

ANALISIS JALUR KRITIS PENERAPAN TEKNOLOGI PADA KONSTRUKSI ATAP SIRAP BAMBU

Critical Path Analysis the Application of Technology on the Construction of the Roof Shingles of Bamboo

Desak Putu Damayanti¹, Rudi Setiadji Agustiningtyas², dan Kuswara³

^{1,2,3}Balai Litbang Perumahan Wilayah II Denpasar

Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman, Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jl. Danau Tamblingan No.49-Sanur, Denpasar-Bali.

Surel: ¹damabalaipu@gmail.com, ²kolaka_80@yahoo.com, ³kswtea@yahoo.com

Diterima : 19 September 2017; Disetujui : 27 Oktober 2017

Abstrak

Analisis pekerjaan konstruksi bangunan tradisional dalam menganalisis efektifitas pelaksanaannya masih jarang dilakukan. Hal ini dikarenakan metode pelaksanaan konstruksi tradisional memiliki mekanisme pekerjaan yang spesifik. Kajian ini bertujuan untuk mengevaluasi jalur kritis selama proses penerapan teknologi pada konstruksi atap berbahan sirap bambu di Desa Angseri – Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali. Objek penelitian adalah bangunan tradisional Bale Paruman Agung dan Bale Paselang. Penelitian ini bersifat eksploratif-evaluatif. Pengumpulan data primer dilakukan melalui eksplorasi lapangan selama 3 bulan. Data yang dikumpulkan terfokus pada tahapan pengerjaan, jumlah tenaga yang dibutuhkan, dan lama waktu pengerjaan. Menurut rencana, proses penerapan teknologi pada peremajaan konstruksi atap sirap bambu membutuhkan jumlah sirap sebanyak ± 30.000 bilah sirap selama 60 (enam puluh) hari kerja. Namun, pekerjaan membutuhkan tambahan waktu pengerjaan selama 30 (tiga puluh) hari. Berdasarkan hasil evaluasi ditemukan bahwa jalur kritis terdapat pada tahapan pembuatan bilah sirap dan pengawetan bambu dengan larutan Boron 5% (menggunakan metode Boucherie). Rendahnya tingkat penguasaan teknologi terkait pembuatan sirap dan proses pengawetan menyebabkan terdapat sebagian sirap yang dihasilkan tidak layak digunakan. Sehingga dibutuhkan tambahan waktu untuk membuat ulang sirap pengganti sebesar 10% dari jumlah yang dibutuhkan (± 3.000).

Kata Kunci: Jalur kritis, Penerapan teknologi, Atap sirap bambu, *Gigantocloa apus*, Boucherie

Abstract

Analysis of the traditional building construction work in analyzing the effectiveness of their implementation is still rarely done. This is due to the traditional construction method have a specific mechanism. This study aims to evaluate the critical path during the process of the application of technology on the construction of the roof shingles made from bamboo, in the village of Angseri – the Tabanan Regency, Bali Province. The object of the study are Bale Paruman Agung and Bale Paselang. This paper is an explorative-evaluative research. Primary data collection was done through field survey for 3 months. The data collected are focused on the stages of the work, the amount of labor needed, and duration of work. According to the plan, the process requires the amount of shingles approximately ± 30.000 , which done during 60 (sixty) days. However, the job requires extra time workmanship for thirty (30) days. The result found that the critical path is present on the stages of creation and preservation of bamboo shingle with 5% Boron (using the Boucherie method). Low levels of mastery of technology related making shingles and process the preservation cause there are some shingles are produced is not worth to use. So it takes extra time to reset a replacement of 10% of the required amount (± 3.000).

Keywords: Critical path, application of technology, roof bamboo shingles, *Gigantocloa apus*, Boucherie

PENDAHULUAN

Konstruksi bangunan tradisional umumnya hanya dikuasai oleh masyarakat adat tertentu yang masih melestarikan bangunan-bangunan tradisional. Salah satunya masyarakat adat Penglipuran di Kabupaten

Bangli yang masih melestarikan sekaligus menguasai teknik pengerjaan konstruksi atap berbahan sirap bambu. Sirap bambu merupakan bilah-bilah sirap berdimensi panjang 20 – 60 cm yang tersusun dengan sistem sambungan kait, untuk menutupi

konstruksi atap bangunan tradisional di Provinsi Bali. Konstruksi atap dengan material organik seperti bambu, umumnya terbatas pada masa layan tertentu. Sirap bambu memiliki masa layan 10-15 tahun, sebelum mengalami pelapukan dan kebocoran pada konstruksi atap bangunan dan menjadi tidak layak pakai. Faktanya ditemukan adanya kebutuhan pekerjaan penerapan teknologi pada peremajaan pada bangunan-bangunan tradisional dengan konstruksi atap sirap bambu yang sudah lapuk, salah satunya bangunan tradisional di Desa Angseri – Kabupaten Tabanan. Namun keterbatasan pengetahuan akan pengerjaan konstruksi atap sirap bambu menjadi penghalang utama untuk upaya pelestarian dalam bentuk pekerjaan penerapan teknologi pada peremajaan.

Keterbatasan pengetahuan undagi di Desa Angseri terkait konstruksi atap sirap bambu menjadi hambatan utama dalam upaya peremajaan secara swadaya. Untuk itu diperlukan proses alih teknologi terkait konstruksi atap sirap bambu dari undagi di desa adat Penglipuran kepada undagi di Desa Angseri. Selain bertujuan untuk peremajaan konstruksi atap bangunan, proses alih teknologi juga sebagai bentuk penyebarluasan dan pelestarian pengetahuan lokal tersebut. Alih teknologi juga dilakukan oleh Balai Litbang Perumahan Wilayah II Denpasar kepada undagi Desa Angseri terkait teknologi pengawetan bahan menggunakan bahan pengawet Boron 5% melalui metode Boucherie. Proses pengawetan bertujuan untuk memperpanjang masa layak sirap bambu. Tulisan ini bertujuan untuk melakukan evaluasi jalur-jalur kritis yang terjadi selama proses pekerjaan konstruksi berjalan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif kuantitatif dan bersifat eksploratif-evaluatif (Hendry, 2014). Pengumpulan data primer diperoleh dari observasi lapangan selama masa pengerjaan 3 (tiga) bulan. Data primer tersebut berupa rekaman data foto atau gambar beserta catatan tertulis serta hasil wawancara dengan para seperti undagi (tukang). Data sekunder berupa buku referensi terkait teori-teori yang mendasari latar belakang dan rumusan masalah. Data yang dikumpulkan terdiri dari jumlah tenaga kerja dan waktu yang dibutuhkan pada tiap tahapan pelaksanaan pekerjaan. Tahapan pelaksanaan pekerjaan konstruksi terdiri dari:

- 1) Tahap persiapan bahan
- 2) Tahap pengawetan bahan
- 3) Tahap pembuatan bilah sirap bambu
- 4) Tahap pembongkaran konstruksi eksisting
- 5) Tahap pemasangan sirap bambu pada konstruksi atap

Pengolahan data terfokus pada kesesuaian rencana pelaksanaan konstruksi dan realisasi di lapangan. Ketidaksesuaian rencana dan realisasi di lapangan diasumsikan sebagai tahapan kritis selama proses pengerjaan konstruksi.

Keberhasilan pelaksanaan pekerjaan konstruksi tepat waktu terletak pada perencanaan dan penjadwalan proyek yang lengkap dan tepat. Ketidaksesuaian antara rencana dan realisasi dapat dianggap sebagai akibat tidak terpenuhinya rencana jadwal yang telah dibuat (Arditi dan Patel 1989).

Terdapat beragam metode dalam mengevaluasi pekerjaan konstruksi di lapangan. Salah satu yang sering digunakan adalah metode jalur kritis. Metode jalur kritis adalah metode untuk merencanakan dan mengawasi efektifitas pelaksanaan pekerjaan konstruksi di lapangan (Levin dan Kirtpatrick 1972) Dengan metode jalur kritis, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti. Pekerjaan-pekerjaan konstruksi yang dapat dianalisa menggunakan metode jalur kritis (*critical path method*) idealnya adalah kegiatan konstruksi yang sudah terencana secara detail baik dari durasi waktu, jumlah SDM, hingga mesin-mesin yang digunakan. Evaluasi pekerjaan konstruksi yang masuk kategori aplikasi /uji coba penerapan teknologi baru di lapangan dapat dianalisa efektifitas pelaksanaannya, dengan mengadopsi prinsip-prinsip yang digunakan dalam *critical path method*. Jalur kritis yang dimaksud pada metode tersebut adalah pekerjaan-pekerjaan yang berpotensi mempengaruhi keberhasilan suatu pekerjaan. Keberhasilan pekerjaan konstruksi dilihat dari durasi pengerjaan serta kualitas pekerjaan yang dihasilkan.

Durasi pekerjaan adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan (Maharany dan Fajarwati 2006). Faktor yang berpengaruh dalam menentukan durasi pekerjaan adalah volume pekerjaan, metode kerja (*construction method*), keadaan lapangan, serta keterampilan tenaga kerja yang melaksanakan pekerjaan pekerjaan. Jalur kritis yang dianalisis pada tulisan ini adalah tahapan pekerjaan yang berpotensi mempengaruhi durasi penyelesaian pekerjaan dan kualitas hasil akhir pekerjaan. Apabila terjadi keterlambatan penyelesaian pekerjaan, salah satu alternatif untuk mempercepat penyelesaian proyek adalah dengan penambahan jam kerja/durasi waktu kerja, yang umumnya berpengaruh pada penambahan biaya (Ridho dan Syahrizal 2014).

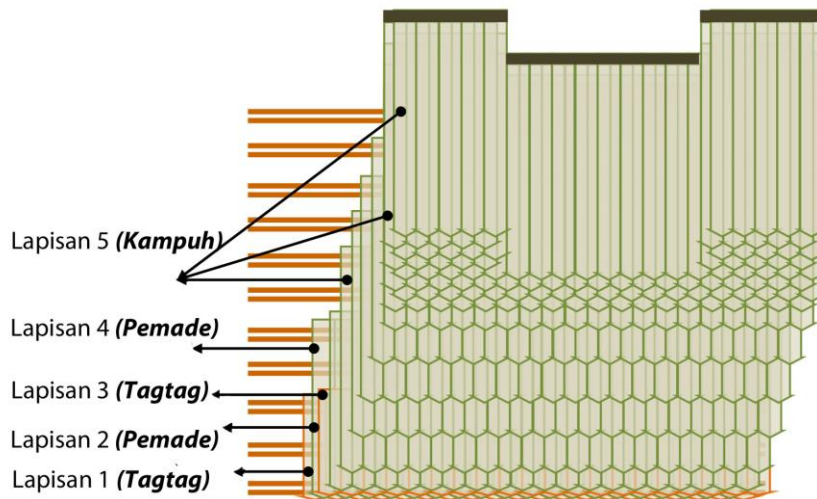
HASIL DAN PEMBAHASAN

Konstruksi Atap Sirap Bambu

Sirap bambu merupakan salah satu material penutup atap pada bangunan tradisional di Provinsi Bali. Penggunaan sirap bambu sebagai material atap masih dilestarikan, khususnya oleh masyarakat adat di Desa Penglipuran – Kabupaten Bangli. Masa layan sirap bambu berkisar antara 10-15 tahun. Pelapukan terjadi karena kerusakan yang dirangsang dari timbulan jamur (Damayanti & Mahawan, 2015). Batang bambu dapat dipanen setiap tahun setelah 3 – 5 tahun, dibandingkan dengan 30 – 50 tahun untuk kayu pohon. Singkatnya bambu dapat menghasilkan 20 kali lebih banyak dibandingkan dengan produksi kayu. Bambu dapat dipanen setiap tahun dan lebih mudah tumbuh lagi tanpa melakukan penanaman kembali (Artiningsih 2012).


Bilah-bilah sirap bambu mempunyai ukuran lebar 5-7 cm dan varian dimensi panjang terdiri dari sirap tagtag (+25 cm), sirap pemade (+38 cm) dan sirap kampuh (+54 cm). Dalam 1 m² umumnya terdiri dari 2 tumpukan lapisan tagtag, 2 tumpuk lapisan pemade, dan 14 tumpuk lapisan kampuh. Kebutuhan sirap untuk menutupi 1 m² atap bangunan berkisar antara 200-300 bilah sirap, dengan perbandingan tagtag : pemade : kampuh = 1:1:6. Kebutuhan terbesar adalah kebutuhan untuk pemenuhan lapisan kampuh, sebesar 75% dari seluruh kebutuhan sirap (Damayanti, 2012).

Tata cara pemasangan konstruksi atap berbahan sirap bambu diawali dengan proses penebangan bambu, pembuatan sirap, proses pengilatan, pembuatan sisip/reng & geladag, pengaitan sirap, pemasangan wuwungan/bubungan (Tabel 1).






Gambar 1 Susunan Konstruksi Atap Sirap Bambu

Tabel 1 Tata Cara Pemasangan Sirap Pada Konstruksi Atap

No.	Urutan Pemasangan Sirap	Keterangan
1.	Penebangan bambu. Jenis bambu yang digunakan adalah Bambu Tali (<i>Gigantocloa apus</i>), berumur 2,5 tahun, diameter 6-12 cm, tidak pernah patah (tidak punggung). Jika di pukul/ di ketok suaranya nyaring (pertanda gait), kadar airnya sedikit, berdiri tegak, kelopak sudah lepas (Gambar 2).	 <p>Bambu Tali (<i>Gigantocloa apus</i>)</p>

Tabel 1 (Lanjutan) Tata Cara Pemasangan Sirap Pada Konstruksi Atap

No.	Urutan Pemasangan Sirap	Keterangan
2.	Pembuatan sirap. Bambu dipotong dan dibelah dengan dimensi lebar 5 cm dan dimensi panjang sesuai ukuran tagtag, pemade, dan kampuh (Gambar 3).	 <p>Proses Pembuatan Bilah Sirap</p>
3.	Proses <i>pengilatan</i> (pembelahan). <i>Pengilatan</i> dilakukan dengan bantuan alat sederhana, bilah bambu dibelah pada bagian ruas untuk mendapatkan kait/pengait pada ujung sirap (Gambar 4).	 <p>Proses Pengilatan</p>
4.	Pembuatan sisip/reng & <i>geladag</i> (pengait <i>sisip</i>). Bilah bambu dimensi lebar 2 cm dan panjang 120-200 cm (Gambar 5)	 <p>Proses pembuatan <i>sisip/reng</i> dan <i>geladag/usuk</i></p>

Tabel 1 (Lanjutan) Tata Cara Pemasangan Sirap Pada Konstruksi Atap

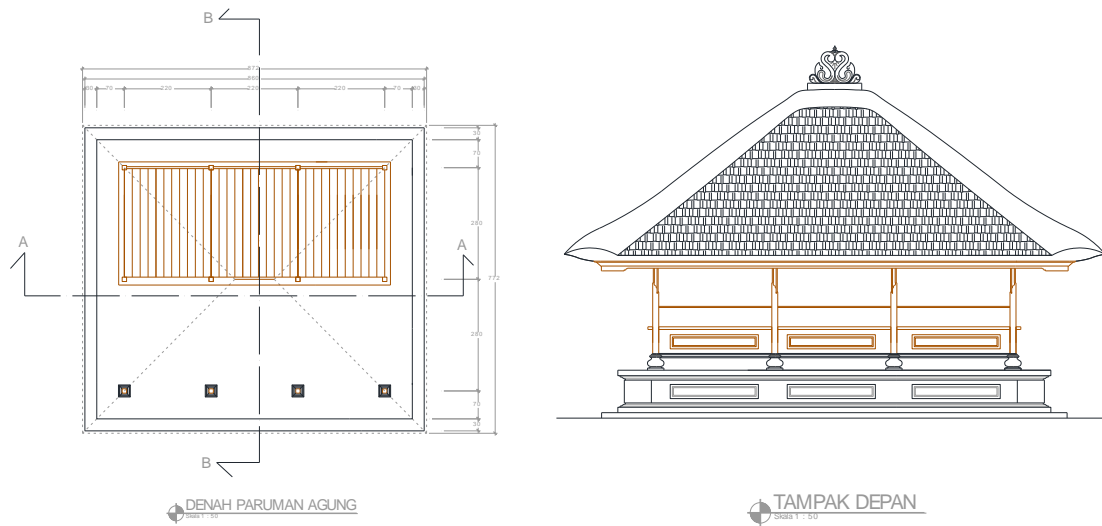
No.	Urutan Pemasangan Sirap	Keterangan
5.	Pengaitan sirap. Sirap dikaitkan berjajar sesuai susunan variannya, pada sisip yang telah ditata (Gambar 6).	
6.	Pemasangan <i>wuwungan</i> / bubungan. <i>Wuwungan</i> berupa belahan bambu yang dipasang sebagai penutup sambungan (Gambar 7).	

Sirap berbahan dasar material bambu tentu memiliki masa layan 10-15 tahun akibat pelapukan alami karena faktor cuaca dan kelembapan. Untuk memperpanjang masa layan, dapat dilakukan dengan proses pengawetan. Salah satu metode pengawetan adalah dengan metode Boucherie. Potongan bambu yang dimasukkan ke dalam mesin Boucherie, mendapatkan tekanan 4 bar sehingga cairan pengawet Boron 5% (*Borax acid*) dialirkan ke dalam serat bambu. Proses pengawetan yang baik adalah ketika konsentrasi cairan yang keluar dari bambu sama dengan konsentrasi larutan pengawet.

Objek Penelitian

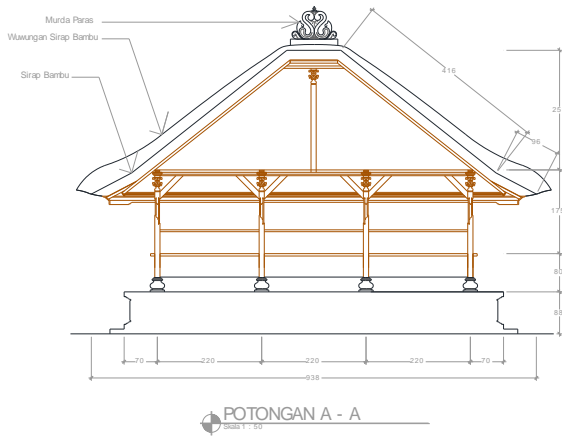
Bangunan tradisional yang menjadi objek penelitian adalah Bale Paruman Agung dan Bale Paselang. Luas atap bangunan Bale Paruman Agung 81,98 m² dan Bale Paselang 20,4 m². Kedua bangunan merupakan bangunan tradisional yang berfungsi sebagai tempat

menaruh seperangkat peralatan gong yang digunakan pada saat pelaksanaan upacara keagamaan di Pura Rambut Siwi, Desa Angseri – Kabupaten Tabanan. Kondisi eksisting konstruksi atap bangunan telah mengalami pelapukan sehingga terjadi kebocoran di beberapa tempat. Pihak *pengempon Pura* berkeinginan agar konstruksi atap yang sudah lapuk tersebut dipenerapkan teknologi pada peremajaan dengan menggunakan material yang sama. Namun, keahlian pertukangan dalam hal konstruksi atap berbahan sirap bambu sudah minim dikuasai oleh masyarakat setempat. Berdasarkan kebutuhan dan kendala tersebut, maka Balai Litbang Perumahan Tradisional Wilayah II Denpasar diminta untuk dapat memfasilitasi pekerjaan penerapan teknologi pada peremajaan tersebut dengan pemberdayaan masyarakat setempat pada proses pembangunannya (Gambar 2).

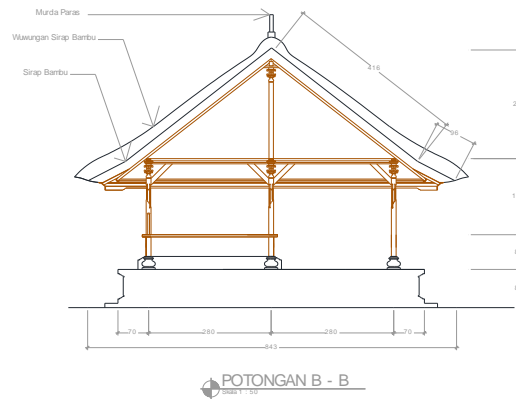


a)

b)



c)

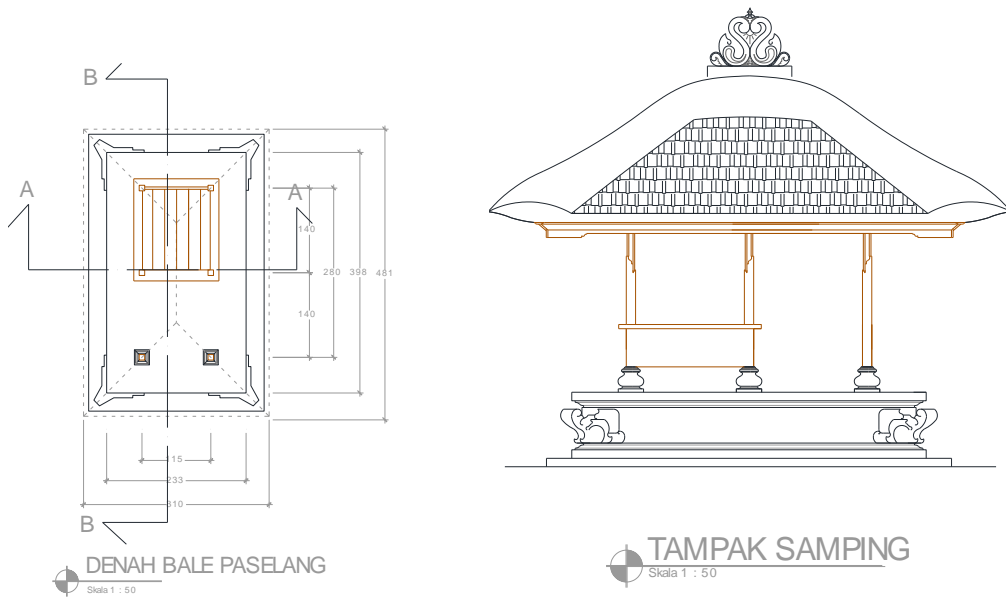


d)



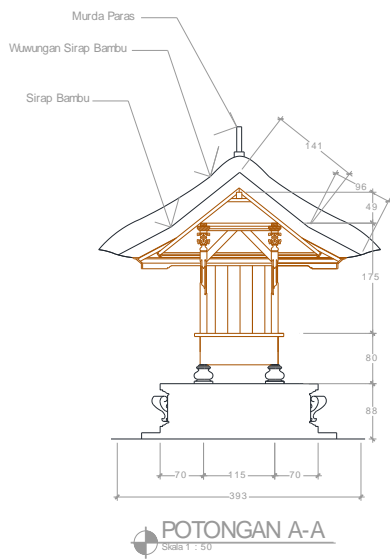
e)

Gambar 2 Bangunan Bale Paruman Agung; a) Denah; b) Tampak; c) Potongan A-A; d) Potongan B-B; e) Foto eksisting

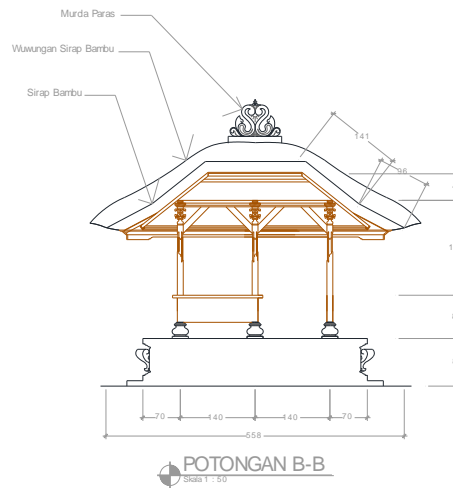


a)

b)



c)



d)



e)

Gambar 3 Bangunan Bale Paselang: Foto eksisting: a) Denah; b) Tampak; c) Potongan A-A; d) Potongan B-B; e) Foto eksisting

Kebutuhan Bahan & Alat

Jumlah sirap yang dapat dihasilkan dari sebatang bambu tali sangat dipengaruhi oleh panjang bambu dan diameter batang bambu tersebut. Hasil penelitian sebelumnya dengan studi kasus bambu tali di Desa Adat Penglipuran menyimpulkan bahwa dari 1 batang bambu tali dimensi panjang 4 meter dengan diameter 10 cm, mampu menghasilkan 50 bilah sirap bambu. Untuk menutupi 1 m² luas atap dibutuhkan 300 bilah sirap bambu, atau yang dihasilkan dari 6 batang bambu tali (Damayanti, 2012). Total luas atap kedua bangunan adalah 102,38 m². Maka jumlah bilah sirap yang dibutuhkan sebanyak 30.714 bilah yang diperoleh dari 615 batang bambu tali (Tabel 2).

Pelaksanaan Pekerjaan

Pekerjaan penerapan teknologi pada peremajaan konstruksi atap kedua bangunan terbagi atas 5 tahapan pekerjaan. Masing-masing tahapan pekerjaan memerlukan waktu dan jumlah *undagi* tertentu dalam penyelesaiannya. Jumlah *undagi* yang

akan diberdayakan sebanyak 10 orang *undagi* yang bekerja secara bergantian. Enam ratus lima belas batang bambu yang akan ditebang, kemudian akan diproses menggunakan mesin Boucherie untuk memasukkan bahan pengawet Boron 5% ke dalam bambu. Tekanan pada mesin Boucherie yang digunakan untuk dapat memasukkan bahan pengawet adalah sebesar 4 bar.

Metode ini sangat efektif dilakukan pada bambu segar yang daya transpirasi alaminya masih baik, sehingga memudahkan proses pengaliran bahan pengawet dari pangkal hingga ujung batang bambu (Hunt dan Garrat 1986; Tobing 1977; Liese 1980). Proses pengisian bahan pengawet ke dalam bambu membutuhkan waktu 1 jam. Mesin Boucherie yang digunakan memiliki 5 buah *nozzle* (Gambar 4).

Maka terdapat 5 buah bambu yang terisi bahan pengawet dalam 1 jam. Jumlah bambu yang terisi bahan pengawet dalam 1 hari kerja (8 jam) adalah 40 batang bambu.

Tabel 2 Kebutuhan Bahan dan Alat

Jenis Bangunan Bale	Aspek				
	Luas Atap	Kebutuhan Sirap	Kebutuhan Bambu	Total Kebutuhan Bambu	Kebutuhan Alat
Bangunan Bale Paruman Agung	81,98 m ²	6.120 bilah	122,4 batang bambu	614,28 batang bambu	<ul style="list-style-type: none"> • Golok/ Parang/ Pisau • Gergaji • Alat ukur meter • <i>Pengilatan</i> • Sikut
Bangunan Bale Paselang	20,4 m ²	24.594 bilah	491,88 batang bambu		



Gambar 4 Penampang Boucherie dengan 5 Buah *Nozzle*

Tahap pengawetan bambu dilakukan oleh undagi Desa Angseri yang telah mendapatkan transfer pengetahuan terkait teknologi pengawetan tersebut dari pihak Balai Litbang Perumahan Tradisional Wilayah II Denpasar. Sumber daya bambu tali untuk material atap didapatkan dari hutan bambu yang berjarak 500 m dari lokasi pekerjaan. Penebangan dan pengangkutan bambu dilakukan secara manual. Sesuai dengan persyaratan bahan yang akan diolah menggunakan mesin Boucherie, maka bambu segar yang harus ditebang dalam sehari berjumlah ≤ 40 batang bambu. Setelah pengisian bahan pengawet, seluruh batang bambu kemudian diangin-anginkan (kering tanur).

Pembilahan bambu menjadi sirap bambu dilakukan setelah para undagi Desa adat Penglipuran mendapatkan transfer pengetahuan terkait tata cara

pembuatan sirap bambu. Seorang undagi yang sudah terampil dalam pembuatan sirap bambu, mampu menghasilkan 250 sirap bambu dalam sehari. Hasil observasi lapangan menemukan bahwa kemampuan undagi Desa Angseri yang belum terampil, hanya mampu membuat 150 bilah sirap dalam sehari. Untuk mendapatkan 30.714 bilah sirap maka dibutuhkan waktu + 200 hari. Jika dikerjakan oleh 10 orang undagi maka dibutuhkan waktu + 20 hari. Mekanisme pekerjaan seluruh tahapan konstruksi ditampilkan pada Tabel 3.

Berdasarkan perencanaan, maka total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan adalah + 60 hari. Rencana jadwal waktu pelaksanaan pekerjaan ditampilkan dalam Tabel 4.

Tabel 3 Mekanisme Pelaksanaan Pekerjaan

Tahapan pekerjaan	Deskripsi	Durasi
Persiapan bahan (615 batang bambu)	Pemilihan bambu, penebangan, dan pengangkutan bambu dari hutan ke lokasi pekerjaan. Metode penebangan dan pengangkutan secara manual.	Durasi waktu 15 hari
Pengawetan bahan (615 batang bambu) & pengeringan alami	Pengisian larutan bahan pengawet pada tabung mesin, pemasangan bambu pada <i>nozzle</i> mesin Boucherie, pengisian larutan pengawet, pengeringan bambu (kering tanur). Terdapat proses transfer pengetahuan kepada <i>undagi</i> Desa Angseri.	Durasi waktu 20 hari pengawetan & pengeringan (kering tanur)
Pembuatan bilah sirap bambu	Dalam sehari seorang <i>undagi</i> yang terampil mampu menghasilkan 250 bilah sirap bambu terdapat proses transfer pengetahuan kepada <i>undagi</i> Desa Angseri.	Durasi waktu 20 hari.
Pembongkaran konstruksi atap eksisting	Pembongkaran konstruksi atap dapat dilakukan jika material penutup sudah siap terpadang.	Durasi waktu 10 hari
Pemasangan sirap pada konstruksi atap	Pemasangan sirap dilakukan dengan mengikuti tata cara pemasangan <i>tagtag-pemade-kampus</i> . Terdapat proses transfer pengetahuan kepada <i>undagi</i> Desa Angseri.	Durasi waktu 10 hari

Tabel 4 Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan

Tahapan pekerjaan	Bulan I				Bulan II			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Persiapan bahan (615 batang bambu)								
Pengawetan bahan (615 batang bambu) & pengeringan alami								
Pembuatan bilah sirap bambu								
Pembongkaran konstruksi atap eksisting								
Pemasangan sirap pada konstruksi atap								

Analisa Jalur Kritis Realisasi Pekerjaan di Lapangan

Persiapan bahan

Penebangan bambu dilakukan pada pagi hari, dengan jumlah bambu yang ditebang maksimal sebanyak 40 batang per hari.

Penebangan dan pengangkutan bambu dari hutan menuju area kerja dilakukan secara manual. Jarak antar hutan bambu dan area kerja + 500 m, sehingga tidak terdapat hambatan yang mempengaruhi penyelesaian tahapan pekerjaan dalam penyiapan bahan baku sirap. Proses persiapan bahan baku bambu tali terlihat pada Gambar 5.

Pengawetan bahan dan pengeringan alami

Pengawetan bambu segar menggunakan bahan pengawet Boron 5% dengan metode *Bucher*. Transfer pengetahuan pengawetan bambu dilakukan oleh tim Balai Litbang Perumahan Tradisional Wilayah II Denpasar. Pengawetan bahan

menggunakan larutan Boron 5% harus melalui 3 tahapan prosedur, yaitu pengisian larutan pengawet, pemasangan bilah bambu pada *nozzle*, pengisian larutan pengawet dengan tekanan 4 bar. Agar bahan pengawet dapat terdistribusi dengan baik, bambu yang digunakan harus dalam kondisi segar (maksimal berusia 1 hari). Persyaratan bahan dalam kondisi segar awalnya diprediksi akan menjadi hambatan utama dalam proses pengawetan tersebut. Namun, temuan di lapangan jarak sumber bahan baku bambu dengan area kerja yang relatif dekat, menjadi faktor utama yang memudahkan para *undagi* menyediakan bambu tali segar.

Namun, kendala terbesar justru terletak pada tahap pemasangan bambu ke masing-masing *nozzle*. Hal ini dikarenakan dimensi panjang bambu yang terpasang adalah 8-10 m. Diperlukan waktu 1-2 jam untuk pengisian larutan Boron 5% ke dalam pori-pori 5 batang bambu. Akibatnya terjadi keterlambatan selama proses pengawetan bahan.



Gambar 5 Persiapan Bahan Bambu Tali



Gambar 6 Proses Transfer Pengetahuan Metode Pengawetan Bambu Tali Menggunakan Boucherie: a) Proses Pemandangan Mesin oleh *Undagi*; b) Pemasangan Batang Bambu pada *Nozzle* Boucherie

Pembuatan bilah sirap bambu

Transfer pengetahuan tata cara pembuatan sirap bambu dilakukan oleh pihak *undagi* desa adat Penglipuran kepada para *undagi* Desa Angseri. *Brainstorming* dan uji coba dilakukan berulang selama 3 (tiga) hari. Untuk memenuhi kebutuhan bilah sirap bambu, diperlukan waktu 20 hari. Pembuatan bilah sirap terdiri dari tahapan pemotongan, pembelahan, peruncingan ujung sirap, dan pembuatan *gidat/sangket*. *Gidat* merupakan belahan sepanjang 7 cm di bagian ruang bambu yang berfungsi sebagai sistem pengait *sirap* pada *sisip* /rang bambu. Jika belahan *gidat* terlalu tipis, maka *sirap* tidak dapat dikaitkan pada konstruksi *sisip*. Aspek lain yang menjadi titik kritis dalam pembuatan sirap adalah keseragaman dimensi bilah sirap. Semakin seragam ukuran sirap yang

dihasilkan, maka semakin tinggi tingkat kerapatan susunan sirap. Kerapatan sirap berpengaruh pada kemampuannya dalam mengatasi rembesan air hujan dan ketahanan terhadap kecepatan angin.

Tidak terjadi kendala yang mempengaruhi jadwal penyelesaian pekerjaan dalam penyediaan jumlah sirap yang dibutuhkan. Titik kritis ditemukan pada saat proses pemasangan sirap, dimana 5% dari jumlah sirap tidak dapat digunakan karena kualitas *gidat* yang tidak sesuai. Selain itu kerapian dan keseragaman dimensi juga mempengaruhi kelayakan pakai bilah sirap yang dihasilkan. Bilah sirap yang tidak layak pakai harus dipenuhi kembali dengan pembuatan ulang bahan. Hal ini berpengaruh pada target waktu penyelesaian tahapan pembuatan sirap yang membutuhkan tambahan waktu ± 2 minggu.



Gambar 7 Proses Transfer Pengetahuan Pembuatan Sirap Bambu: a) Proses *Brainstorming*; b) Transfer Pengetahuan Varian Dimensi Sirap; c) Transfer Pengetahuan Pembuatan Bilah Sirap

Pemasangan sirap pada konstruksi atap

Pemasangan sirap pada konstruksi atap mengalami keterlambatan waktu penyelesaian, karena terdapat jeda waktu penyelesaian karena menunggu sirap pengganti.

Pengulangan pembuatan bilah sirap (± 3.000 bilah), berpengaruh pada proses penyelesaian tahapan

pemasangan sirap pada konstruksi atap. Keterlambatan terjadi selama ± 1 minggu.

Mekanisme pelaksanaan seluruh tahapan pekerjaan beserta durasi waktu yang dibutuhkan tertera pada Tabel 5.



Gambar 8 Pemasangan Sirap Pada Konstruksi Atap: a) Pemasangan Sirap Pada Bale Paruman Agung; b) Pemasangan Sirap Pada Bale Paselang

Tabel 5 Mekanisme Pelaksanaan Pekerjaan

Tahapan pekerjaan	Deskripsi Jalur Kritis	Durasi
Persiapan bahan (615 batang bambu)	Durasi penebangan bambu tetap sama, namun tidak dapat dilakukan secara terus menerus. Proses penebangan harus sejalan dengan proses pengawetan bambu, karena bambu yang akan diawetkan harus dalam kondisi segar.	Durasi waktu 15 hari.
Pengawetan bahan (615 batang bambu) & pengeringan alami	Transfer teknologi tata cara pengawetan menggunakan Boucherie memerlukan waktu 1 minggu dengan kontrol pengawasan yang ketat, sehingga para undagi terampil melakukannya tanpa pendampingan. Terjadi keterlambatan pekerjaan yang berpengaruh pada durasi pekerjaan.	Durasi waktu 35 hari.
Pembuatan bilah sirap bambu	Transfer teknologi tata cara pembuatan sirap bambu memerlukan waktu 1 hari, dengan percobaan dan pengulangan pembuatan sirap selama 3 hari. Seluruh kebutuhan sirap terpenuhi sesuai waktu yang telah ditentukan. Namun pada saat pemasangan sirap terdapat sirap yang dianggap tidak layak pakai karena dimensi yang tidak sesuai. Hal ini berpengaruh pada kerapian dan kerapatan susunan sirap. Permasalahan lain adalah belahan gidat yang kurang tebal, sehingga sejumlah sirap tidak dapat dikaitkan dengan baik pada sisip.	Durasi waktu 10 hari
Pembongkaran konstruksi atap eksisting	Pembongkaran konstruksi dilaksanakan dengan cepat sesuai waktu perencanaan.	Durasi waktu 10 hari.

Tabel 5 (Lanjutan) Mekanisme Pelaksanaan Pekerjaan

Tahapan pekerjaan	Deskripsi Jalur Kritis	Durasi
Pemasangan sirap pada konstruksi atap	Pemasangan sirap dilakukan dengan durasi yang lebih lama dari perencanaan, karena terdapat pengulangan dan pemilihan sirap yang layak pakai. Proses tersebut menambah durasi waktu penyelesaian pekerjaan. Kualitas sirap yang kurang memenuhi syarat, diketahui saat proses pemasangan sirap. Penggantian sirap yang tidak layak pakai memerlukan tambahan waktu pekerjaan untuk pembuatan bahan pengganti. Hal ini berdampak pada penyelesaian pekerjaan pemasangan sirap pada konstruksi atap.	Durasi waktu 14 hari.

Tabel 6 Jadwal Realisasi Pelaksanaan Pekerjaan

Tahapan pekerjaan	Bulan I				Bulan II				Bulan III			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Persiapan bahan (615 batang bambu)	■	■										
Pengawetan bahan (615 batang bambu) & pengeringan alami	■	■	■	■								
Pembuatan bilah sirap bambu				■	■	■	■					
Pembongkaran konstruksi atap eksisting								■	■			
Pemasangan sirap pada konstruksi atap										■	■	■

Perencanaan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan adalah ± 60 hari. Sedangkan realisasi pekerjaan terjadi keterlambatan waktu penyelesaian pekerjaan hingga 28 hari. Jadwal realisasi pelaksanaan pekerjaan ditampilkan dalam Tabel 6.

Jalur-jalur kritis ditemukan pada tahapan pengawetan bahan dan pembuatan sirap bambu. Keterlambatan pada proses pembuatan sirap berdampak pada penyelesaian tahapan pemasangan sirap pada konstruksi atap. Jalur kritis tersebut sesuai dengan hipotesa awal penelitian. Hal ini sesuai dengan referensi terkait analisa jalur kritis yang mengungkapkan beberapa manfaat jika mengetahui jalur kritis suatu pekerjaan adalah sebagai berikut (Badri, 1997):

1. dapat mengantisipasi resiko penundaan seluruh penyelesaian pekerjaan, jika terjadi penundaan pekerjaan pada lintasan-lintasan kritis
2. dapat mempercepat pekerjaan, jika mampu mengefisienkan dan mempercepat pekerjaan pada lintasan kritis
3. menyiapkan pengawasan atau kontrol yang lebih ketat pada lintasan kritis, agar menghindari terjadinya penundaan pekerjaan

KESIMPULAN

Pekerjaan konstruksi pada bangunan tradisional dapat dievaluasi efektifitasnya dengan mengadopsi prinsip-prinsip metode evaluasi jalur kritis, yang umumnya digunakan pada pekerjaan konstruksi bangunan gedung. Efektifitas proses pelaksanaan dititikberatkan pada kesesuaian waktu perencanaan dengan realisasi penyelesaian di lapangan. Dari 5 (lima) tahapan pekerjaan, ditemukan 2 (dua) tahapan pekerjaan yang memiliki titik kritis terkait penyelesaian pekerjaan. Tahapan pekerjaan tersebut adalah tahap pengawetan bahan dan tahap pembuatan sirap bambu. Pengawetan bahan menggunakan bahan pengawet Boron 5% dengan mesin Boucherie membutuhkan keterampilan khusus dan durasi waktu yang lebih lama dari yang direncanakan. Hal yang serupa terjadi pada tahap pembuatan sirap bambu. Sepuluh persen (3.000 sirap) yang dihasilkan tidak memenuhi syarat kualitas untuk dikaitkan pada konstruksi atap. Sehingga keterlambatan penyelesaian pekerjaan pemasangan sirap pada konstruksi atap, akibat penambahan waktu untuk memproduksi sirap pengganti. Diharapkan ke depannya pengetahuan konstruksi pada bangunan tradisional tidak sebatas disebarluaskan dan diterapkan, namun mulai dapat dievaluasi efektifitas dalam pelaksanaannya. Hal ini juga bertujuan untuk mengetahui sejauh mana penguasaan masyarakat terkait pengetahuan konstruksi bangunan tradisional.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Litbang Perumahan Tradisional Wilayah II Denpasar yang telah memfasilitasi terlaksanakannya pekerjaan penerapan teknologi pada peremajaan atap bangunan tradisional di Desa Angseri, Kabupaten Tabanan.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada *Pengempeon* Pura Khayangan Jagat, Desa Angseri yang telah mendukung terlaksanakannya pekerjaan penerapan teknologi pada peremajaan atap bangunan tradisional di Desa Angseri, Kabupaten Tabanan.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak I Wayan Supat selaku Kelian Adat Desa Adat Penglipuran yang telah mendukung terlaksanakannya pekerjaan penerapan teknologi pada peremajaan atap bangunan tradisional di Desa Angseri, Kabupaten Tabanan.

Sebagai catatan tulisan ini pernah dipresentasikan pada Seminar Arsitektur Tradisional di Medan pada tanggal 12 September 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Arditi, David, dan Bhupendra K Patel. 1989. "Impact Analysis of Owner-Directed Acceleration." *Journal of Construction Engineering and Management* 115 (1): 144–57.
- Artiningsih, Ni Komang Ayu. 2012. "Pemanfaatan Bambu pada Konstruksi Bangunan Berdampak Positif bagi Lingkungan." *Metana* 8 (1): 1–9. doi:10.14710/metana.v8i01.5117.
- Damayanti, Desak Putu. 2012. "Harmonisasi Aktifitas Ruang Bersama Sebagai Penunjang Durabilitas Sirap Bambu Pada Bangunan Paon." In *Prosiding Seminar Nasional Semesta Arsitektur Nusantara 1*. Universitas Brawijaya – Malang.

- Damayanti, Desak Putu & I Wayan Avend Mahawan Sumawa. 2015. Upaya Peningkatan Kualitas Sirap Bambu Sebagai bahan Penutup Atap Angkul-angkul di Desa Adat Penglipuran. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 1 (SeNaTS 1)*. Sanur – Bali
- Hendry, Vivi. 2014. "Kajian Terapan *Sustainable Design* pada Ruang-Bangunan Pusat Pendidikan Alam dan Budaya Kaliandra Sejati di Pasuruan, Jawa Timur." *Dimensi Interior* 12 (1): 1–6. doi:10.9744/interior.12.1.1-6.
- Hunt, George M, dan G A Garrat. 1986. *Pengawetan Kayu*. Diedit oleh M. Jusuf. *Akademika Pressindo, Edisi Pertama*. Jakarta.
- Levin, Richard I, dan Charles Atkinson Kirtpatrick. 1972. *Perentjanaan dan pengawasan dengan PERT dan CPM*. Bhratara.
- Liese, W. 1980. "Anatomy of Bamboo." In *Bamboo Research in Asia: Proceedings of a Workshop Held in Singapore, 28-30 May 1980*, 161–64. International Development Research Centre, Ottawa, ON, CA.
- Maharany, Leny, dan Fajarwati. 2006. "Analisis Optimasi Percepatan Pekerjaan Dengan Metode Least Cost Analysis." *Utilitas* 14 (1): 113–30.
- Ridho, Muhammad Rizki, dan Syahrizal. 2014. "Evaluasi Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek Dengan Metode PERT dan CPM." *Jurnal Teknik Sipil USU* 3 (1).
- Tobing, T L. 1977. "Pengawetan Kayu." *Bogor: Lembaga Kerjasama Fakultas kehutanan. Institut Pertanian Bogor*.
- Badri, S. 1997. "Dasar-dasar Network Planning". Jakarta: PT. Rika Cipta