civil 3D. Tenaga surveyor yang digunakan dalam pelaksanaan pengukuran merupakan tenaga surveyor yang dilatih menggunakan alat Total Station. Penelitian menghasilkan sepuluh lokasi titik benchmark (BM) sebagai acuan pengukuran di wilayah dalam lahan API madiun. Hasil analisa topografi dari peta kontur mengidentifikasi wilayah lahan API Madiun relatif datar dengan selisih antara elevasi terendah dan tertinggi adalah 5,132 m dengan kemiringan rata-rata 3,32%. Perencanaan grading menunjukkan ada dua area utama yang memerlukan timbunan tanah dengan total kebutuhan volume timbunan adalah sebesar 8.281,4 m³. Evaluasi terhadap pelaksanaan pengukuran menunjukkan perlunya pengawasan dan evaluasi agar tidak melakukan kesalahan-kesalahan yang dapat terjadi oleh pelaksana pengukuran. Penggunaan alat bantu software Autocad Civil 3D memudahkan dan mempercepat proses penggambaran teknik dan perencanaan grading lahan. Pengukuran dengan Total Station dan penggambaran dengan Autocad Civil 3D perlu dioptimalkan dengan integrasi ke dalam silabus perkuliahan agar dapat menjadi salah satu kompetensi softskill yang dimiliki oleh lulusan Teknik Bangunan dan Jalur Perkeretaapian API Madiun.

Kata Kunci: Pengukuran Topografi, Total Station, Gambar Teknik, Autocad Civil 3D, Volume, Perencanaan Grading

ABSTRACT

The aim of this study is to carry out topographic survey and to conduct grading plan analysis in area of API Madiun. The study use Total Station surveying tools and Autocad Civil 3D software to improve the effectivity and accuracy of the survey and drawing respectively. Laboratory staf is trained with Total Station Sokkia before conducting topographic measurement. After preparing ten benchmark (BM) locations as reference for the measurements in the area and drawing the topographic map based on the result of survey, the topographic analysis of the contour map identifies the area of API Madiun is relatively flat with the difference between the lowest and the highest elevation is 5,132 and the average slope is 3,32%. Grading plan design shows two main areas which need at least 8,281.4 m³ earthwork volume of embankment. Evaluation of the survey and drawing production indicates the need for supervision and evaluation in order to reduce mistakes during the grading plan drawing process. Using Autocad Civil 3D software is very helpful in the process of engineering drawing and grading plan design. Surveying with Total Station and engineering drawing with Autocad Civil 3D need optimalization in the learning process by integration into syllabus in order to provide additional softskill competency for the graduate of Building and Track Railway Engineering in API Madiun.

Keywords: Surveying, Total Station, Engineering Drawing, Autocad Civil 3D, Grading Plan, Earthwork Volume

1 PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Perencanaan suatu proyek dimulai dengan pelaksanaan survey pemetaan. Kemampuan dalam melaksanakan pemetaan untuk suatu proyek merupakan salah satu output yang harus dimiliki lulusan Program Studi D3 Teknik Bangunan dan Jalur Perkeretaapian API Madiun. Pengukuran dapat dilakukan dengan berbagai alat ukur yang semakin bervariasi seiring perkembangan teknologi, salah satu alat yang paling dapat digunakan untuk survey dan pemetaan yang cepat, akurat dan presisi adalah alat ukur Total Station (Yuwono, 2007).

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran perlu diproses menjadi gambar agar dapat digunakan dalam perencanaan proyek. Salah satu software yang dapat digunakan untuk keperluan penggambaran secara cepat dan akurat, khususnya untuk penggambaran hasil pengukuran permukaan tanah dan perencanaan pekerjaan tanah, adalah Autocad Civil 3D. Kemampuan menggambar dengan menggunakan software ini merupakan salah satu bidang keahlian yang diharapkan dari output lulusan program D3 Teknik Bangunan dan Jalur Perkeretaapian API Madiun.

Wilayah API Madiun belum memiliki titik-titik ikat (bench mark) yang berguna sebagai acuan dalam pembangunan. API Madiun juga belum memiliki grading plan (rencana pekerjaan tanah) yang dapat digunakan untuk melakukan estimasi volume dan biaya pekerjaan yang dibutuhkan untuk mencapai titik elevasi akhir yang diinginkan.

Penelitian mengenai penggunaan alat total station dan penggunaan Autocad Civil 3D dalam perencanaan grading merupakan salah satu kebutuhan di lokasi API Madiun yang sesuai dengan kurikulum pembelajaran serta selaras dengan keperluan pembangunan di masa mendatang.

1.2. Tujuan

Penelitian ini berusaha menjawab beberapa tujuan berikut:

- a. Menentukan Lokasi Titik Ikat (Bench Mark) untuk mempermudah proses pembangunan di API Madiun.
- b. Melakukan pengukuran detail situasi untuk membuat peta topografi wilayah API Madiun.
- c. Merencanakan grading (pembentukan muka tanah) untuk wilayah API Madiun.
- d. Menghitung volume galian dan timbunan yang dibutuhkan dalam mencapai elevasi akhir di API Madiun.
- e. Melakukan evaluasi terhadap penggunaan alat pengukuran dan penggambaran.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Benchmark

Benchmark/titik ikat adalah titik yang telah mempunyai koordinat tetap, dan direpresentasikan dalam bentuk monumen/patok di lapangan, benchmark (BM) atau titik kontrol geodesi ini merupakan titik acuan yang dipakai dalam melakukan pengukuran (survey) topografi atau kegiatan lainnya.

Menurut Basuki (2011) pemilihan lokasi untuk monumentasi harus representatif, yaitu mudah dicari, aman dari gangguan orang dan lalu lintas, mempunyai kapabilitas tinggi untuk pengukuran detail, pada kondisi tanah yang stabil, serta mudah dijangkau dan didirikan alat ukur di atasnya.

2.2. Total Station

Total station adalah alat ukur sudut dan jarak yang terintegrasi dalam satu unit alat. Total station juga sudah dilengkapi dengan processor sehingga bisa menghitung jarak datar, koordinat, dan beda tinggi secara langsung tanpa perlu menggunakan alat bantu perhitungan. Total Station juga merupakan salah satu instrumen elektronik

atau optik yang digunakan dalam survei modern.

Keutamaan alat ukur Total Station secara umum yaitu Tingkat ketelitian bacaan ukuran jarak berkisar antara 0,1 cm s.d. 0,01cm, jadi dapat dapat disimpulkan bahwa alat ini sudah cukup teliti. Kemampuan jarak ukur rata-rata 3.000 meter, bahkan Standar Prisma AP01AR X3 dengan Total Station Sokkia CX Series dapat mencapai 6000 m (Topcon Corporation, 2011). Data dari total station dapat langsung di download ke komputer dalam bentuk file titik maupun file gambar.

2.3. Poligon

Metode poligon adalah cara penentuan titik-titik kerangka dasar pemetaan horizontal dengan menggunakan banyak titik dimana titik satu dengan titik lainnya dihubungkan satu sama lain melalui pengukuran sudut dan jarak sehingga membentuk rangkaian titik-titik (poligon).

Metode polygon banyak digunakan dalam penentuan kerangka dasar pemetaan. Menurut Basuki (2011) metode polygon lebih disukai karena beberapa keunggulan seperti: bentuknya mudah disesuaikan dengan lahan yang ada, pengukurannya sederhana, peralatan pengukuran mudah didapat serta perhitungan yang relative mudah.

Dalam penggunaan metode polygon, perlu diperhatikan toleransi kesalahan yang didapat setelah hasil pengukuran. Kesalahan penutup sudut tidak boleh lebih dari $10''\sqrt{N}$, dengan N adalah jumlah titik poligon. Toleransi kesalahan penutup koordinat tidak boleh lebih dari $0,8\sqrt{D}$ meter, dengan semua sudut poligon sudah diratakan dan D adalah jumlah jarak sisi poligon.

2.4. Peta Topografi

Berdasarkan Basuki (2011) Peta Topografi adalah peta yang menggambarkan permukaan bumi lengkap dengan reliefnya.

Pengukuran topografi diperlukan untuk menentukan lokasi alam dan budaya manusia serta elevasi yang akan digunakan dalam pembuatan peta. Survei topografi (pengukuran situasi) suatu wilayah dapat dilakukan dengan cara tachimetri untuk mendapatkan detail lapangan. Detail lapangan tersebut dapat meliputi model kontur permukaan tanah, posisi bangunan, letak tanaman, batas-batas wilayah dan lain-lain.

Data-data yang diambil saat melakukan pengukuran pada dasarnya sama dengan pengukuran poligon karena memang alat yang digunakan sama dengan pengukuran polygon yaitu theodolite. Dalam melakukan pengukuran posisi alat ukur diletakkan di titik-titik polygon yang telah diketahui koordinatnya. Pada bagian ini, pengukuran tachimetri meliputi pengukuran posisi suatu titik dalam posisi horisontal (Sumbu X-Y) dan elevasi atau ketinggiannya (Z)

2.5. Grading Plan

Grading Plan menunjukkan bagaimana topografi suatu wilayah akan diubah untuk mengakomodasi desain bangunan. Pada grading plan akan terdapat kondisi ketinggian tanah awal dan ketinggian akhir perencanaan. Gradingplan juga menunjukkan ketinggian tanah akhir serta ketinggian bangunan lainnya. Muka tanah eksisting dapat ditampilkan dengan garis putus-putus, dan muka tanah akhir ditunjukkan dengan garis menerus.

Menurut Dewberry (2012) grading dari sebuah lahan melayani tiga tujuan dasar:

- a. Grading membentuk kembali permukaan tanah agar kompatibel dengan penggunaan lahan yang diinginkan. Elevasi relative dan gradien jalanan, bangunan, parkir, dan akses pejalan kaki / kendaraan harus saling kompatibel jika berfungsi sebagai sistem. Harus kompatibel juga dengan lahan yang ada di sekitarnya.

Ketidakcocokan pada lahan dapat menimbulkan pekerjaan tanah yang berlebihan, penggunaan dinding penahan tanah, dan masalah drainase, dapat meningkatkan biaya konstruksi.

- b. Grading menetapkan dan mengendalikan pola drainase. Agar hemat biaya, desain penilaian harus memungkinkan pengumpulan, pengangkut, dan penahanan aliran air yang efisien. Grading yang tepat mencegah basahnya ruang bawah tanah, ruang kerusakan pondasi, erosi lereng bukit, dan endapan air sungai.
- c. Grading membantu membentuk karakter dan estetika lingkungan. Desain lahan adalah unsur utama yang menentukan elemen pembangunan lainnya. Grading yang baik harus hemat biaya bagi, menarik bagi pengguna, dan responsif terhadap kelebihan dan batasan yang dimiliki oleh lahan. Dengan demikian dapat meningkatkan nilai properti dan berkontribusi terhadap kesuksesan dari proyek pengembangan lahan.

2.6. Volume Galian dan Timbunan

Perhitungan volume untuk galian dan timbunan dapat dilakukan dengan beberapa metode, seperti: menggunakan garis kontur, menggunakan metode dengan spot level, menggunakan penampang melintang tanah (cross section). Perhitungan volume untuk alignment jalan yang memanjang biasanya menggunakan metode cross section, sedangkan perhitungan volume untuk area yang luas biasanya menggunakan metode spot level.

Perhitungan volume pekerjaan tanah dapat dilakukan dengan rumus matematika sederhana untuk penampang yang bentuknya teratur, namun demikian untuk penampang yang tidak teratur dan dalam area yang lebar, diperlukan banyak penyederhanaan sedemikian rupa sehingga akurasi hasil perhitungan semakin berkurang. Penggunaan

software seperti surpac vision, autocad civil 3d menghasilkan selisih yang tidak terlalu signifikan (Supriyanto, 2015).

2.7. Autocad Civil 3D

Autocad Civil 3D adalah varian produk Autocad yang dikembangkan perusahaan Autodesk AutoCAD. AutoCAD Civil 3D dapat digunakan untuk pekerjaan survey, pemetaan, pembangunan jalan, pembangunan jalan rel, persiapan lahan, perhitungan jaringan perpipaan, perhitungan aliran permukaan, serta berbagai perhitungan keteknikan lainnya yang terkait dengan penggambaran teknik. Penggunaan software seperti surpac vision, autocad civil 3d menghasilkan selisih yang tidak terlalu signifikan (Supriyanto, 2015).

Autodesk menyediakan versi akademik untuk tenaga pengajar dan siswa yang bisa dipakai selama 2 tahun. Software dan aktivasi untuk produknya dapat didownload setelah melakukan registrasi pada website resmi Autodesk.

3 METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan sekunder. Data sekunder yang didapatkan adalah site plan lokasi penelitian serta titik benchmark di luar lokasi penelitian. Setelah data sekunder didapatkan, dilakukan survey lokasi, serta penentuan lokasi titik ikat (bench mark), yang ditandai dengan patok sementara. Setelah hasil didapatkan, patok sementara tersebut diganti patok permanent.

Pengumpulan data primer dilakukan melalui pengukuran pemetaan detail situasi di lokasi dengan menggunakan alat total station Sokkia CX 102. Data hasil survey ditransfer dan diolah dengan menggunakan software Sokkia link.

3.2 Metode Perencanaan Grading

Setelah data topografi diperoleh, pembuatan peta topografi dan perencanaan grading dilakukan dengan menggunakan software autocad Civil 3D *academic version* yang dapat membantu pembuatan peta topografi, serta mendesai dan menghitung galian dan timbunan dengan efektif dan efisien. Penentuan lokasi untuk grading dilakukan dengan memperhatikan tata guna lahan sesuai dengan data site plan dari master plan yang telah diperoleh.

4 HASIL DAN DISKUSI

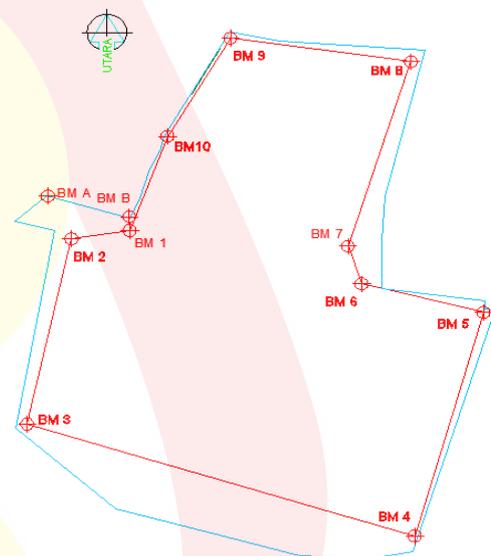
4.1 Penentuan Lokasi Benchmark (BM)

Penentuan lokasi benchmark dilakukan dengan beberapa tahap, 1) survey lokasi, 2) pemasangan patok sementara, 3) Pengukuran, 4) pemasangan patok permanen.

Survey pendahuluan terhadap lokasi kampus API Madiun dilakukan oleh peneliti dan tim surveyor dengan cara mengelilingi lokasi kampus API Madiun untuk memperoleh informasi mengenai lokasi pengukuran dan mendapatkan gambaran lokasi yang akan digunakan. Setelah survey lokasi, patok sementara dipasang sebagai bantuan pelaksanaan pengukuran polygon dengan spesifikasi patok kayu ukuran 5 cm x 7 cm dan tinggi 50 cm, dengan tinggi patok di atas tanah 10 cm, untuk menandai titik-titik yang telah dipilih.

Dari survey pendahuluan didapatkan sepuluh titik yang akan menjadi titik sementara dalam pengukuran polygon untuk menentukan benchmark di kampus API Madiun. Titik tersebut terletak di sebelah dalam kampus dengan jarak tertentu dari trotoar yang mengelilingi kampus API Madiun. Setiap titik dapat saling terlihat dan dapat secara efektif digunakan untuk melakukan pengukuran detail situasi.

Hasil pengukuran polygon menunjukkan bahwa terjadi selisih sebesar $dX = 0,74$; $dY = -0,23$; $dZ = 0,113$; dengan demikian kesalahan penutup jarak adalah 0,775; dengan total jarak hasil pengukuran adalah 1.734,641m. Toleransi yang lebih kecil daripada batas toleransi kesalahan penutup jarak poligon yaitu 1:2500 yang menunjukkan bahwa Poligon memiliki tingkat kesalahan 0.0004 yang dapat diterima sesuai standar. Kesalahan penutup sudut adalah $7.85''$ yang menunjukkan bahwa kesalahan dapat diterima dengan standar kesalahan penutup sudut tidak lebih dari $5''\sqrt{N}$ yaitu 15.81 detik.



Gambar 1 Hasil Pengukuran Poligon

4.2 Pengukuran Detail Situasi

Detail situasi diukur dengan menggunakan alat total stasion dengan menggunakan BM yang telah dipasang pada berbagai lokasi di API Madiun. Setiap BM yang saling dapat terlihat dari dua BM di dekatnya berfungsi sebagai acuan koordinat dan penentuan azimuth dari Total Station.

Pengukuran detail harus dilaksanakan dengan memperhatikan bangunan yang telah terbangun serta bidang lahan yang belum terbangun pada dokumen master plan yang dibatasi oleh area pagar keliling lokasi.

Pengukuran bangunan dilakukan dengan menaruh alat di titik sudut perubahan bangunan yang telah terbangun. Pengukuran jalan dilakukan dengan menaruh prisma Total Station di pinggir lokasi jalan, terutama untuk pojok-pojok yang mengalami perubahan seperti tikungan jalan, ujung jalan, dsb.

Pengukuran bidang tanah dilakukan terhadap tanah-tanah kosong yang masih ada di lokasi kampus dengan memperhatikan ketinggian dari muka tanah, apabila terdapat perbedaan tanah yang ekstrim, maka pengukuran detail tanah harus dilakukan dengan kerapatan yang lebih tinggi (jarak yang dekat). situasi dilakukan dengan menggunakan kodefikasi:

Tabel 1 Jumlah Titik Pengukuran

NO	KETERANGAN	KODE	JML
1	Trotoar	TRT	102
2	Tanah	TNH	303
3	Danah	DAN	61
4	Trotoar Danau	TRD	18
5	Bangunan	BGN	61
6	Jalan	JLN	59
7	Pagar	PGR	35
8	Lapangan	LAP	19
9	Jalan Rel	REL	21
10	Bench Mark	BM	15
	Jumlah		694

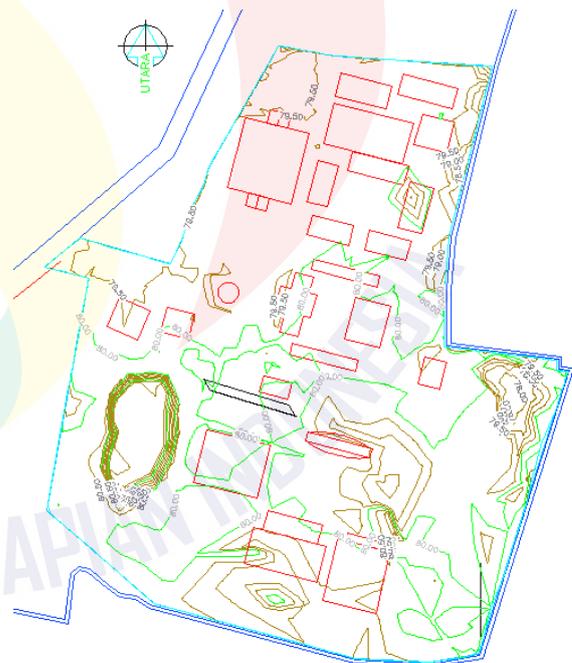
4.3 Penggambaran Peta Topografi

Penggambaran dilakukan dengan bantuan software Autocad Civil 3D. Autocad Civil 3D untuk akademik dapat diperoleh secara gratis bagi pelajar, taruna, mahasiswa dan dosen dengan mendaftarkan secara personal dan institusi melalui website autodesk. Petunjuk untuk mendapatkan software ini melalui halaman download dapat diakses dengan internet pada website: <https://knowledge.autodesk.com/search->

[result/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/How-to-Get-Student-Version.html](https://knowledge.autodesk.com/search-result/caas/sfdcarticles/sfdcarticles/How-to-Get-Student-Version.html).

Penggambaran garis kontur pada Autocad Civil 3D menggunakan metode Triangular Irregular Network (TIN) dengan menghubungkan suatu point dengan setidaknya dua point lain yang terdekat, sehingga membentuk jaring laba-laba yang terdiri dari aneka bentuk segitiga yang tak beraturan (irregular). Setiap titik pada daerah yang dilingkupi oleh segitiga itu dapat diketahui ketinggiannya dengan interpolasi oleh program. Jaring-jaring yang dibuat dalam bentuk 3 dimensi, yaitu memperhatikan jarak dari sumbu x, y dan z. Jika dilakukan secara manual, maka kegiatan ini akan menghabiskan banyak energi dan sumber daya.

Wilayah API Madiun yang kondisi topografinya relatif datar digunakan interval kontur dan indeks kontur sebagai berikut: Rumus untuk interval kontur adalah $CI = 1:2000 \times (\text{Penyebut Skala})$. Jika Skala 1:1000 maka interval kontur adalah 0.5 m. Hasil penggambaran permukaan tanah di API Madiun adalah sebagai berikut:



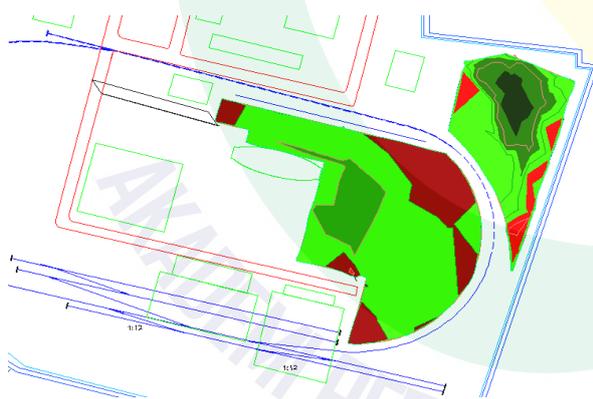
Gambar 2 Hasil Peta Topografi

4.4 Grading Plan

Salah satu tujuan dasar pekerjaan grading untuk membentuk kembali permukaan tanah agar kompatibel dengan penggunaan lahan yang diinginkan (Dewberry, 2012). Perlu dilaksanakan pekerjaan grading pada lahan API Madiun yang masih kosong dan saat ini berupa semak belukar untuk dapat dimanfaatkan sesuai dengan pembangunan di masa mendatang.

Pada lahan yang akan dibangun menjadi gedung laboratorium dan bagian belakang Poliklinik memiliki bentuk tanah cekungan yang selama musim penghujan menjadi genangan air sehingga tidak dapat dilewati dan tidak dapat dimanfaatkan untuk kepentingan lainnya. Implementasi desain sesuai master plan dan untuk pemanfaatan lahan lebih lanjut pada area ini dapat dilakukan setelah perataan tanah sampai batas elevasi tertentu.

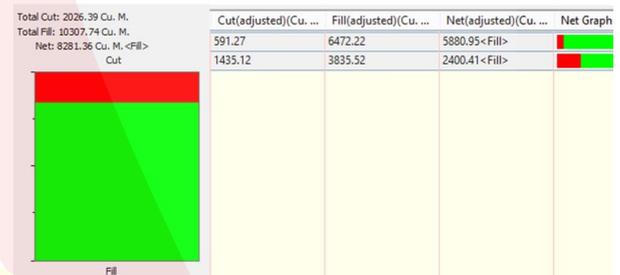
Hasil perencanaan grading dapat ditampilkan dengan pembuatan gradasi warna yang menunjukkan kedalaman lahan yang perlu ditimbun, warna yang semakin gelap menunjukkan lahan yang harus ditimbun dengan lebih dalam.



Gambar 3 Perencanaan Grading

Perhitungan volume pekerjaan tanah dapat dilakukan dengan rumus matematika sederhana untuk penampang yang bentuknya teratur, namun demikian untuk penampang

yang tidak teratur dan dalam area yang lebar, diperlukan banyak penyederhanaan sedemikian rupa sehingga akurasi hasil perhitungan semakin berkurang. Penggunaan software seperti surpac vision, autocad civil 3d menghasilkan selisih yang tidak terlalu signifikan (Supriyanto, 2015).



Gambar 4 Hasil Perhitungan Volume

Tabel hasil perhitungan volume dilengkapi dengan grafik yang menunjukkan banyaknya galian dan timbunan yang dibutuhkan. Pada hasil perhitungan ini diperoleh volume galian adalah 591.27 m³ untuk area pertama dengan volume timbunan adalah 6472.22 m³ dan untuk area kedua volume galian adalah 1435.12 m³ dan dan area timbunan adalah 3835.52 m³.

Hasil ini menunjukkan bahwa volume galian dan timbunan tidak seimbang, sehingga perlu didatangkan tanah timbunan untuk dapat membentuk lahan sampai dengan elevasi yang diinginkan. Dalam perencanaan volume tersebut dapat diseimbangkan dengan membuat seting selisih galian dan timbunan menjadi nol, namun hal ini tidak dapat diterapkan dalam perhitungan grading kampus API Madiun karena ketinggian yang diharapkan sudah disetting sedemikian rupa untuk memenuhi kebutuhan pemanfaatan lahan di masa mendatang.

4.5 Pembahasan

Pengukuran topografi pada penelitian ini dilaksanakan oleh tim yang baru pertama kali melaksanakan kegiatan survey (pengukuran), tim tersebut dibekali dengan pengetahuan

melalui kuliah di kelas dan keterampilan melalui praktek di lapangan selama dua hari. Materi yang diberikan pada pelatihan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Pengukuran dalam ilmu ukur tanah
- b. Pematokan (benchmark)
- c. Pengenakan peralatan pengukuran
- d. Pengenalan total station
- e. Praktek penggunaan total station
- f. Praktek pengukuran benchmark dan pengukuran detail situasi

Setelah kegiatan di kelas selama satu hari, peserta pelatihan melaksanakan praktek. Dalam pelaksanaan praktek tersebut, peserta mendapat briefing mengenai kegiatan yang perlu dilaksanakan dengan disertai petunjuk operasional langkah-langkah pengerjaan pengukuran.

Ada beberapa kekurangan yang patut mendapat perhatian dan menjadi evaluasi melalui hasil pengamatan pelaksanaan survey, antara lain:

- a. Kesalahan dalam input koordinat berdirinya alat dan koordinat backsight. Input koordinat dapat dilakukan secara manual dengan memasukkan data koordinat yang sudah ada dan dapat pula dilakukan dengan memanggil koordinat yang telah direkam oleh alat. Terjadi dua kasus kesalahan ini, sehingga perlu melakukan pengukuran ulang.
- b. Kesalahan dalam menginput deskripsi titik pengukuran, sebelum pengukuran dilaksanakan surveyor telah dibekali dengan titik penting yang perlu diukur dan deskripsi yang perlu dimasukkan dalam alat, seperti bangunan, jalan, rel, trotoar, tanah, dsb. Seringkali peserta secara otomatis memasukkan deskripsi dari titik sebelumnya, hal ini terjadi misalnya saat peralihan dari pengukuran bangunan ke jalan.
- c. Kesalahan dalam melakukan centring agar nivo tabung tepat berada di tengah-tengah, sehingga sumbu vertikal tegak lurus dengan sumbu

horizontal, apabila terjadi kesalahan ini, maka alat tidak dapat digunakan untuk mencari koordinat, dan hasil koordinat akan memiliki error yang besar sehingga tidak relevan dengan koordinat di lapangan.

- d. Kesalahan dalam mengukur titik-titik detail topografi, daerah yang memiliki selisih ketinggian yang besar harus diukur dengan lebih rapat antara titik yang berbeda tingginya.
- e. Kesalahan untuk tidak menggambar sketsa di lapangan, berikut nomor-nomor titik yang penting. Sketsa ini diperlukan untuk pengolahan data.

Ketelitian pengukuran topografi tidak dibandingkan antara hasil pengukuran menggunakan peralatan total station dengan koordinat sebenarnya, untuk membandingkan hasil tersebut perlu dilaksanakan beberapa kali pengukuran terhadap koordinat dan dianalisis menggunakan alat uji statistik. Berdasarkan hasil penelitian Pamelang (2014), total station memiliki akurasi lebih tinggi daripada teodolit, dengan rata-rata kesalahan koordinat yang dihasilkan dari total station 0,001 lebih kecil dari rerata kesalahan dengan menggunakan teodolit (0,014).

4.6.2 Penggunaan Software Sebagai Alat Bantu Penggambaran

Software Autocad Civil 3D merupakan alat bantu penggambaran teknik yang sangat bermanfaat. Menurut situs Payscale (2017) Autocad Civil 3D adalah salah satu skills yang umum dimiliki oleh seorang sarjana teknik sipil, selain Autocad standar dan software perencanaan lainnya. Sebagai perbandingan, seorang drafter di US digaji dengan rata-rata 45.075 US Dolar setahun, sementara seorang civil engineer yang menguasai software Autocad Civil 3D memiliki rata-rata penghasilan 63.148 US Dolar setahun, hal ini berarti gaji seorang engineer yang dapat mengoperasikan dan menganalisis desain dengan Civil 3D 40

persen lebih besar daripada yang menggunakan Autocad standar.

Bagi calon lulusan diploma Teknik Bangunan dan Jalur Perkeretaapian (TBJP) API Madiun software ini dapat digunakan untuk menggambar rencana trase jalan rel, menggambar peta topografi, menggambar rencana jalan rel, serta melakukan perencanaan volume galian dan timbunan untuk berbagai pekerjaan tanah lainnya, termasuk pembuatan drainase, pekerjaan tanah untuk pembangunan stasiun serta terowongan.

Penggambaran secara digital juga direkomendasikan oleh Pedoman Pengukuran Kementerian PU (2014) yang dapat meningkatkan ketelitian hasil penggambaran topografi maupun meningkatkan kualitas hasil dan efisiensi waktu dalam pembuatan desain geometric dan bangunan pelengkap lainnya.

Menurut Albotz (2017), modul untuk pelatihan Autocad Civil 3D perlu didesain untuk mencapai tujuan yang diharapkan, yang perlu ditekankan adalah fitur otomatis perangkat lunak untuk mendesain dengan lebih cepat seperti membuat peta topografi dari data hasil survey, menggunakan fitur *assembly* untuk membuat penampang melintang dan menghitung pekerjaan tanah. Sejalan dengan hal tersebut, dalam pemberian materi gambar teknik, Autocad Civil 3D diberikan dengan empat pertemuan sebagai berikut:

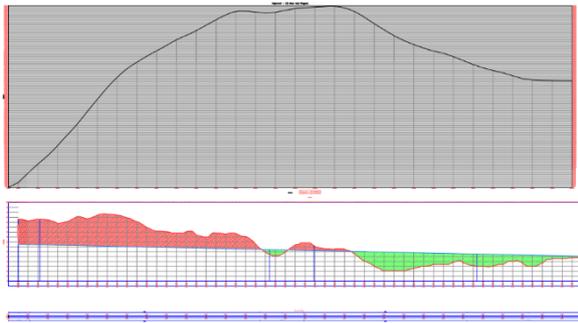
- a. Pengenalan dan Penggambaran kontur
- b. Penggambaran jalan rel
- c. Praktek tugas menggambar
- d. Presentasi karya tugas gambar

Hasil evaluasi terhadap tugas yang dilaksanakan oleh taruna, ada beberapa jenis kesalahan yang sering dilakukan, antara lain:

- a. Kesalahan dalam menggunakan template gambar, Autocad Civil 3D menggunakan 2 template, untuk wilayah Indonesia yang ukuran gambar

menggunakan meter, pengerjaan gambar menggunakan Civil 3D harus menggunakan template Metric, kesalahan dalam menggunakan template dapat berdampak pada hasil analisis dan keterangan gambar, karena standar-standar gambar desain telah dibuat terpisah untuk masing-masing template.

- b. Kesalahan dalam penggunaan Units. Units atau satuan penggambaran adalah hal penting dalam menggambar, standard ISO memiliki unit mm. Hal ini saat akan menginsert block atau gambar eksternal, AutoCAD akan secara otomatis menyesuaikan skalanya secara proporsional.
- c. Kesalahan dalam menggunakan layer. Layer adalah lapisan-lapisan yang sangat penting digunakan untuk mengelompokkan gambar ke dalam berbagai kriteria dengan berbagai jenis tebal garis, warna serta jenis (style) garis yang digunakan sehingga dapat digunakan untuk memisahkan berbagai gambar. Banyak dari peserta didik yang hanya menggunakan layer dasar: layer 0.
- d. Kesalahan dalam mencetak gambar, biasanya gambar dibuat di tab model dalam autocad dan print gambar melalui layout. Jika gambar semakin kompleks, kita dapat mengoptimalkan layout agar tidak perlu menggambar berkali-kali untuk menampilkan satu area, kita juga dapat menggunakan berbagai viewport dan dapat menunjukkan gambar detail.
- e. Kesalahan dalam ukuran teks dan dimensi, menurut Venkatta (2008) ukuran standar teks dan dimensi yang standar dalam penggambaran teknik dalam millimeter adalah 3.5, 5, 7 atau 10 mm untuk judul gambar yang diukur dari hasil cetak pada kertas gambar. Kesalahan pengaturan ukuran teks dan dimensi membuat gambar tidak sesuai dengan kaidah teknik yang ada sehingga tidak dapat dibaca dengan jelas.



Gambar 5 Contoh Evaluasi Gambar

- f. Kesalahan dalam memasukkan gambar eksternal ke dalam software autocad, logo pada autocad dapat dicopy secara mudah, namun jika tidak mengkopi melalui metode yang benar, gambar tidak akan dapat ditemukan apabila file cad dicopy atau dipindahkan dari lokasi penggambarannya.

Hasil gambar teknik merupakan seperangkat gambar yang memiliki standar agar dapat dibaca baik gambar yang ada maupun symbol dan teks yang terdapat pada gambar oleh banyak pihak, misalnya pemilik proyek, konsultan, kontraktor, serta pelaksana lapangan. Gambar yang dibuat harus dapat dipahami oleh pembaca gambar.

Dalam menggunakan AutoCAD, terutama Autocad Civil 3D sebagai media untuk membantu penggambaran harus diperhatikan berbagai kesalahan yang sering dilakukan oleh peserta didik, sehingga dapat diantisipasi dengan memberikan penekanan lebih pada materi-materi yang terkait dengan penggambaran tersebut. Materi Autocad Civil 3D perlu menjadi bagian dari pembelajaran gambar teknik, terutama untuk Program Studi Teknik Bangunan dan Jalur Perkeretaapian.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

- Wilayah API Madiun dapat diukur dengan menggunakan jaringan polygon yang terdiri dari 10 Benchmark (BM) yang dapat bermanfaat dalam berbagai kepentingan pembangunan dan pembelajaran Program Studi Teknik Jalur dan Bangunan Perkeretaapian.
- Hasil peta kontur dari hasil pengukuran topografi menunjukkan bahwa seluruh wilayah API Madiun relatif datar dengan rata-rata kemiringan (grade/slope) adalah 3,34% dengan selisih elevasi terendah dan tertinggi sebesar 5,132m.
- Hasil perencanaan grading menunjukkan ada dua lokasi utama yang memerlukan kegiatan penimbunan tanah untuk mencapai elevasi yang diinginkan.
- Hasil perhitungan ini dengan bantuan software memperoleh volume galian area pertama adalah $591,27\text{m}^3$ dengan volume timbunan adalah $6.472,22\text{m}^3$ dan untuk area kedua volume galian adalah $1.435,12\text{m}^3$ dengan timbunan $3.835,52\text{m}^3$.
- Pelaksanaan kegiatan pengukuran dengan menggunakan total station dapat meningkatkan akurasi karena mengurangi kesalahan yang disebabkan faktor manusia seperti pembacaan sudut, jarak, pencatatan, dsb namun demikian kesalahan operasinonal masih mungkin terjadi karena surveyor yang belum berpengalaman.
- Autocad Civil 3D sebagai alat bantu untuk melaksanakan penggambaran Teknik sipil sangat bermanfaat sebagai tambahan kompetensi hardskill yang sebaiknya dikuasai oleh lulusan API Madiun.

5.2 Saran

Beberapa saran yang terkait dengan hasil temuan pada penelitian ini antara lain:

- a. Pengukuran untuk menghasilkan detail topografi harus memperhatikan muka tanah yang relatif curam agar pengambilan data lebih detail pada area tersebut.
- b. Perencanaan grading plan suatu lahan mengikuti master plan yang ada, sehingga master plan perlu disusun secara komprehensif. .
- c. Untuk penelitian selanjutnya mengenai galian dan timbunan, perlu diteliti lebih lanjut mengenai keadaan tanah di lapangan untuk menentukan koefisien tanah dan metode pelaksanaan serta rencana anggaran biaya pekerjaan tanah.
- d. Surveyor masih melakukan beberapa tipe kesalahan operasional sehingga memerlukan tambahan waktu pelaksanaan praktek untuk meningkatkan pengalaman.
- e. Autocad Civil 3D sebagai alat bantu penggambaran teknik terutama yang terkait dengan pekerjaan tanah, jalan rel, dan konstruksi lainnya perlu diterapkan menjadi bagian dari

kurikulum dan silabus pembelajaran untuk meningkatkan kompetensi calon lulusan teknik bangunan dan jalur perkeretaapian.

6 DAFTAR PUSTAKA

- Albortz, Nakisha and Das, Gautham. 2017. Training Civil Engineering Faculty on the Use of Autocad Civil 3D. Available on line: <http://egr.uri.edu/wp-uploads/asee2016/49-972-1-DR.pdf>
- Basuki, Slamet. 2011. Ilmu Ukur Tanah. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Topcon Corporation. 2011. Sokkia CX Series Operations Manual. Topcon Corporation, Japan.
- Yuwono D, Bambang dan Hani'ah. 2007. Teknologi Pemetaan Digital untuk Pengembangan Kawasan Pemukiman Perumahan. TEKNIK-Vol. 28 No.1 Tahun 2007.
- Supriyanto, Edi. 2015. "Autocad Civil 3D Earthwork Volumes" Ebook. 2015.