

PERAWATAN ALAT UKUR TANAH DIGITAL

Sunar Rochmadi

Staf Pengajar Fakultas Teknik UNY

ABSTRACT

This research aims to gather information of the maintenance methods for digital surveying instruments to be ready-to-use condition. The instrument maintenance consists of maintenance in the laboratories including maintenance of storing and borrowed and returned checking, and maintenance in the fields including maintenance of storing in camp, transporting, and using.

This research applies descriptive-qualitative approach. The chosen research subjects are five surveying laboratory managers and technicians, and five senior surveyors, in Yogyakarta City and surroundings. The data are collected by in-depth interviews, participatory observations, and document analyses. The data are analysed by categorization, data reduction, data display, and verification processes. To achieve credibility of the research results, data triangulation is conducted, for both data sources and data collection methods.

The research results show that the maintenance method in instrument storing, both in the laboratories and in the fields, mainly preventing humidity triggering fungi growth and keeping instrument security. The maintenance method in instrument borrowed and returned checking is by examining instrument condition and limited lending for trusted persons. The maintenance method in instrument transporting is mainly by keeping instrument against security disturbance and physical disturbance such as collision and shock. The maintenance method in instrument using is by procedural using according to the instruction manual, protecting instrument against rain and direct sun light, keeping instrument tidiness, and treating instrument with gentle movement.

Keywords : surveying instrument maintenance, digital surveying instrument

PENDAHULUAN

Pekerjaan pengukuran dan pemetaan lahan adalah masukan awal bagi para perencana dan profesi lain, seperti : arsitektur, teknik sipil dan planologi. Oleh karena itu kehandalan hasil pengukuran dan pemetaan memegang peranan yang sangat besar. Pekerjaan pengukuran dan pemetaan lahan dilakukan dengan menggunakan alat ukur tanah, yang dapat berupa alat optis atau elektronis. Perkembangan teknologi alat ukur tanah cenderung makin bersifat elektronis atau digital (Pratt, 1993). Jenis-jenis alat ukur tanah digital meliputi : alat ukur jarak elektronis

atau *Electronic Distance Measurement* (EDM), *Electronic Total Station* (ETS), theodolit digital dan waterpas digital. Alat ukur tanah digital mempunyai manfaat antara lain: pengoperasian lebih cepat dan kekeliruan manusia (*human error*) lebih kecil, misalnya: salah memperkirakan dan salah baca.

Di samping mempunyai kelebihan seperti yang diuraikan di atas, pada alat ukur tanah digital terdapat kendala sehubungan dengan lebih kompleksnya peralatan digital. Pada alat ukur optis, seperti theodolit dan waterpas, hanya mengandung komponen mekanis dan optis. Alat

ukur tanah digital, selain mempunyai komponen mekanis dan optis, juga mengandung komponen elektronis. Oleh karena itu perawatan alat ukur tanah digital juga lebih kompleks.

Perawatan alat ukur tanah digital meliputi penyimpanan di laboratorium dan di kamp (lapangan), serta perawatan pada pemakaian seperti: pemasangan, penyetelan dan pengangkutan. Perawatan di laboratorium dilakukan oleh para teknisi laboratorium, sedangkan perawatan di lapangan dilakukan oleh para surveyor atau juru ukur tanah.

Mengingat begitu besarnya peranan perawatan alat ukur tanah digital dalam perolehan data ukur yang akurat, maka perlu ada gambaran tentang cara perawatan alat ukur tanah digital. Memang untuk setiap alat yang diproduksi, pabrik pembuatnya selalu menerbitkan buku petunjuk atau *instruction manual*. Akan tetapi kebanyakan isinya terlalu umum dan hanya terfokus pada cara pemakaian.

Masalah yang diteliti dirumuskan dengan "Bagaimana cara perawatan alat ukur tanah digital sehingga tetap dipakai". Dalam penelitian ini, perawatan alat ukur tanah digital di laboratorium oleh para teknisi atau pengelola, maupun perawatan di lapangan oleh para surveyor, yang diteliti dibatasi di wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang cara perawatan alat ukur tanah digital sehingga tetap siap dipakai. Informasi dikumpulkan dari para subjek penelitian, yaitu teknisi atau pengelola laboratorium ukur tanah dan surveyor di lapangan, yang berlokasi di wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Informasi tersebut kemudian disusun dalam bentuk deskripsi yang berisi uraian cara perawatan alat ukur tanah digital.

Untuk menjawab pertanyaan "Bagaimanakah cara perawatan alat ukur tanah digital sehingga tetap siap dipakai?", beberapa pertanyaan berikut dijadikan acuan untuk fokus penelitian ini, yaitu: (1) Bagaimanakah cara penyimpanan alat ukur tanah digital di laboratorium? (2) Bagaimanakah cara pengecekan alat ukur tanah digital di laboratorium? (3) Bagaimanakah cara penyimpanan alat ukur tanah digital di kamp (lapangan)? (4) Bagaimanakah cara pengangkutan alat ukur tanah digital? (5) Bagaimanakah cara pemakaian alat ukur tanah digital?

Kajian Pustaka

Dalam berbagai pustaka tentang alat ukur tanah, perawatan alat ukur tanah digital tidak diuraikan secara khusus. Uraian biasanya bersifat umum, meliputi alat ukur dengan sistem mekanis saja, sistem mekanis dan optis, atau sistem mekanis, optis dan elektronis. Pada buku petunjuk alat ukur tanah digital yang disusun oleh pabrik pembuatnya, perawatan alat yang diuraikan biasanya sebagian besar berisi petunjuk tentang cara pemakaian dan sedikit tentang cara pengangkutan, sedangkan cara penyimpanan tidak dijelaskan sama sekali (Topcon, tanpa tahun).

Perawatan alat ukur tanah harus mengikuti saran atau arahan dari pabrik pembuatnya, termasuk perawatan periodik oleh ahli reparasi alat ukur yang ditunjuk (Roberts, 1995). Tentang penyimpanan alat, Deumlich (1982) menguraikan sebagai berikut: (1) Alat disimpan dalam kotak, ruang harus bebas debu dan tanpa perubahan suhu yang besar. (2) Di daerah beriklim basah, alat harus dikeluarkan dari kotak, sehingga ada sirkulasi udara di sekitarnya. (3) Alat perlu diperiksa dan dicek sebelum keluar dari laboratorium, termasuk alat-alat bantu yang ada dalam kotak alat yang bersangkutan.

Penyimpanan di lapangan harus di bangunan permanen. Untuk menyimpan alat ukur yang harganya mahal, rumah semi permanen di lokasi proyek belum cukup aman dari gangguan fisik seperti suhu dan kelembaban, serta pencurian (Roberts, 1995). Dalam penyimpanan setelah pengukuran, Deumlich (1982) menguraikan: (1) Sebelum dimasukkan kotak semua klem dikendorkan, setelah masuk kotak dengan posisi yang pas, klem dikencangkan. (2) Bila basah atau berembun, kotak dibuka hingga kering, menghilangkan kelembaban dapat dilakukan dengan Silica-gel.

Menurut hasil penelitian Abdurrochman dan Rochmadi (1991), dari segi keamanan, perawatan alat yaitu: (1) Di *base camp*, kesiapan alat dicek pada waktu berangkat dan pulang. (2) Pengangkutan alat pada lintasan yang berbahaya, misalnya: menyeberangi sungai, jalan licin dan naik atau turun tebing, diawasi dengan lebih ketat. (3) Alat ukur utama, misalnya: ETS, EDM, theodolit, waterpas dan prisma reflektor, selalu dibawa pulang ke *base camp*, sedangkan alat-alat bantu atau kelengkapan, seperti: statif dan rambu ukur, dapat dititipkan di dekat lokasi pengukuran, karena jauh lebih murah harganya, lebih berat dan lebih panjang atau lebih besar dan tidak rawan.

Dalam pengangkutan alat, Deumlich (1982) menguraikan: (1) Sebelum diangkat, alat perlu dicek apakah semua klem sudah mengunci, kemudian ditutup dan kotak alat dikunci. (2) Dalam pengangkutan harus dihindari gerakan kasar, guncangan harus diredam, misalnya dengan alas yang lembut, dipangku dan alat berdiri tegak. (3) Dalam pengangkutan yang lebih jauh, baik perjalanan darat, laut atau udara, kotak dengan alat di dalamnya dimasukkan ke dalam "*padded crate*", dan kotak luar tersebut

harus tetap tegak. (3) Alat harus dilindungi dari resiko jatuh, guncangan dan getaran keras. (4) Dalam pengangkutan jarak dekat, misalnya antar titik pengamatan, alat dapat tetap berada pada statif, perlu dicek apakah semua klem telah terkunci dan alat tetap pada posisi tegak, dengan dua tangan memegang dua kaki statif, satu kaki yang lain menggantung di pundak.

Pada buku petunjuk (*instruction manual*) Topcon (tanpa tahun) dijelaskan petunjuk pengangkutan alat sebagai berikut: (1) Jaga alat dari guncangan dan benturan, beri bantalan untuk meredam atau mencegah guncangan atau getaran, karena guncangan yang keras akan merusak alat. (2) Angkat alat selalu dengan pegangannya, jangan pada teropongnya karena dapat merusak atau menurunkan keakuratan alat. (3) Hindari perubahan suhu yang mendadak, karena perubahan suhu yang tiba-tiba dapat mengurangi ketelitian. Perubahan suhu yang mendadak misalnya terjadi saat alat baru saja dikeluarkan dari mobil dengan pendingin.

Roberts (1995) menguraikan cara perawatan alat ukur tanah di lapangan sebagai berikut: (1) Alat perlu dicek secara periodik, minimal setiap dua minggu. (2) Dalam pemakaian di lapangan alat ukur tidak boleh ditinggal begitu saja, tetapi harus tetap dijaga untuk menghindari gangguan fisik atau pencurian.

Deumlich (1982) menekankan perlunya mengikuti petunjuk atau prosedur kerja yang ditentukan oleh produsen alat, terutama untuk alat elektronis. Dalam persiapan pemakaian, Deumlich (1982) menguraikan: (1) Di lokasi, tanda atau bendera peringatan didirikan. (2) Prosedur keselamatan kerja perlu diikuti. (3) Statif harus stabil, tertancap mantap. (4) Saat membuka alat dari kotaknya, posisi alat harus diperhatikan untuk memudahkan

pemasukan kembali. (5) Sebelum diangkat dari kotak, semua klem dikendorkan. (6) Pengangkatan alat sesuai prosedur standar. (7) Saat pemasangan pada statif, alat tetap dipegang sebelum klem statif terkunci. Selanjutnya Deumlich (1982) menguraikan: (1) Pada awal pemakaian, alat dites dan bila perlu disetel sesuai prosedur tes. Tes diulang pada akhir pemakaian atau sesudah lama tak dipakai, atau sesudah pengangkutan yang jauh. (2). Penyetelan hanya bila betul-betul perlu dan harus sesuai prosedur. (3) Dalam mengeraskan sekrup penyetel, harus menghindari hentakan. (4) Alat dilindungi dari sinar matahari langsung dan hujan dengan payung. (5) Bila hujan, alat ditutup, tetesan air dibersihkan. Bagian optis (lensa dan sebagainya) tidak boleh tersentuh tangan, debu dibersihkan dengan kain halus atau kapas. (6) Sebelum pengukuran, teropong diputar menurut kedua sumbu (horisontal dan vertikal) agar pelumasan merata. (7) Benturan atau guncangan harus dihindari. (8) Klem diputar dengan gerakan lembut.

Dari penelitian Abdurrochman dan Rochmadi (1991) disebutkan bahwa perawatan dalam pemakaian berbagai alat ukur tanah, tidak hanya yang digital, meliputi menjaga kebersihan dan keawetan alat. Menjaga kebersihan alat meliputi: (1) Alat setiap hari dibersihkan, terutama kaca atau lensanya, dengan kain pembersih. (2) Alat dibersihkan sewaktu tampak kotor. (3) Agar keringat tidak mengotori alat ukur, surveyor membawa handuk kecil untuk mengusap keringat dan bila perlu kaus tangan. Sedangkan menjaga keawetan, meliputi : (1) Saat EDM tidak dipakai, baterai dimatikan. (2) Sekrup dan klem diputar dengan gerakan halus penuh perasaan. (3) Alat-alat yang lebih mahal, misalnya : ETS dan EDM, diperlakukan dengan lebih hati-hati. (4) Sebelum alat

dimasukkan kotak, sekrup penyetel dikembalikan ke posisi normal. (5) Pada pengangkutan antar titik pengamatan, ETS dan EDM dimasukkan kotak karena cukup berat dan mahal, sedangkan waterpas diangkat dengan statifnya, karena relatif ringan dan perpindahan antar titik dekat.

Pada buku petunjuk (*instruction manual*) cara perawatan pada pemakaian alat merupakan salah satu dari dua kategori perawatan, di samping cara perawatan pada pengangkutan. Pada Topcon (tanpa tahun), pedoman perawatan berfokus pada pemakaian dan sedikit tentang pengangkutan alat, sedangkan pada penyimpanan alat tidak disebut-sebut sama sekali. Pedoman perawatan pada pemakaian meliputi: (1) Cegah suhu terlalu tinggi. (2) Hindari membenamnya alat ke dalam air, meskipun alat dirancang tahan terhadap hujan (*waterproof*). (3) Gunakan statif kayu, karena statif aluminium rentan terhadap getaran sehingga mengurangi ketelitian. (4) Sekrup penyetel tribrach perlu sering dicek, begitu pula sekrup dan klem statif, setelah pemakaian yang lama, untuk meyakinkan apakah masih bekerja dengan baik. (5) Sebelum dipakai, kondisi baterai selalu dicek. (6) Bersihkan alat setelah pemakaian. (7) Bila alat ada kelainan, jangan dibongkar atau dilumasi sendiri, tetapi selalu konsultasi ke Topcon atau agennya. (8) Keluarkan alat dari kotak dengan posisi kotak horisontal. (9) Masukkan alat ke dalam kotak dengan posisi yang tepat, yaitu posisi seperti saat membuka kotak yang pertama, misalnya : teropong pada posisi vertikal.

Untuk mencegah suhu yang terlalu tinggi karena pemanasan oleh sinar matahari: (1) Hindari bidikan matahari secara langsung karena dapat mengakibatkan kerusakan lensa objektif serta bagian dalam alat maupun pada mata pengamat, dengan memakai filter sinar

matahari. (2) Hindari suhu yang terlalu tinggi (50°C) dalam waktu lama, karena akan merusak alat termasuk bagian dalamnya, sehingga mengurangi keawetan alat, karena apabila alat tanpa perlindungan, suhu bagian dalam alat dapat dengan mudah mencapai 70°C atau lebih. (3) Untuk pengukuran dengan presisi tinggi, alat dan statif dilindungi dari sinar matahari langsung.

Untuk membersihkan alat setelah pemakaian: (1) Bersihkan debu dengan sikat pembersih kemudian dilap dengan kain pembersih. (2) Bersihkan permukaan lensa menggunakan sikat pembersih untuk menghilangkan debu, kemudian gunakan kain kapas bersih yang lembut, basahi dengan alkohol untuk melap dengan lembut dengan gerakan memutar dari tengah ke tepi. (3) Bersihkan debu pada kotak, jangan gunakan thinner atau bensin, tetapi gunakan kain bersih dibasahi dengan deterjen.

METODE PENELITIAN

Penelitian dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Penentuan subjek penelitian, yaitu para teknisi laboratorium ukur tanah dan para surveyor senior, dilakukan dengan seleksi melalui informan utama (*key informan*). Selama ini dikenal dua kota utama tempat pendidikan surveyor di Indonesia, yaitu Bandung dan Yogyakarta, selain kota-kota lainnya yaitu Jakarta, Bogor dan Malang (Marpaung, 1991). Lembaga penyelenggara pendidikan surveyor tersebut di antaranya memiliki laboratorium dengan berbagai alat ukur tanah digital. Domisili subjek penelitian dibatasi di wilayah Kota Yogyakarta dan sekitarnya, begitu pula para informan utamanya. Sebagai informan utama adalah para pengelola dan teknisi laboratorium ukur tanah di tiga perguruan

tinggi dan dua instansi pemerintah, serta para surveyor senior (lima orang) yang peneliti kenal, terutama yang pernah menjadi subjek penelitian sebelumnya dengan judul "Profil Surveyor (Juru Ukur Tanah) yang Baik" (Abdurrochman dan Rochmadi, 1991) dan "Profil Surveyor Lepas yang Berkualitas" (Rochmadi, 1998). Para pengelola dan teknisi laboratorium ukur tanah dipilih sebagai subjek dalam perawatan alat di laboratorium, dan para surveyor senior sebagai subjek dalam perawatan alat di lapangan. Alat ukur tanah digital dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu : (1) Yang digital pembacaannya saja, misalnya: theodolit digital, pembacaan sudut pada ETS. (2) Yang digital pembacaan dan pengukurannya, misalnya: EDM mengukur jarak secara digital, ETS pada pengukuran jaraknya.

Pendekatan terhadap subjek penelitian dilakukan melalui para informan utama tersebut di atas. Dari para informan utama tersebut, kemudian dilacak tentang keberadaan alat ukur tanah digital dan masih siap untuk dipakai. Kemudian dicari informasi tentang cara perawatan alat ukur tersebut, yang meliputi aspek-aspek: penyimpanan, pengecekan, pengangkutan dan pemakaian.

Data penelitian dikumpulkan dengan menggunakan teknik-teknik: (1) Wawancara secara mendalam terhadap subjek penelitian maupun para informan utama, di laboratorium, di lapangan maupun di rumah. (2) Pengamatan dengan berpartisipasi, pada saat teknisi, pengelola, dosen atau asisten bekerja di laboratorium, serta pada saat surveyor bekerja di lapangan. (3) Dokumentasi atau analisis dokumen, terutama terhadap usia alat ukur tanah digital, cara penyimpanan, frekuensi pemakaian serta riwayat kerusakan, servis dan reparasi.

Data yang terkumpul langsung dianalisis dengan proses reduksi data, display data, selanjutnya dilakukan verifikasi untuk menarik kesimpulan. Pengkodean atau ketegorisasi secara sistematis terhadap data yang terkumpul dilakukan untuk mempermudah analisisnya. Kategorisasi yang dilakukan adalah mengelompokkan data ke dalam lima kategori cara perawatan alat berikut, yaitu: (1) Perawatan pada penyimpanan di laboratorium. (2) Perawatan pada pengecekan di laboratorium. (3) Perawatan pada penyimpanan di kamp (lapangan). (4) Perawatan pada pengangkutan. (5) Perawatan pada pemakaian.

Untuk mencapai kredibilitas hasil penelitian dilakukan triangulasi, baik terhadap sumber data maupun metode pengumpulannya. Triangulasi terhadap sumber data dilakukan, yaitu selain teknisi laboratorium dan surveyor sebagai sumber data, juga dicek kebenarannya pada para informan utama tersebut di atas. Selain itu, ketiga teknik pengumpulan data tersebut kebenarannya saling dicek satu dengan yang lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perawatan alat ukur tanah digital dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu perawatan di laboratorium dan perawatan di lapangan. Perawatan di laboratorium terdiri dari penyimpanan dan pengecekan alat, sedangkan perawatan di lapangan terdiri dari penyimpanan, pengangkutan dan pemakaian alat.

Pada penyimpanan alat di laboratorium, pencegahan terhadap kelembaban merupakan hal yang paling utama. Kelembaban yang tinggi memacu tumbuhnya jamur yang dapat merusak komponen-komponen optis dan elektronis alat. Adanya kelembaban yang tinggi

merupakan fenomena khas daerah beriklim tropis basah seperti Indonesia. Karena kelembaban merupakan ancaman yang paling serius terhadap keawetan alat, maka usaha perawatan yang utama dalam penyimpanan alat di laboratorium adalah mencegah kelembaban. Cara-cara pencegahan kelembaban di antaranya yaitu dengan: (1) Memasang lampu yang selalu menyala di almari alat, sehingga suhu tetap terjaga selalu hangat. (2) Menjaga agar sirkulasi udara selalu lancar. Hal ini juga dapat dicapai dengan frekuensi pemakaian yang tinggi. (3) Memasang silica-gel untuk menyerap uap air di dalam kotak alat.

Pada pengecekan alat terutama saat peminjaman dan pengembalian, hal-hal penting yang perlu dilakukan untuk perawatan alat adalah sebagai berikut: (1) Alat hanya dapat dipinjam oleh orang yang betul-betul terpercaya, jelas keperluan dan lokasinya, dan bila perlu dicek ke lapangan. (2) Alat ukur digital yang sampai saat ini masih merupakan barang langka, pemakaian dibatasi, tidak untuk praktikum massal, tetapi hanya untuk pemakaian terbatas, misalnya: untuk dosen atau asisten (mahasiswa senior). (3) Pemeriksaan yang cermat oleh teknisi laboratorium pada saat peminjaman dan pengembalian alat, agar kerusakan dapat terdeteksi sedini mungkin, sehingga jelas siapa yang harus menanggung biaya perbaikan.

Pada penyimpanan alat di lapangan atau di kamp, dua faktor penting untuk perawatan alat adalah faktor keamanan dan keawetan alat. Untuk menjaga keamanan, kamp perlu dipilih di lokasi yang betul-betul aman, misalnya di rumah orang yang terpercaya, seperti : tokoh masyarakat, dan alat disimpan di kamar tidur surveyor. Untuk menjaga keawetan alat, sebagaimana pada penyimpanan alat di laboratorium, pencegahan terhadap

kelembaban merupakan faktor yang terpenting, yang dilakukan dengan memasang silica-gel di dalam kotak alat.

Perawatan alat dalam pengangkutan dapat dibedakan menjadi pengangkutan antar titik pengamatan dan pengangkutan antar lokasi. Pengangkutan antara titik pengamatan dilakukan dengan diangkat oleh buruh lokal, sedangkan pengangkutan antar lokasi dilakukan dengan diangkat kendaraan. Pada pengangkutan antar titik pengamatan, hal-hal yang perlu diperhatikan berhubungan dengan perawatan alat adalah sebagai berikut: (1) Alat dimasukkan ke dalam kotaknya, antara lain untuk menghindari benturan. (2) Alat di dalam kotak dalam keadaan sekrup penyatel dinormalkan. (3) Buruh lokal dilatih untuk membawa alat, membuka dan menutup kotak alat, dan memasang alat pada statifnya. (4) Pada pengangkutan melalui medan yang berat, misalnya: sungai berarus deras, surveyor harus mengawasi dengan lebih cermat. Pada pengangkutan antar lokasi dengan kendaraan, perawatan alat berfokus pada menjaga alat dari segi keamanan dan gangguan fisik, misalnya: benturan dan guncangan.

Cara perawatan alat pada pemakaian meliputi hal-hal sebagai berikut: (1) Pemakaian secara prosedural. (2) Hindari kelembaban, misalnya : hujan, karena akan memicu tumbuhnya jamur penyebab kerusakan sistem optis dan elektronis, dengan selalu menyediakan payung dan plastik penutup. (3) Hindari panas terik matahari dengan payung, karena dapat mengakibatkan pecahnya nivo karena cairan memuai. (4) Jaga kebersihan alat terutama lensa-lensanya, jangan sampai terkena keringat dan debu dibersihkan dengan kain halus. (5) Pembagian tugas untuk buruh lokal, dalam menjaga dan merawat alat dalam pemakaian. (6) Memutar sekrup dan klem alat ukur

dengan gerakan lembut, hindari hentakan, jangan sampai ada putaran paksa pada sekrup atau klem yang dalam keadaan terkunci, karena dapat mengakibatkan kerusakan pada sistem mekanis.

Pemakaian yang secara prosedural, antara lain: (1) Menekan tombol sesuai urutan menurut petunjuk pada manual. (2) Menunggu sinyal sebelum menekan tombol berikutnya. (3) Menggunakan alat bantu sesuai fungsinya, misalnya: pen koreksi dan *dreif*, bukan pisau, untuk menyatel alat. (4) Kesulitan yang tidak dapat diatasi didiskusikan dengan surveyor lain atau ketua tim.

Pada prinsipnya, hampir seluruh uraian perawatan alat oleh Deumlich (1982) dan Roberts (1995) dilakukan oleh para subjek dalam penelitian ini. Beberapa hal yang ada dalam uraian kedua penulis tersebut tetapi tidak dijumpai pada subjek penelitian ini yaitu: (1) Pemeriksaan alat secara periodik, baik di laboratorium maupun di lapangan belum dilakukan. Pengecekan biasanya dilakukan secara insidental saja. (2) Pengangkutan alat dalam perjalanan jauh dengan memasukkan alat dalam kotak ke dalam *padded crate* (krat) belum pernah dilakukan, dengan alasan terlalu makan tempat dan alat masih cukup aman dari guncangan. Selain itu, krat tersebut tidak tersedia untuk semua tipe alat, hanya ada untuk tipe tertentu.

Sedangkan beberapa hal yang dijumpai pada subjek penelitian, tetapi tidak diuraikan oleh kedua penulis tersebut di atas yaitu: (1) Pemeriksaan alat sebelum keluar dari laboratorium tidak hanya terhadap alatnya saja, melainkan juga terhadap kredibilitas peminjamnya. (2) Pengecekan tidak hanya saat alat keluar dari laboratorium, tetapi juga pada saat alat dikembalikan. (3) Dalam pengangkutan, setelah alat dimasukkan ke dalam kotaknya dengan posisi yang pas, klem

tidak perlu dikencangkan, karena posisi alat dan kotak sudah dibuat pas, sehingga tidak akan terjadi benturan.

Apabila dibandingkan antara perawatan alat yang dilakukan oleh para subjek penelitian dengan buku petunjuk (*instruction manual*) Topcon (tanpa tahun), dalam pemakaian alat pada buku petunjuk tersebut ada satu hal yang tidak dilakukan oleh para subjek penelitian ini, yaitu penggunaan statif kayu. Statif kayu kurang disukai dibanding statif aluminium, karena jauh lebih berat dan kurang awet. Sebaliknya, ada beberapa hal yang dilakukan oleh para subjek penelitian yang tidak dijumpai pada buku petunjuk, yaitu: (1) Perawatan alat di laboratorium, baik penyimpanan maupun pengecekan. (2) Penyimpanan alat di lapangan (kamp). (3) Melatih buruh lokal dalam pengangkutan dan pemakaian alat untuk menjaga keamanan dan keawetan alat. (4) Pada pemakaian alat: menjaga alat dari kelembaban, misalnya: hujan, dan pembagian tugas untuk para buruh lokal dalam pengangkutan dan pemakaian alat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Perawatan alat ukur tanah digital di laboratorium terutama berupa mencegah kelembaban, yaitu: menjaga suhu agar tetap hangat dengan lampu yang selalu menyala, menjaga sirkulasi udara yang lancar dan memasang silica-gel untuk menyerap uap air

apabila alat disimpan di dalam kotaknya. (2) Perawatan alat berupa pengecekan saat alat dipinjam dan dikembalikan di laboratorium meliputi: peminjam dibatasi untuk orang yang betul-betul terpercaya dan pemeriksaan yang cermat terhadap kondisi alat. (3) Perawatan alat pada penyimpanan di lapangan atau di kamp dititikberatkan pada menjaga keamanan dan keawetan alat terutama perlindungan terhadap kelembaban. (4) Perawatan alat pada pengangkutan terutama dengan menjaga alat dari gangguan keamanan dan gangguan fisik berupa benturan atau guncangan dengan memasukkan alat ke dalam kotaknya. (5) Perawatan alat pada pemakaian berupa: cara pemakaian yang prosedural sesuai petunjuk pada manual, melindungi alat dari hujan dan terik matahari secara langsung, menjaga kebersihan alat, dan memutar alat terutama sekrup dan klemnya dengan gerakan lembut.

Berdasarkan hasil penelitian ini, beberapa saran, baik untuk para pengelola dan teknisi laboratorium ukur tanah, maupun untuk para surveyor junior, adalah sebagai berikut: (1) Untuk perawatan alat di laboratorium, perlu dilakukan pencegahan terhadap kelembaban dan pengecekan dalam peminjaman dan pengembalian alat. (2) Untuk perawatan alat di lapangan, alat perlu disimpan secara aman dan terhindar dari kelembaban, pada pengangkutan terhindar dari benturan dan guncangan, dan dalam pemakaian mengikuti petunjuk pada manual, alat terlindung dari hujan dan terik matahari, terjaga kebersihannya dan terhindar dari kerusakan sistem mekanis akibat gerakan kasar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrochman dan Rochmadi, Sunar. 1991. *Profil Surveyor (Juru Ukur Tanah) yang Baik*. Laporan Penelitian. Yogyakarta : IKIP YOGYAKARTA.
- Deumlich, Fritz. 1982. *Surveying Instruments*. Berlin : Walter de Gruyter.
- Marpaung, J. N. 1991. Peranan Surveyor Lepas. Makalah Kongres Ke-7 Ikatan Surveyor Indonesia, Yogyakarta, 13-14 desember 1991.
- Pratt, Ian J. 1993. "Advanced Technology in Surveying Equipment and Education". *Surveying Australia*, March 1993, Vol.15 No.1.
- Roberts, Jack. 1995. *Construction Surveying, Layout, and Dimension Control*. New York : Delmar Publisers Inc.
- Rochmadi, Sunar. 1998. Profil Surveyor Lepas yang Berkualitas. Laporan Penelitian. Yogyakarta : IKIP YOGYAKARTA.
- Topcon. tanpa tahun. Instruction Manual : Digital Theodolite DT-102, DT-103, DT-104 and DT-104P (DT-100 Series). Tokyo : Topcon Corporation.