

METODE PENENTUAN VOLUME AGGREGAT PONDASI
JALAN BERDASARKAN VARIASI DAN KESALAHAN: STUDI KASUS

Marsinta Simamora *), Jati Utomo Dwi Hatmoko **)

Abstract

Variations between plans and reality can hardly be avoided in construction projects. These variations may be accepted when they are still in the acceptance limits, or rejected when they are beyond the acceptance limits. The former is called variation in acceptance and the later is called error. Distinguishing these two in a completed construction work is very important, as rejected variations (errors) may be considered as breaching a contract, thus may have legal implications. The research aims to evaluate the traditional calculation method (MeTrad) and to promote variation acceptance and error approach (MeVE) that is able to draw a clear line whether a particular work to be accepted and rejected. The research was conducted by comparing the results of calculation of the aggregate volume between MeTrad and MeVE. The data was collected from Mauponggo-Puuwada road project in Nangakeo in 2010. The results show that there was no difference in the volumes calculated using both methods. The volume of Class B aggregate based on MeTrad calculation is $386.01m^3$ and the volume based on MeVE is $386.01m^3$; where $16.67m^3$ of which (3.34% of the planned volume) is in the range of acceptance and $369.34m^3$ of which (73.94% of the planned volume) is the volume that is rejected (error). The results suggest that MeTrad cannot distinguish clearly whether the work is within the limits of acceptance or rejection, while on the other hand MeVE can describe in detail parts of the work to be accepted or rejected. Using this MeVE calculation, an assessment of a construction work is expected to be more objective and detailed.

Key words : acceptable variations, errors and methods of calculation.

Pendahuluan

Perbedaan atau variasi (*variation*) antara rencana dan kenyataan hampir selalu ada dalam proses pekerjaan konstruksi dan tidak dapat dihindarkan (Wambeke et al., 2011). Dari sisi penilaian, perbedaan yang terjadi memiliki 2 kemungkinan, yaitu: diterima atau ditolak. Perbedaan yang diterima adalah variasi yang berada pada batas-batas toleransi dan perbedaan yang ditolak adalah variasi yang berada di luar batas-batas toleransi sehingga bisa dianggap suatu kesalahan (*error*). Reason dan Hobbs, (2003) mengatakan bahwa kesalahan adalah kegagalan pelaksanaan rencana untuk mencapai tujuan. Pemahaman ini akan memberikan suatu penilaian yang lebih objektif dan jelas pada pekerjaan konstruksi khususnya pekerjaan pondasi jalan agregat kelas B. Kesalahan penilaian dapat berimplikasi hukum pada para pihak pelaksana konstruksi.

Investigasi terhadap 6 proyek konstruksi menunjukkan perbedaan antara nilai kontrak dengan nilai fisik yang dibangun, sebagai berikut: 6,6% pada proyek drainase Oeba tahun 2007 (Kejari Kupang, 2011); 40% pada proyek fasilitas perikanan Dinas Propinsi NTT (Kejari Kupang, 2011); 5,7% pada proyek rumah transmigrasi swakarsa mandiri Waingapu NTT (Simamora dan Trisnoyuwono, 2008); 13,3% pada proyek jalan Lelogama Kupang (Kejari Kupang, 2011); 8,2% pada proyek pembangunan kantor Bupati Rote Ndao (Simamora dkk., 2010); 0,85% pada proyek pengadaan BBR Ruteng (Kejari Ruteng, 2009).

Terhadap perbedaan yang terjadi pada ke-6 proyek tersebut di atas seluruhnya (100%) dinyatakan salah dari aspek legal (Pengadilan Negeri). Jika ditinjau dari nilai perbedaan antara kontrak dan kondisi actual, khususnya pada kasus proyek BBR dengan perbedaan 0,85% apakah variasi tersebut menjadi suatu kesalahan atau berada pada suatu variasi penerimaan. Bulleit (2008) menyatakan sebagai insinyur struktural harus tetap membuat keputusan desain dengan mengurangi ketidakpastian sejauh yang mereka bisa. Tentu saja, ketidakpastian itu tidak akan pernah menjadi nol, tapi perencana terbiasa membuat keputusan di bawah beberapa tingkat ketidakpastian. Love dan Josephson (2004) mengatakan bahwa kesalahan adalah sebuah penyimpangan dari yang direncanakan. Artinya kesalahan adalah suatu keadaan yang berada di luar toleransi yang direncanakan (*beyond the tolerance limits*).

Bijen (2003) mengidentifikasi bahwa biaya kegagalan rekayasa (*engineering*) mencapai 10% dari total biaya investasi pembangunan. Lopez dan Love (2011) menyebutkan bahwa rata-rata biaya langsung dan tidak langsung akibat kesalahan desain (*design error*) secara berurutan 6,9% dan 7,4% dari nilai kontrak proyek. Penelitian dari Lopez dan Love (2011) dan Bijen (2003) tidak menunjukkan secara jelas dampak dari kesalahan yang ada dari aspek hukum. Penelitian tersebut hanya menunjukkan adanya biaya akibat kegagalan rekayasa dan kegagalan desain pada pekerjaan konstruksi, di mana kegagalan tersebut adalah akibat suatu kesalahan. Hal ini mempertegas pendapat bahwa variasi tidak mungkin nol dan tidak mungkin dihindari (Wambeke et al., 2011).

*) Mahasiswa Program Doktor T. Sipil FT Undip

**) Staf Pengajar Program Doktor Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Hasil investigasi proyek pekerjaan pondasi jalan agregat kelas B yang berada di Mauponggo-Puuwada di kabupaten Nangakeo diperoleh volume terpasang sebesar 386,01 m³ dari rencana 499,45m³ (Simamora, 2010). Hasil perhitungan hanya memperlihatkan bahwa ada pekerjaan yang tidak terpasang sebesar 499,45-386,01=113,44 m³ (22,72%), dan tidak ada penjelasan terhadap volume terpasang apakah dapat diterima (*accepted*) atau ditolak (*rejected-error*). Metode ini tidak secara tegas menerapkan batas-batas toleransi, yang pada tulisan ini disebut sebagai metode tradisional (MeTrad).

Permasalahan penelitian adalah bagaimana menentukan volume pondasi jalan berdasarkan variasi penerimaan dan kesalahan yang mampu menjelaskan pekerjaan terpasang yang dapat diterima dan yang ditolak? Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi perhitungan metode tradisional dengan suatu pendekatan penerapan variasi penerimaan dan kesalahan yang mampu menjelaskan pekerjaan terpasang yang diterima dan yang ditolak. Hal ini perlu dilakukan agar fungsi aturan yang ada dapat memberikan penilaian yang lebih objektif dan terhindar dari kesalahan (Wambeke et al., 2011). Objek penelitian adalah pekerjaan pondasi jalan agregat kelas B pasca konstruksi. Hasil perhitungan tidak mempertimbangkan faktor kesalahan manusia (*human error*) dan ketidakpastian (*uncertainty*) dan hanya mengevaluasi perhitungan volume pekerjaan terpasang. Toleransi ketebalan pondasi agregat jalan yang digunakan +1 cm dan -1 cm (Dept. Pek.Umum, 2007).

Studi Literatur

Variasi (*Variation*)

Howell dan Ballard (1994); Horman dan Thomas (2005); Kaplan et al., (2005); Hallowell dan Gambatese (2010); Wambeke et al., (2011) mendefinisikan variasi sebagai perbedaan yang terjadi dari apa yang direncanakan. Perbedaan yang dimaksud adalah selisih antara rencana dan aktual, yang manaperbedaan tersebut dapat diterima dan ditolak. Secara umum perbedaan yang dapat diterima berada pada batas - batas toleransi dan perbedaan yang ditolak adalah kondisi yang tidak memenuhi batas-batas toleransi dan diartikan sebagai kondisi yang berada pada suatu kesalahan (*error*).

Kesalahan (*Error*)

Lopez et al., (2010) membuat definisi operasional pada sebuah *error* yang mengadopsi definisi dari Reason dan Hobbs (2003) sebagai "... sebuah hasil yang pada dasarnya melingkupi sebuah penyimpangan, apakah sebuah penyimpangan merupakan serangkaian tindakan yang direncanakan, penyimpangan dari tindakan kecil yang direncanakan terhadap sebuah tujuan yang diinginkan atau penyimpangan dari perilaku yang pantas pada pekerjaan." Dari definisi tersebut disimpulkan bahwa kesalahan adalah suatu hasil yang mengalami penyimpangan.

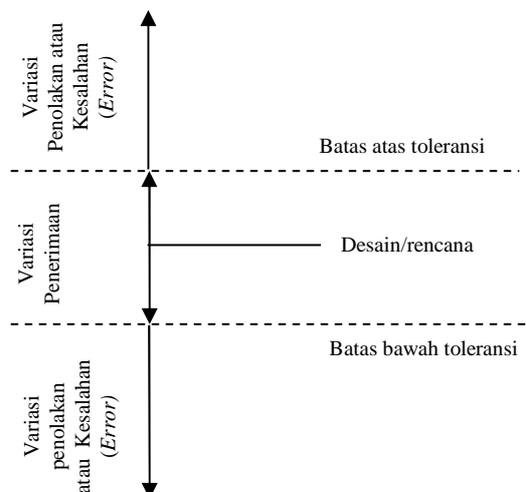
Santoso dkk., (2010) mendefinisikan bahwa kesalahan adalah selisih antara hasil peramalan dengan pengamatan di lapangan. Keakuratan peramalan dilihat dari ukuran kecilnya kesalahan. Definisi ini dianggap sangat sulit untuk diterapkan karena tidak memberi ruang terhadap toleransi. Hal ini menjadi salah satu permasalahan dalam penerapan pengetahuan di dunia konstruksi khususnya pada saat menilai hasil.

Beberapa penulis seperti Henneman dan Gawlinski (2004), Keminetzky (1991), Reason dan Hobbs (2003), dan Sasou dan Reason (1991) telah menyarankan bahwa yang berhubungan dengan kegagalan dan berkontribusi terhadap kesalahan dapat digolongkan sebagai berikut:

- Kesalahan dalam konteks keahlian atau kinerja (*Skill-or performance-based errors*), contoh., rancangan diterima, namun pelaksanaan tidak dilakukan sebagaimana yang direncanakan)
- Kesalahan dalam konteks peraturan atau pengetahuan (*Rule-or knowledge-based errors*), contoh., pelaksanaan dilakukan sebagaimana yang direncanakan, namun rancangan tidak akan mencapai hasil yang direncanakan); dan
- *Violations or noncompliances* (contoh., pelanggaran terhadap aturan dan standard-standar)

Batas-batas Toleransi, Variasi dan Kesalahan

Gambar 1 menjelaskan batas-batas toleransi, variasi penerimaan dan kesalahan yang menjadi dasar dalam membangun metoda perhitungan yang mampu membedakan pekerjaan terpasang yang diterima dan yang ditolak. Dengan pendekatan ini, perhitungan yang dihasilkan lebih objektif, yaitu pekerjaan yang diukur mempertimbangkan aturan dimensi yang ada (toleransi, variasi penerimaan dan kesalahan) dan detail, yaitu pekerjaan dinyatakan dalam pekerjaan yang diterima dan ditolak.



Gambar 1. Batas toleransi, variasi penerimaan dan kesalahan

Metode Perhitungan Volume Pekerjaan Agregat

Secara umum bahwa sistem pengukuran volume pekerjaan aggregate pondasi jalan menggunakan pendekatan (panjang x lebar x tebal), dimana variable-variabel tersebut merupakan data hasil pengukuran. Pada perhitungan volume yang ada tidak mempertimbangkan batas-batas minimal dan maksimal penerimaan yang dinamai metode tradisional (*MeTrad*). Hal ini dianggap memiliki kelemahan sebab, jika ketebalan di luar batas penerimaan /toleransi maka pekerjaan dianggap tidak sesuai rencana (Love dan Josephson, 2004). Sehingga pada tulisan ini diberikan suatu evaluasi metode perhitungan volume pekerjaan berdasarkan variasi penerimaan dan kesalahan yang disebut metode perhitungan berdasarkan variasi dan kesalahan (*MeVE*).

Metode Perhitungan tradisional (MeTrad)

Yaitu perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan pendekatan rata-rata penampang antarstation sebagaimana terlihat pada Gambar 2, 3 dan 4 yang menjadi dasar perhitungan. Adapun volume pekerjaan agregat dapat dihitung sebagaimana persamaan 1 berikut.

$$V = \sum_{i=1}^n (A_{staA} + A_{staB}) / 2 \times L_{rata2} \times P \quad (1)$$

Dimana: A_{staA} = luas tampang pada Sta A

A_{staB} = Luas tampang pada Sta B

L_{rata2} = lebar badan jalan aggregate rata-rata antara Sta A dan Sta B

P = panjang antara Sta A dan Sta B

i = 1, segmen pertama perhitungan

n = segmen ke-n perhitungan

V = volume total pondasi jalan

Metode Perhitungan berdasarkan Variasi dan Kesalahan (MeVE = *method based on variation and error*)

Gambar 5 berikut menggambarkan kondisi aktual ketebalan rata-rata yang mungkin terjadi pada tiap station (Sta) pengukuran. Ada 6 (enam) kemungkinan ketebalan aktual tiap station, dimana ketebalan tersebut merupakan rata-rata ketebalan hasil pengukuran arah melintang $\{(t_{ki} + t_{te} + t_{ka})/3\}$.

Type-1

Bentuk ke-1 menggambarkan kondisi pengukuran aktual titik pertama (*station-A*) terletak diatas batas atas toleransi atau berada pada daerah kesalahan (*error area*) dan titik kedua (*station-B*) berada pada variasi daerah penerimaan (*acceptable area*), sebagaimana terlihat pada Gambar6 berikut. Dari gambar tersebut dikelompokkan bahwa:

1. Daerah *error* yaitu segitiga d-e-f-d.
2. Daerah penerimaan yaitu trapesium a-b-c-d-f-a

Segitiga d-e-f-d

Luas Segitiga = A_{error}

$$A_{error} = \frac{1}{2} x \frac{(t_A - t_{amax})^2 x P}{(t_A - t_B)} \quad (2)$$

Trapezium a-b-c-d-f-a

Luas = Luas segi empat a-b-c-c' + Luas segitiga c-e-c'-c

Segiempat a-b-c-c' = $A_1 = t_A x P$

Segitiga c-e-c'-c = $A_2 = \frac{1}{2} x (t_A - t_B) x P$

Sehingga, volume dalam toleransi pada segmen *StationA* ke *Station B* adalah :

$$V = (A_1 + A_2 - A_{error}) \times L \quad (3)$$

dimana:

t_A = Ketebalan rata-rata aktual StaA

t_B = Ketebalan rata-rata aktual StaB

P = Jarak antara *station* yang diukur (StaA dan StaB)

L = Lebar aktual rata-rata antara *station A* dan B

t_{amax} = Ketebalan maksimum yang dapat diterima (*maximum acceptable*)

t_{amin} = Ketebalan minimum yang dapat diterima (*minimum acceptable*)

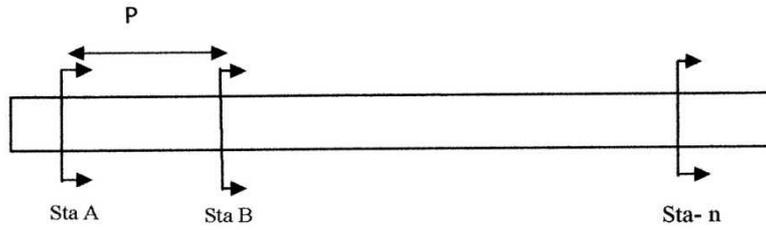
t_d = Ketebalan desain

A_{error} = Luas segmen yang ditolak (*error-rejected*)

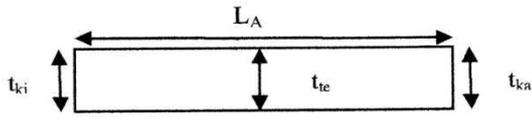
A_{acc} = Luas segmen yang dapat diterima (*acceptable*)

V_{error} = Volume yang ditolak

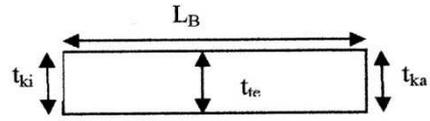
V_{acc} = Volume yang dapat diterima



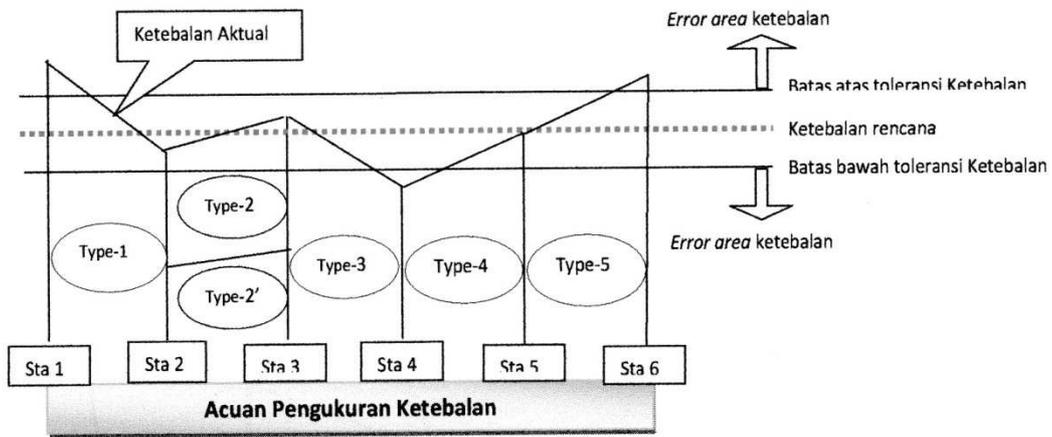
Gambar 2. Tampak atas permukaan jalan



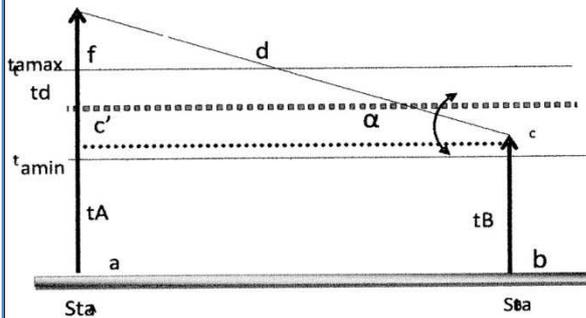
Gambar 3. Potongan Sta A



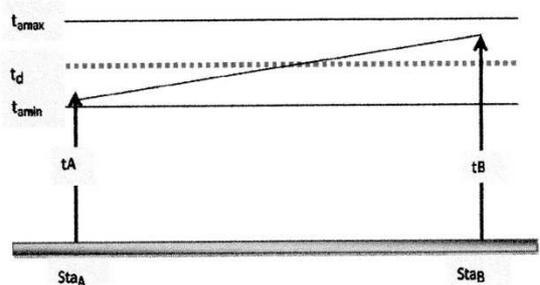
Gambar 4. potongan Sta B



Gambar 5. Kemungkinan kondisi aktual ketebalan pondasi jalan-arah memanjang



Gambar 6. Kemungkinan ke-1 ketebalan actual aggregate



Gambar 7. Kemungkinan ke-2 ketebalan actual aggregate

Type-2

Bentuk ke-2 ini menggambarkan kondisi pengukuran aktual titik pertama (*station-A*) dan titik kedua Dari gambar di atas dapat dijelaskan, bahwa pengukuran aktual berada pada daerah penerimaan Luas Trapesium :

$$A = \frac{(t_A + t_B) \times P}{2} \quad (4)$$

Sehingga, volume yang dapat diterima pada segmen *Station A* ke *Station B* adalah :

$$V = A \times L \quad (5)$$

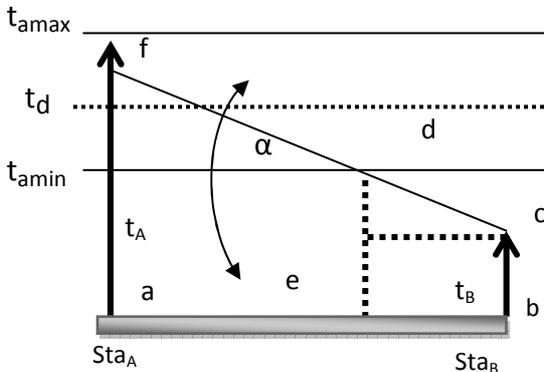
Type-2'

Bentuk ke-3 ini (type 2') menggambarkan kondisi pengukuran aktual titik pertama (*Station-A*) dan titik kedua (*Station-B*) berada pada daerah kesalahan. Volumnya dihitung menggunakan rumus (4) dan (5) dan hasilnya berada pada kelompok volume yang salah (V_{error}).

Type-3

Bentuk ke-4 ini menggambarkan kondisi pengukuran aktual titik pertama (*Station-A*) berada pada variasi daerah penerimaan (*acceptable area*) dan titik kedua (*Station-B*) berada pada daerah kesalahan sebagaimana terlihat pada Gambar 8. Dari gambar tersebut dikelompokkan:

1. Daerah *error* yaitu trapesium b-c-d-e-d
2. Daerah penerimaan yaitu trapezium a-e-d-f-a



Gambar 8. Kemungkinan ke-4 ketebalan aktual aggregate

Luas trapesium penolakan = A_{error}

$$A_{error} = \frac{(t_{amin} + t_B)}{2} \times \frac{(t_{amin} - t_B)}{(t_A - t_B)} \times P \quad (6)$$

Luas trapesium penerimaan a-e-d-f-a

$$A_{accept} = \frac{(t_A + t_{amin})}{2} \times \frac{(t_A - t_{amin})}{(t_A - t_B)} \times P \quad (7)$$

(*station-B*) berada pada variasi daerah penerimaan (*acceptable area*), sebagaimana Gambar 7.

Sehingga, volume yang dapat diterima pada segmen *Station A* ke *Station B* adalah :

$$V_{accept} = A_{accept} \times L \quad (8)$$

Volume yang ditolak (*error*) adalah:

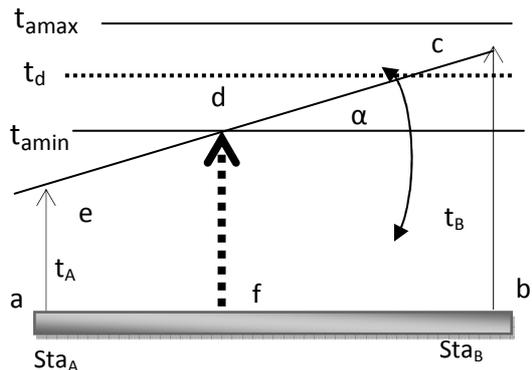
$$V_{error} = A_{error} \times L \quad (9)$$

Type-4

Bentuk ke-5 ini menggambarkan kondisi pengukuran aktual titik pertama (*Station-A*) terletak pada daerah penolakan titik kedua (*Station-B*) berada pada daerah penerimaan, sebagaimana terlihat pada Gambar 9 berikut.

Dari Gambar 9 dapat dijelaskan, bahwa:

1. Daerah penolakan yaitu trapesium a-f-d-e-a
2. Daerah penerimaan yaitu trapezium b-c-d-f-b



Gambar 9. Kemungkinan ke-5 ketebalan aktual aggregate

Luas trapesium penolakan a-f-d-e-a = A_{error}

$$A_{error} = \frac{(t_A + t_{amin})}{2} \times \frac{(t_{amin} - t_A)}{(t_B - t_A)} \times P \quad (10)$$

Luas trapesium penerimaan b-c-d-f-b

$$A_{accept} = \frac{(t_B + t_{amin})}{2} \times \frac{(t_B - t_{amin})}{(t_B - t_A)} \times P \quad (11)$$

Sehingga, volume yang dapat diterima pada segmen *Station A* ke *Station B* adalah :

$$V_{accept} = A_{accept} \times L \quad (12)$$

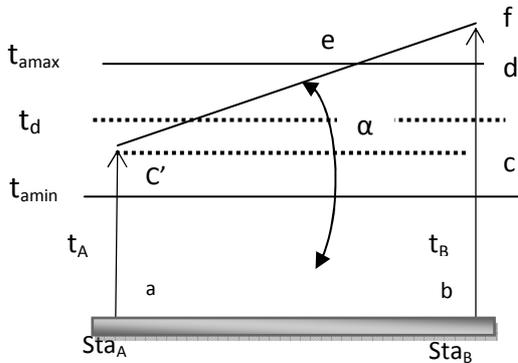
Volume yang ditolak adalah:

$$V_{error} = A_{error} \times L \quad (13)$$

Type-5

Bentuk ke-6 menggambarkan kondisi pengukuran aktual titik pertama (*Station-A*) berada pada daerah penerimaan dan titik kedua (*Station-B*) berada pada daerah penolakan sebagaimana terlihat pada Gambar 10 dan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Daerah penolakan yaitu segitiga d-e-f-d
2. Daerah penerimaan yaitu trapezium a-b-d-f-c'-a



Gambar 10. Kemungkinan ke-6 ketebalan aktual aggregate

Luas segitiga penolakan a-f-d-e-a = A_{error}

$$A_{error} = \frac{1}{2} x \frac{(t_B - t_{amax})^2 x P}{(t_B - t_A)} \quad (14)$$

Luas trapesium penerimaan a-b-d-f-c'-a = $A_1 + A_2$

$$\text{Segiempat a-b-c'-a} = A_1 = t_A x P$$

$$\text{Segitiga c-e-c'-c} = A_2 = \frac{1}{2} x (t_B - t_A) x P$$

Sehingga, Volume yang dapat diterima pada segmen *Station A* ke *Station B* adalah :

$$V_{accept} = (A_1 + A_2 - A_{error}) x L \quad (15)$$

$$\text{Total volume error; } V_{error} = \sum_i^n V_{error}(i) \quad (16)$$

$$\text{Total volume diterima; } V_{accept} = \sum_i^n V_{accept}(i) \quad (17)$$

Metode Penelitian

Metode penelitian adalah metode kuantitatif evaluasi (Sugiyono, 2010), yaitu membandingkan hasil perhitungan volume agregat antara MeTrad dan MeVE. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari laporan investigasi penyidik Kejaksaan Negeri Bajawa pada tahun 2010. Dengan menggunakan data yang sama, hasil perhitungan volume pekerjaan agregat dari MeTrad dan MeVE dibandingkan.

Tahapan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Memverifikasi cara pengambilan data investigasi sebagai berikut:
 - a) Menentukan ketebalan aktual pondasi agregat jalan dan menggambarannya pada batas-batas toleransi yang ada. Ketebalan

setiap station diambil 3 (tiga) titik, yaitu bagian kiri, tengah dan kanan. Ketebalan diukur dengan menggali pondasi jalan yang sudah jadi (gambar 11 dan 12). Jumlah sampel yang diambil disesuaikan dengan standard kontrak yang ada. Contohnya, pengukuran dilakukan setiap jarak 50 meter, yang seharusnya setiap 25 meter. Hal ini dilakukan untuk menghindari perbedaan metode dengan yang dianut pihak proyek.

- b) Menentukan lebar aktual jalan. Pada bagian ini dilakukan pengukuran pada setiap *station* dengan alat roll meter. Diukur dari tepi kiri ke tepi kanan jalan..
- c) Mengukur panjang antara satu *station* dan *station* lain yang berurutan.
2. Menentukan volume aktual (terpasang) dengan menggunakan dua pendekatan (MeTrad dan MeVE)
3. Analisa Hasil (Penilaian)
 - a) Menentukan selisih pekerjaan antara volume rancangan volume aktual pada kedua pendekatan (MeTrad dan MeVE).
 - b) Menentukan volume yang diterima dan ditolak berdasarkan perhitungan MeVE.



Gambar 11. Pengukuran Ketebalan agregat kelas B bagian tepi jalan (Simamora, 2010)



Gambar 12. Pengukuran ketebalan agregat kelas B bagian tengah. jalan (Simamora, 2010)

Tabel 1. Volume Pekerjaan Aktual Pondasi Jalan Agregat kelas B							
Bagian yang dianalisa	Perhitungan berdasarkan						
	MeTrad	MeVE					
		Toleransi (-1 , +1 cm)					
		V _{error}	(%)	V _{accept}	(%)	Total	(%)
Volume aktual (m ³)	386,01	369,34	95,68	16,67	4,32	386,01	100
Volume Rencana (m ³)	499,45						
Persentase aktual terhadap rencana	77,28 %	73,94 %		3,34 %		77,28 %	

Hasil dan Pembahasan.

Informasi Umum

Penelitian dilakukan terhadap pekerjaan agregat kelas B yang berlokasi pada Jalan Mauponggo-Puuwada di kab. Nangakeo- Flores NTT, memiliki panjang ruas 1.009 meter, lebar jalan 3,5 meter dan tebal rencana 15 cm dengan toleransi ketebalan -1/+ 1 cm (Dept. Pek. Umum tahun 2007).Adapun sketsa jalan sebagaimana terlihat pada Gambar 13 dan 14.

Hasil

Dari pengolahan data pekerjaan pemeliharaan jalan Mauponggo-Puuwada Kabupaten Nangakeo-Flores NTT , maka diperoleh pola/bentuk-type kondisi ketebalan pondasi ada 4, yaitu: type 2, 2', 3, dan 4, sebagaimana terlihat pada Gambar 15. Type 1 dan 5 tidak dijumpai pada gambar tersebut.Hal ini diakibatkan tidak ada ketebalan rata-rat melintang pondasi agregat lebih besar dari batas atas toleransi. Masing-masing type dapat dijelaskan kembali sebagai berikut:

- Type 2 adalah kondisi ketebalan rata-rata titik 1 dan 2 berada pada daerah penerimaan
- Type 2' adalah kondisi ketebalan rata-rata titik 1 dan 2 berada pada daerah penolakan minimal (seluruhnya error)
- Type 3 adalah kondisi ketebalan rata-rata titik 1 berada pada daerah penerimaan dan titik 2 pada daerah penolakan
- Type 4 adalah kondisi ketebalan rata-rata titik 1 berada pada daerah penolakan dan titik 2 berada pada daerah penerimaan

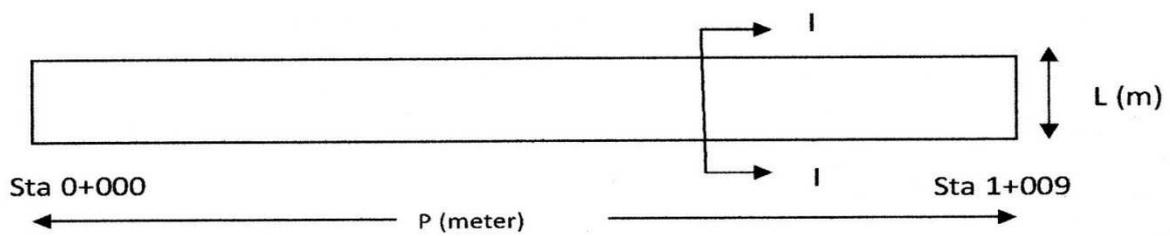
Dari Table 1 dapat dilihat bahwa volume rencana pondasi aggregate klas B adalah 499,45m³ (1.009 x 3.5 x 0,15), volume pekerjaan aktual dengan menggunakan metoda tradisional (MeTrad) adalah 386,01 M³ (tidak ada penjelasan terhadap volume terukur). Sedangkan volume pekerjaan dengan metode MeVE adalah sebesar 386,01m³ yang terbagi atas volume yang diterima dan yang ditolak (*error*).

Pembahasan

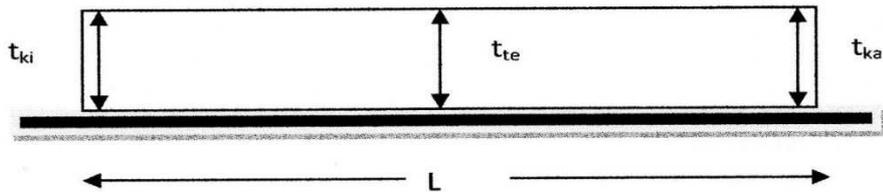
Pada kedua metode perhitungan volume (MeTrad dan MeVE)terjadi kekurangan volume sebesar 499,45M³-386,01M³ = 113,44 M³ (22,72%). Tidak ada perbedaan volume terpasang antara metode MeTrad dan MeVE. Perbedaan yang sangat jelas dari kedua metode perhitungan adalah bahwa pada metode MeVE dapat dijelaskan volume pekerjaan yang dapat diterima dan yang ditolak, dan pada metode MeTrad hal tersebut tidak terlihat.

Adapun hasil perhitungan dengan MeVE, pekerjaan yang diterima adalah 16,67 M³ (4,32% dari volume terukur, atau 3,34% dari volume rencana) dan yang ditolak (*error*) sebesar 369,34 M³ (95,68% dari volume terukur, atau 73,94% dari volume rencana). Jika dibandingkan hasil perhitungan dengan menggunakan kedua metode terhadap pekerjaan yang diterima, maka diperoleh selisih sebesar 77,28%-3,34% = 73,94%.

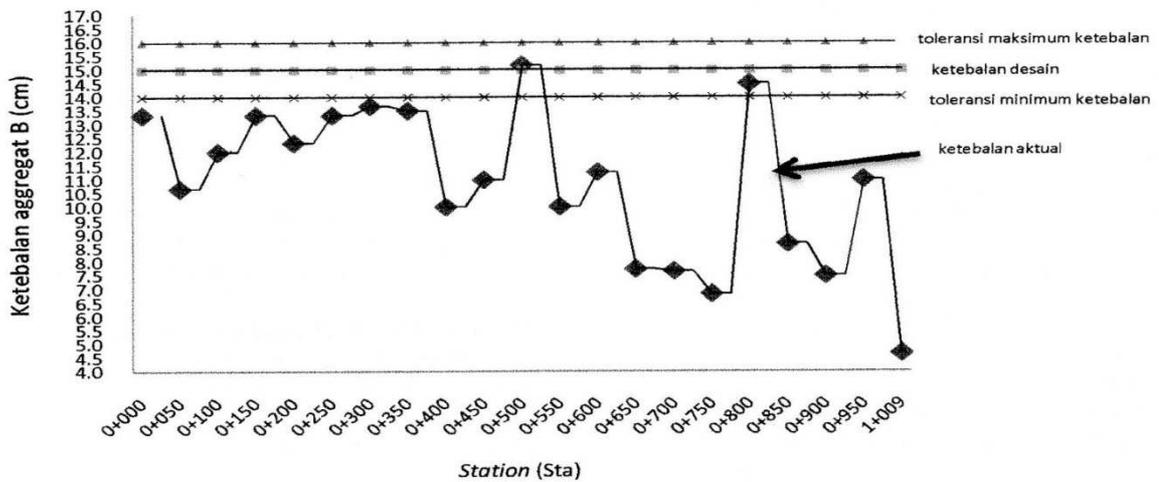
Keuntungan lain yang diperoleh dengan pendekatan MeVE adalah mampu menjelaskan lokasi-lokasi pekerjaan yang diterima dan ditolak Pada kasus yang ditinjau, pekerjaan yang ditolak berada pada Sta 0+000 s/d Sta 0+450; Sta 0+550 - Sta 0+750; Sta 0+850 - Sta 1+009, dan pekerjaan yang dapat diterima berada pada Sta 0+450 - 0+550; Sta 0+750 - Sta 0+850. Hal ini menunjukkan bahwa tidak selalu pekerjaan terpasang dapat diterima walaupun menganut sistem kontrak *unit price*. Untuk tujuan penilaian investigatif, metode ini (*MeVE*) sangat bermanfaat, sebab dapat dengan mudah memberikan suatu hasil yang objektif dan terinci.



Gambar 13 . Tampak atas Jalan



Pot I-I
Gambar 14. Potongan Melintang jalan



Gambar 15. Ketebalan aktual pondasi jalan agregat kelas B arah memanjang

Kesimpulan

Dari hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan:

1. Total volume pekerjaan aggregate B yang terpasang hasil pengukuran, yang dihitung menggunakan dua pendekatan, MeTrad dan MeVE adalah sama, yaitu $386,01 \text{ m}^3$ (terjadi selisih $499,5 \text{ m}^3 - 386,01 \text{ m}^3 = 113,44 \text{ m}^3$ atau menyusut 22,72% dari volume rencana $499,45 \text{ m}^3$). Hal ini menunjukkan pendekatan MeVE valid.
2. Perhitungan volume dengan pendekatan MeVE, secara jelas menyajikan volume pekerjaan yang

dapat diterima, yaitu $16,67 \text{ m}^3$ (4,32% dari $386,01 \text{ m}^3$) dan volume pekerjaan yang ditolak atau *error*

adalah $369,34 \text{ m}^3$ (95,68% dari $386,01 \text{ m}^3$). Atau 3,34% pekerjaan yang diterima dan 73,94% pekerjaan ditolak, serta 22,72% lebih rendah dari volume rencana sebesar $499,45 \text{ m}^3$. Pada metoda MeTrad rincian ini tidak ada.

3. Hasil kajian ini menunjukkan, dalam melakukan penilaian pekerjaan diperlukan pemahaman terhadap aturan-aturan yang dipersyaratkan dan tujuan

yang diinginkan sehingga kesimpulan dapat tersaji secara rinci dan tidak bias.

Saran

1. Pendekatan MeVE diharapkan dapat mendeteksi secara dini kualitas pekerjaan (terutama yang bermasalah) dan sebagai upaya perbaikan terhadap metode perhitungan volume pekerjaan pondasi jalan (agregat).
2. Untuk menentukan volume pekerjaan yang ditolak (*error*) apakah *slip*, *lapses* atau *mistake*, dan bagaimana dampaknya terhadap kontrak dan tanggungjawab, maka diperlukan kajian lebih lanjut.

Daftar Pustaka

1. Bijen, J., (2003), "Durability of Engineering Structures: Design, repair, and maintenance", Woodhead Publishing, Cambridge
2. Bulleit, W. M., (2008), "Uncertainty in Structural Engineering", Journal Practice Periodical on Structural Design and Construction, 13(1), 24-30
3. Departemen Pekerjaan Umum, (2007), "Perkerasan Berbutir dan Beton Semen", Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan-Bandung, Devisi 5.1.2, (3).
4. Hollowell, M. R. and Gambatese, J. A., (2010), "Qualitative Research: application of the Delphi method to CEM research", J. Constr. Eng. Mangt., 136(1), 99-107.
5. Henneman, E. A. and Gawlinski, A., (2004), "A near-miss model for describing the nurse's role in the recovery of medical error", J. Prof. Nurs., 20(3), 196-201.
6. Horman, M. J. and Thomas, H. R., (2005), "Role of inventory buffers in construction labor performance", J. Constr. Eng. Mangt., 131(7), 834-843.
7. Howell, G. A. dan Ballard, G., (1994), "Implementing lean construction: Reduction inflow variation", 2nd Annual Conf. on Lean Construction, Catolica Universidad de Chile, Santiago, Chile.
8. Kaplan, H., Elburg, A. and Thommelein, I. D., (2005), "Analysis of variability in precasting and installation of pile foundation", Proc. Construction research Congr., (CD ROM), ASCE, Reston, VA
9. Kejaksaan Negeri Kelas I Kupang, 2011. Putusan Pengadilan Negeri Kupang terhadap Kasus Proyek drainase Oeba Kupang
10. Kejaksaan Negeri Kelas I Kupang, 2011. Putusan Pengadilan Negeri Kupang terhadap Kasus Proyek fasilitas perikanan Dinas Perikanan prop. NTT di Tablolong-NTT.
11. Kejaksaan Negeri Kelas I Kupang, 2011. Putusan Pengadilan Negeri Kupang terhadap Kasus Proyek jalan Lelogama di Kabupaten Kupang, NTT.
12. Kejaksaan Negeri Ruteng, 2009. Putusan Pengadilan Negeri Ruteng terhadap Kasus Proyek pengadaan BBR di Ruteng, NTT.
13. Keminetzky, D., (1991), "Design and construction failure: Lesson from forensic investigation", McGraw-Hill, New York.
14. Lopez, R., Love, P. E. D., Edwards, D. J. and Davis, P. R., (2010), "Design Error Classification, Causation, and Prevention in Construction Engineering", J. Performance of Constructed Facilities, 24(4), 399-408
15. Lopez, R. and Love, P. E. D., (2011), "Design Error Cost in Construction Project", Journal of Construction Engineering and Management,
16. Love, P. E. D. and Josephson, P. E., (2004), "Role of Error-Recovery Process in Project", J. of Management in Engineering, 20(2), 70-79.
17. Reason, J. T. and Hobbs, A., (2003), "Managing maintenance error: A practical guide", Ashgate Publishing Company, Aldershot, U. K.
18. Santoso, B., Suharyanto, Legono, D., (2010), "Penerapan optimasi parameter pada metode exponential smoothing untuk perkiraan debit", Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil NO. 1, hal. 73-79.
19. Sasou, K. and Reason, J. T., (1991), "Team errors: Definition and taxonomy", Reliab. Eng. Syst. Saf., 65(1), 1-9.
20. Simamora, M. dan Trisnoyuwono D., 2008. Hasil investigasi proyek rumah transmigrasi swakarsa mandiri Waingapu, NTT.
21. Simamora, M., Lada J. dan Sayonara R., 2010. Hasil investigasi proyek pembangunan kantor bupati Rote-Ndao, NTT.
22. Simamora, M., 2010. Hasil investigasi proyek pekerjaan pondasi agregat kelas B di Mauponggo-Puuwada, Kab. Nangakeo, NTT
23. Sugiyono, (2010), "Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D", Cetakan ke-9, Penerbit Alfabeta, Bandung.
24. Wambeke, B. W., Hsiang, S. M. and Liu, M., (2011), "Causes of Variation in Construction Project Task Starting Times and Duration", J. Const. Eng. Manag., 137(9), 663-677.

