

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Penutup atap sirap bambu ternyata banyak manfaat dan keuntungan seperti ramah lingkungan, praktis karena mudah diproduksi, dapat menggunakan bahan bambu sisa, murah, fleksibel karena ukurannya bisa sesuai dengan selera desainer dan dapat menyesuaikan pada bentuk dan ukuran atapnya.

Penutup atap sirap bambu dapat digunakan pada bangunan atap lengkung tanpa lapisan lain untuk mencegah kebocoran air hujan. Bangunan dengan atap lengkung satu arah dapat menggunakan penutup atap sirap bambu dengan mengaplikasikan kriteria desain tertentu, yaitu: modul sirap bambu yang terdiri susunan bilah bambu yang berlapis, adanya celah udara, susunan modul bambu yang membentuk panel dengan jumlah minimal dua lapis, ujung sirap bambu berbentuk runcing, dan menggunakan kawat Galvanis / material fleksibel lain sebagai sambungan antar modul. Material yang diperlukan untuk konstruksi penutup atap sirap bambu ini juga sangat praktis, mudah dicari, harganya murah, konstruksinya mudah dan cepat, tidak membutuhkan alat yang khusus, namun keawetannya belum dapat diprediksi.

#### **6.2 Saran**

##### **6.2.1 Untuk Arsitek**

Menggunakan sambungan yang fleksibel untuk sambungan penutup atap sirap bambu pada atap lengkung adalah salah satu kriteria yang sangat penting agar sirap bambu dapat mengikuti bentuk lengkungan pada atap.

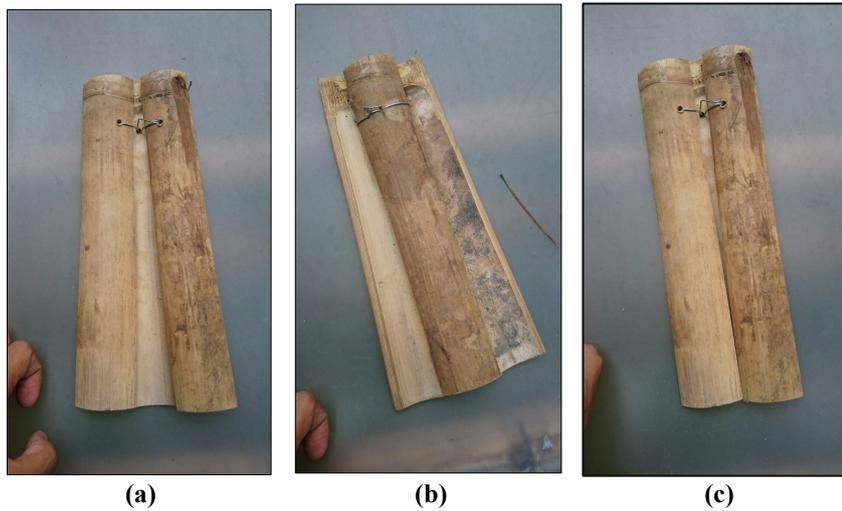
Pada daerah tropis basah yang sering terjadi hujan, direkomendasikan menggunakan susunan penutup atap sirap bambu dua lapis untuk mencegah kebocoran.

##### **6.2.2 Untuk Penelitian Selanjutnya**

Terdapat beberapa hal yang bisa dikembangkan dari penutup atap sirap bambu dengan penelitian-penelitian selanjutnya. Penelitian ini berhasil untuk membuat konstruksi sirap bambu yang mampu diaplikasikan pada atap lengkung searah. Pada penelitian selanjutnya modul penutup atap sirap bambu bisa didesain agar mampu diaplikasikan pada atap lengkung dua arah.

Bagian ujung modul sirap bambu dapat dimiringkan keluar sebesar 1-5 derajat, seperti pada gambar di bawah ini. Selain dilebarkan juga dapan

dimiringkan ke dalam. Modul ini berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut untuk atap lengkung dua arah.



**Figur 6.1**

(a): Tampak atas modul yang dimiringkan ke luar, (b): Tampak bawah modul yang dimiringkan ke luar, (c): Modul yang dimiringkan ke dalam

Sumber: Dokumentasi Budianastas

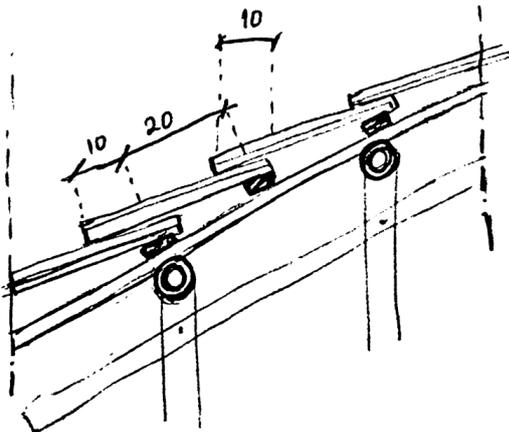
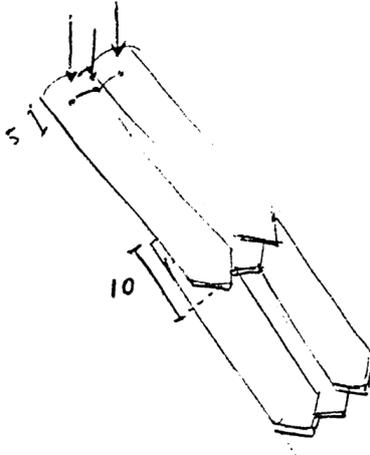
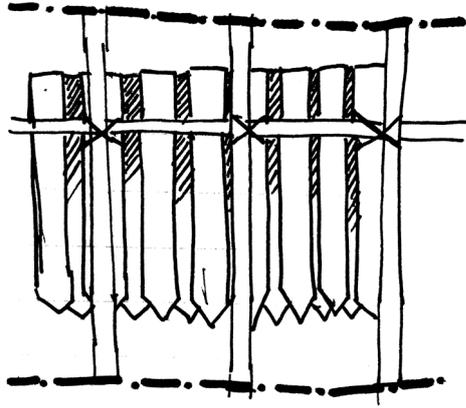
## DAFTAR PUSTAKA

- Minke, Gernot. (2012). *Building with Bamboo*. Basel : Birkhäuser.
- Cruz, Cesar A. *Wright's Organic Architecture: From >Form Follows Function<, to >Form and Function are One<*. Illinois: Wolkenkuckucksheim
- Fawcett, A.Peter. (1998). *Architecture: Design Notebook 2<sup>nd</sup> Edition*. Oxford: Architectural Press
- Guthrie. Pat. (1998). *The Architect's Portable Handbook*. United States: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Merritt, Frederick S. (2000). *Building Design and Construction Handbook*. United States: McGraw-Hill Companies, Inc.
- “Jenis Atap Sirap Bambu,” <https://tulaykawayan.blogspot.co.id> [diakses 18 Februari 2018]
- Modern Bamboo Structure: Y.Xiao, M.Inoue & S.K. Paudel
- Jayanetti, D. L., & Follett, P. R. (2008, September). Bamboo in construction. In *Modern Bamboo Structures: Proceedings of the First International Conference* (pp. 23-32). Taylor and Francis Group, London.
- “Jenis Atap Sirap Bambu,” [Rumahdaribambu.com](http://Rumahdaribambu.com) [diakses 24 Maret 2018]
- Stuttgart, K.V.Karl. (1985). *IL31 Bambus – Bamboo*. Germany: Institut für leichte Flächentragwerke.
- Pradipto, Eugenius. 2018. *Sirap Wiru*. Wawancara oleh Danna Christina pada tanggal 3 Februari, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia, 2 jam 35 menit.
- Adhiwira, Effan. 2018. *Aplikasi Penutup Atap Sirap Bambu pada Bangunan Lengkung*. Wawancara oleh Danna Christina pada tanggal 4 April, email.



# LAMPIRAN

## LEMBAR DESIGN



## LEMBAR OBSERVASI

Kendala dalam membangun Prototipe:

- Dipaku dengan paku 4cm, dan menghasilkan retakan.



*Paku 4 cm*

*Sumber: Dokumentasi pribadi*

- Kendala retak pada bilah bambu dikarenakan paku diselesaikan dengan menggunakan bilah bambu yang
- Hasilnya adalah bambu tidak retak lagi



*Panel sirap bambu yang masih dipaku ke bilah bambu*

*Sumber: Dokumentasi pribadi*

- Kendala kedua, pemakuan ke rusuk bambu
- Rusuk bambu yang lurus dan kaku sesuai dengan sirap wiru Eugenius Pradipto sulit diaplikasikan pada rangka lengkung.
- Ukuran panjang panel bebas tergantung lengkungan atap bangunannya.
- Jika lengkung atap satu titik, maka rusuk yang panjang bisa digunakan. Dipasang dibawah lalu dinaikkan ke atap dan dipasang ke reng.
- Penggunaan bambu tidak maksimal karena harus dipotong di buku bambu (hanya bisa sekitar 8 potong bambu, yang berarti 24 bilah bambu).

- Buku bambu membuat antar bilah bambu menjadi tebal dan tidak rapat.
  - Tidak semua modul perlu dikawat ke reng atap.
  - Sambungan kawat sebaiknya ada pada daerah yang dekat dengan pers
- Sesuai dengan kriteria desain sirap bambu di atas, ujung sirap bambu sebaiknya runcing untuk mengarahkan air hujan.



*Susunan bilah bambu*

## LEMBAR WAWANCARA

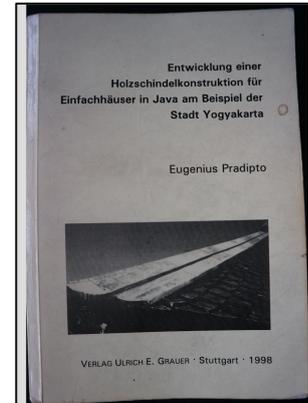
Berikut merupakan transkrip hasil wawancara dengan Eugeneus Pradipto di Universitas Gadjah Mada pukul 13.00 WIB.

### **Apa yang dimaksud dengan sistem sirap?**

Sirap adalah sistem konstruksi berlapis sehingga bahannya bisa berbagai macam seperti asbes, kayu, seng. Definisi itu yang harus orang ketahui. Ini buku saya dalam bahasa Jerman.

Dari jaman dulu sudah ada sirap kayu. Dari situlah makanya sirap banyak digunakan dan sangat filosofis. Menggunakan bahan yang berada di atas. Seperti genteng terbuat dari tanah, tidak seharusnya tidak ditaruh di atas. Ada beberapa daerah yang tidak mau pakai genteng tapi menggunakan seng. Oleh karena filosofis tersebut, di luar Jawa belum mau menggunakan atap dari tanah liat, tapi dengan seng. Problem seng adalah panas, tentang kenyamanan. Bahan yang seharusnya diatas adalah bahan dengan transimisi panas tendah bisa daun, bambu, ijuk, dll. Berasal dan berada pada bagian atas. Bawah ya di bawah, atas ya di atas. Ini perlu dipahami. Bahan penutup atas saat ini, kriterianya adaah kurang pas di iklim Indonesia. Yang dipakai adalah ketahanan terhadap beban yang mana tidak ada hubungan dengan kenyamanan dalam ruang. Di Indonesia, sampai saat ini masih dicari bahan penutup atap yang cocok digunakan sehari-hari.

Indonesia beriklim tropis basah yang banyak hujan dan jarang hujan. Tropis lembab sering hujan seperti di Bali, NTB (jarang) hujannya tidak sesering di Jawa Barat. Yang jadi persoalan ada basah terus dan ini terkait dengan penutup atapnya alang-alang di Bali bisa sampai 20 tahun, di Jawa tidak akan lebih dari 5 tahun. Hancur karena kelembapan. Alang-alang itu hancur karena dimakan oleh jamur. Sifat yang dipegang tumbuhan yaitu ada pori2 dan zat makanan. Jamur akan tumbuh pada media kelembapan di atas 20%, ada sinar matahari langsung, aliran udara yang tidak berigtu kencang dengan sayup2. Ini adalah beberapa persyaratan media akan dikujungi oleh jamur. Jika tidak cepat kering akan dijamur, bambu bisa rusak.





Lapisan kedua sirap bambu yang tidak basah setelah hujan  
 Sumber: Dokumentasi Eugenius Pradipto

Handwritten data table with columns for weather conditions (cuaca) and measurements. The table is organized into several rows and columns, with some cells containing numerical values and others containing text or symbols.

Group	Weather	Measurement 1	Measurement 2	Measurement 3	Measurement 4
1	a.	08.0	07.8	07.7	07.7
	b.	07.9	07.8	07.7	07.7
2	a.	08.0	07.8	07.7	07.7
	b.	07.9	07.8	07.7	07.7
3	a.	08.0	07.8	07.7	07.7
	b.	07.9	07.8	07.7	07.7

Handwritten data table similar to the one above, but with a different layout and including a 'Ruang' (Room) section. It contains numerical data and text labels for weather conditions and measurements.

Group	Weather	Measurement 1	Measurement 2	Measurement 3	Measurement 4
1	a.	08.0	07.8	07.7	07.7
	b.	07.9	07.8	07.7	07.7
2	a.	08.0	07.8	07.7	07.7
	b.	07.9	07.8	07.7	07.7
3	a.	08.0	07.8	07.7	07.7
	b.	07.9	07.8	07.7	07.7

Hasil pengukuran kelembapan bambu saat cuaca cerah dan hujan  
 Sumber: Dokumentasi Eugenius Pradipto



*Sambungan rusuk panel ke reng  
Sumber: Dokumentasi Eugenius Pradipto*

### **Apa latar belakang adanya Sirap Wiru? Bagaimana cara agar atap sirap kayu cepat kering ?**

Jadinya ada sirap wiru itu diciptakan agar cepet kering. Dibuat fokusnya untuk mengurangi kelembaban dengan cara menaikkan temperatur, temperatur naik, kelembaban turun, namun ternyata ada akibatnya, bisa menyebabkan pecah.

Kayu ulin yang biasanya di gunakan untuk material atap memiliki berat jenis 1,2 jadi kayu tersebut memiliki kepadatan yang cukup tinggi, hal tersebut menyebabkan jamur tidak bisa tumbuh karena terlalu padat sehingga tidak masuk dan ngerusak ketika terjadi kelembaban tinggi. Namun yang dapat tumbuh seperti lumut, tapi lumut hanya tumbuh di atasnya jadi tidak merusak.

Material bambu memiliki berat jenis 0,5-0,6 sehingga sifatnya tidak terlalu padat. Elemennya terdiri dari rongga dan kulit. Pada bagian kulitnya terdapat serat yang dapat cepat menyerap air, hal tersebut menjadikannya bambu memiliki kelembaban yang tinggi. 30% bambu dapat berisikan air dan kelembaban bisa terus naik.

Oleh karena itu dibuatlah sistem konstruksi sirap wiru yang memiliki lubang-lubang diantara tumpukannya, sehingga memungkinkan angin untuk masuk melewati lubang tersebut dan membawa kelembaban didalamnya sehingga tetap stabil/berkurang dengan cepat.

Tumpukan antar segmen diletakan  $\frac{3}{4}$  kedalaman, hal ini dimaksudkan agar air hujan tidak masuk. Jadi, hanya  $\frac{1}{3}$  bagian yang terbuka dan ditambah sudut kemiringan yang membuat aliran air tidak masuk.

Namun ada masalah lain dari sistem tersebut, yaitu udara yang juga membawa debu, sehingga solusinya adalah perlu dicari lagi dimensi lubang yang lebih efisien agar meminimalisir atau memungkinkan untuk debu tidak masuk. Hal tersebut akhirnya sudah

dapat diatasi, yaitu dengan cara membuat jarak antar sirap ke sirapnya mengikuti ketebalan bahannya jika tebal 1cm jadi jaraknya 1cm dst.

Dalam penelitian beliau 1 panelnya iya membuat dengan dimensi 40x60 namun ternyata di lapangan diketahui dan di usulkan oleh pekerja bahwa akan lebih enak dibuat 60x100cm dan sisa 20cm yang keluar atau tertampak.



*Panel sirap bambu penelitian Eugenius Pradipto  
Sumber: Dokumentasi Eugenius Pradipto*

**Mengapa sistem konstruksi Sirap Wiru ini di usulkan dengan bambu walau dengan material lain juga sangat memungkinkan untuk di kerjakan?**

Hal tersebut karena material bambu murah dan tujuannya untuk mudah di kerjakan dengan material yang murah dan sangat *available*.

Beliau pernah menggunakan bahan lain yang dinamakan “lis” yaitu jenis bahan yang sudah tidak terpakai atau bahan sisa. Jadi bahan tersebut di potong2 menjadi bilah bilah lalu disusun seperti sistem yang beliau rancang. Lalu dari kejadian tersebut beliau sadar kalau jika materialnya dijadikan bilah bilah berarti material apapun bisa digunakan juga.

Akhirnya beliau mencoba menggunakan material bambu, yaitu jenis bambu petung yang berukuran besar dan sudah di awetkan. Harganya cukup mahal, 1m nya bisa 1.250 namun beliau bagi jadi 2 bilah. Dari segi ekonomis jika ukuran panelnya 40x60 maka harga satu panelnya bisa sekitar 10.000. Akhirnya cukup mahal walau masih lebih murah dari material lain. Lalu beliau mencoba bahan bambu jenis lain, yaitu jenis bambu apus dimana dimensinya lebih kecil dengan diameter 7cm, jadi tentunya lebih murah harganya. Dan ternyata jenis bambu ini memiliki kepadatan yang lebih tinggi. Hal tersebut membuatnya menjadi lebih kuat dibandingkan bambu petung karena memiliki rongga yang lebih kecil. Rongga yang lebih besar menyebabkan air dapat masuk dan menyimpan air lebih banyak sehingga lebih lama kering dan cepat mengalami pembusukan karna terlalu lama menyimpan air.

Pada penelitian beliau menggunakan sistem 3 lapis, namun sistem 2 lapis pun masih sangat memadai dan tidak tembus hujan. Dan pada sistem konstruksi sirap wiru ini

tidak lagi diperlukan lapisan lainnya. Biasanya orang-orang umumnya menggunakan bahan plastik untuk proteksi terhadap air hujan atau kebocoran, namun kenyataannya hal tersebut ternyata membuat bahan atap terutama bahan alam menjadi cepat membusuk. Lapisan plastik akan menghambat bahkan menutup aliran air sehingga sulit turun dan menutup sirkulasi masuknya udara dari bagian bawah. Sisa-sisa air hujan yang tersembunyi mengendap hingga 1-2 hari dan sulit mengalir atau tidak sama sekali. Air yang mengendap tanpa terkena sinar matahari dan tanpa dilalui udara masuk akan memunculkan jamur yang dapat menyebabkan kerusakan dengan cepat.

Untuk bahan alang-alang dengan sistem konstruksi sirap, kerapatan akan sangat mempengaruhi durabilitas bahan atap yang digunakan. Bali membuat kerapatannya hanya 5cm dari tiap lapisnya, sehingga tahan lama, namun kalau masyarakat umum di Jawa hanya 10cm karena mengejar bahan yang lebih sedikit sehingga lebih hemat. Hal tersebut membuatnya menjadi tidak tahan lama, hanya bertahan 4 tahun.

Sirap yang beliau gunakan hanya bertahan 2-3 tahun. Pori-pori dari bahan bambu petung yang di gunakan terlalu besar sehingga mengimban air cukup banyak jadi cepat rusak. Oleh karena itu seharusnya menggunakan bahan bambu tua dimana memiliki pori-pori yang lebih kecil dan berat jenisnya lebih tinggi sehingga kepadatannya juga tinggi. Karena hal tersebut, air jadi lebih sedikit masuk dan kemungkinan keringnya jauh lebih cepat, dapat kurang dari 2 jam.

### **Bagaimana cara agar bambu bisa tahan lama?**

Beliau sudah memaksimalkan desain, namun desain hanya dapat meningkatkan efisiensi dari sistem konstruksinya. Bagaimana perletakannya, dimensinya, dst. Mau meningkatkan durabilitas namun terbatas oleh durabilitas alami dari material itu sendiri.

Oleh karena itu, ia ditemui oleh ahli kimia yang dapat membuat bahan untuk pengawetan sebuah material agar bisa bertahan sampai 10-20 tahun.

Akhirnya akan di lakukan percobaan pada bambu nantinya, agar bambu yang di gunakan beliau untuk sistem atapnya dapat bertahan hingga 20 tahun dan dapat juga di terapkan pada material lainnya.

Fokus dari penelitiannya yaitu bahan lokal. Dimaksudkan agar masyarakat Indonesia dapat menggunakan bahan sendiri tanpa tergantung oleh bahan luar maupun teknologi luar. Ingin membuat bahan yang mudah dan sangat sederhana agar tidak tergantung. Sebisanya tidak tergantung oleh bahan luar sama sekali, seperti sambungan menggunakan lem, dll. Kecuali lem tersebut di produksi di Indonesia.

Jadi lapisannya lebih baik di paku karna lebih tidak tergantung teknologi luar.

### **Bagaimana dengan atap lengkung ?**

Sistem yang beliau buat pada dasarnya yaitu menjadi sebuah plat sehingga pastinya bisa melengkung karena terdiri dari bilah kecil. Ada 1 hal yg dipikirkan, jadi sirap yg di Jawa lebih boros dari yang di Kalimantan, Kenapa? karena orang Jawa itu pasang sirapnya keliru, karena yang di paku itu ujungnya. Kalo yang di paku yang di atas ketika 3 lapis.

Bambu tapi dikasih seng 1 lapis, tidak tahan lama atapnya..Sirap dari Bali yang di Desa Tenganan, pake atap dengan bambu yang permukaannya dia balik. Jadi yang atapnya yang di dalemnya..pake bisa 20 tahun. Perkiraannya beliau, ketika kena panas akan menyusut dan cepat retak, karena berubah berubah ketika panas dan dingin. Yang di balik2 aja gitu. Lebih hemat biaya dan durabilitas lebih lama

Berikut merupakan transkrip hasil wawancara dengan Effan Adhiwira melalui *email*.

#### PRIORITAS 1

1. Apa kelebihan dari atap sirap bambu?  
Bahan natural, tampilan menarik, dan bisa mengikuti bentuk organik
2. Apa kekurangan dari atap sirap bambu?  
Kalau dekat tempat lembab /ternaungi pohon besar.. mudah lapuk
3. Apa jenis bambu yang baik untuk digunakan sebagai material atap sirap ?  
Bambu tali/apus
4. Berapa ukuran diameter bambu yang digunakan?  
Bebas.. karena esensi bukan di diameternya. Tapi cara membuat rata.
5. Berapa ukuran panel atap sirap bambu?  
Bebas.. tergantung bahan dan selera perancangnya
6. Bagaimana aplikasi pemasangan atap sirap bambu ke permukaan atap yang melengkung? Sama saja. Tinggal dipaku sesuai dengan bentuk atapnya.(bisa dilengkapi dengan foto)  
Bagaimana potensi penggunaan atap sirap bambu pada bangunan atap lengkung sangat bagus, karena karakter materialnya yang memungkinkan untuk dilengkungkan.
7. Berapa lapis bambu yang baik digunakan untuk atap sirap bambu?  
Lebih banyak lapisannya lebih baik. Tetapi sekarang ini lebih banyak menggunakan bantuan lapisan anti air dibawahnya untuk mengurangi ketebalan sirap.
8. Bagaimana proses konstruksi dari bambu batang menjadi panel atap sirap? Bambu dibelah dan kemudian dicacah dari sisi dalam sehingga bias diluruskan.
9. Bagaimana sambungan antar panel atap sirap bambu?  
(Foto/sketsa/gambar kerja)  
Tidak perlu disambung, dipasang disebelahnya saja berderet.
10. Bagaimana sambungan antara panel dengan rangka atap?  
(Foto/sketsa/gambar kerja)  
Dipaku saja. Bisa paku biasa atau dengan nailgun untuk proses lebih cepat.

## PRIORITAS 2 (opsional)

- Berapa kemiringan minimal dari atap sirap bambu?  
Menurut pengalaman saya. 30derajat
- Bagaimana ketahanan atap sirap bambu terhadap cuaca panas dan curah hujan di Indonesia?  
cukup baik, asal tidak terlalu ternaungi oleh kanopi pohon yang besar sehingga lembab.
- Salah satu keuntungan menggunakan panel adalah adanya celah untuk aliran udara ke dalam dan luar bangunan. Bagaimana sistem aliran udara pada panel atap sirap bambu?  
Celah udaranya sedikit sekali karena harus tidak ada rongga bagi air masuk. Apalagi jika sudah menggunakan lapisan tahan air.
- Apakah ada lapisan *finishing* pada panel atap sirap bambu?  
Boleh difinishing untuk terlihat baru dan tahan lebih lama. Tetapi biasanya bambu sudah punya lapisan lilin sendiri yang nantinya tetap akan terdegradasi oleh cuaca.
- Jika ada lapisan finishing, lapisan apakah itu?  
Menggunakan politur kayu
- Berapa umur atap sirap bambu ?  
Sangat tergantung kondisi lokasi, cuaca, dan kemiringan atap. Harusnya lebih dari 5th
- Apa perawatan lebih lanjut yang harus dilakukan pada atap sirap bambu?  
Memastikan tidak banyak tumpukan daun/material lain yg membuat lembab. Perawatan berikutnya adalah Penggantian bagian sirap yang sudah lapuk
- Apa potensi pengembangan kualitas ketahanan atap sirap bambu terhadap hujan dan panas?  
Dipertebal lapisannya sehingga jika lapisan teratas sudah lapuk masih dapat tergantikan oleh lapisan bawahnya. Seperti pada atap sirap jaman dulu