

MODEL PENGEMBANGAN DAN PERLINDUNGAN KONSTRUKSI BAMBUPASCA BENCANA

Studi Kasus: Huntara Sudimoro, Gereja St. Yakobus Bantul, Masjid Jumoyo Muntilan

Eugenius Pradipto

Departemen Arsitektur dan Perencanaan, Teknik Arsitektur
Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
E-mail : e.pradipto@ugm.ac.id

Abstrak: Indonesia terletak di antara dua benua, yaitu Asia dan Australia dan dua Samudra, yaitu Hindia dan Pasifik. Wilayah Indonesia merupakan wilayah yang rawan bencana, seperti gunung berapi, gempa tektonik, banjir, dan tanah longsor. Kesiapan bangunan sementara untuk korban bencana masih kurang dapat memenuhi kebutuhan dan juga kurang dapat cepat dalam pembangunan. Bamboo merupakan pilihan utama untuk bangunan pasca bencana karena mudah didapat dan mudah dikerjakan. Namun banyak kualitas bangunan huntara bambu banyak yang tidak dihuni karena kurang layak huni. Untuk itu diperlukan peningkatan kualitas konstruksi juga nilai fungsinya supaya penghuni tidak menjadi korban kedua dari bangunannya, dengan memperhatikan standart minimum konstruksi yang baik rumus 4S+1D yaitu *stabil, strenght, safe, sinergi* dan *durability*. Contoh model pengembangan bangunan dan perlindungan konstruksi pada Huntara bambu di atas sawah, Gereja St. Yakobus Bantul, dan Mushola di tengah sawah.

Kata kunci: Pasca Bencana, Konstruksi, Bambu, Huntara

Title: *Development and Protection Model of Post-Disaster Bamboo Construction, Case Study: Sudimoro shelter, St. Church. Yakobus Bantul, Jumoyo Muntilan Mosque*

Abstract: *Indonesia is located between two continents, namely Asia and Australia, and two oceans, the Indian and Pacific Oceans. Region Indonesia is a disaster-prone area, such as volcanoes, tectonic earthquakes, floods, and landslides. The readiness buildings against disasters still do not meet the standards of good construction. Post-disaster shelter building with bamboo material already many tried to cope with the disaster because the bamboo material is easily available and easy to do. Quality of bamboo shelters, many unoccupied for less livable. It is necessary for improved functioning of shelters by taking into account the minimum standards of good construction, 4S + 1D formula that is stable, strong, safe, synergies, and durable. If building shelters already have a foundation of good construction, the shelter would be uninhabitable and last a long time: Examples Bamboo church buildings, Huntara, and Mushola in the middle of rice fields.*

Keywords: *Post-disaster, Construction, Bamboo, Temporary shelter*

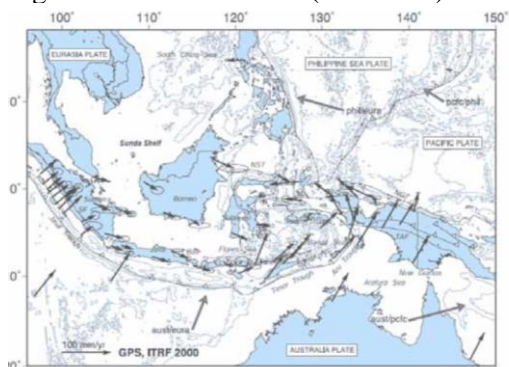
PENDAHULUAN

Kepulauan Indonesia terletak di daerah khatulistiwa, di antara Benua Asia dan Benua Australia, serta di antara Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Wilayah Indonesia berada pada posisi silang. Posisi Indonesia menjadikan Indonesia memiliki iklim tropis lembab, sangat berbeda dengan daerah khatulistiwa yang beriklim tropis seperti di Brazil atau Uganda, Somalia. Peta Iklim Indonesia menunjukkan bahwa Indonesia memiliki tiga ragam curah hujan, (Troll dalam Pradipto, 1998) yang membaginya menjadi tiga daerah, yaitu daerah banyak hujan, daerah sering hujan dan daerah jarang hujan. Kondisi iklim di Indonesia sangat

dipengaruhi oleh kondisi iklim di kedua benua. Perubahan iklim ekstrim di Australia berimbas ke Indonesia, meningkatkan angin ribut atau topan, hujan yang mengakibatkan meningkatnya bencana banjir dan tanah longsor khususnya pada daerah banyak hujan, di Indonesia bagian barat.

Wilayah Indonesia dikelilingi oleh lempeng Eurasia, lempeng Indo-Australia, dan lempeng Pasifik. Wilayah Indonesia juga merupakan jalur rangkaian gunung api aktif di dunia atau seringkali disebut Cincin Api Pasifik (*The Pasific Ring of Fire*). Gunung berapi selain melontarkan lahar panas atau awan panas juga melontarkan material bebatuan dan gempa vulkanik. Karakteristik amukannya bukan hanya merusak bangunan namun kemampuannya “meniadakan”

atau menghancurkan hingga tidak menyisakan bahan bangunan. Karakter ini berbeda dengan karakteristik korban gempa tektonik yang “hanya” meruntuhkan bangunan, namun masih memberikan sisa-sisa bahan bangunannya. Gempa tektonik sangat potensial terjadi karena posisi Indonesia yang dikelilingi oleh lempengan kerak bumi yang terus bergerak. Dua jalur gunungapi besar dunia juga bertemu di Nusantara dan beberapa jalur pegunungan lipatan dunia pun saling bertemu di Indonesia (Gambar 1).



Gambar 1. Peta tektonik kepulauan Indonesia dan sekitarnya (Bock dkk, 2003)

Gambar 1: Peta tektonika di Indonesia
Sumber: RBI-BNPB

Dalam situasi di negara kepulauan yang penuh ancaman bencana alam, kesiapan terhadap munculnya bencana perlu disadari dan diingatkan kembali. Kesiapan bukan hanya pada anggota masyarakatnya namun dalam hal ini kesiapan penyediaan bangunan dalam menghadapi bencana. Bangunan tradisional sejatinya sudah sangat akrab oleh masyarakat dan konstruksinya telah. Bangunan tradisional pada umumnya menggunakan bahan kayu atau bambu, dimana bahan itu sudah sangat dikenal dan sudah dikerjakan hingga dikonstruksi oleh masyarakat. Pada umumnya bangunan dengan bahan kayu dan bambu mampu bertahan saat gempa bumi. Pasca gempa melanda Yogyakarta, kandang sapi dari kayu diambil alih karena bangunan “modern” majikannya rusak (Pradipto, E, 2008). Di Nias bangunan tradisional dari kayu mampu bertahan saat gempa besar menggoyang dataran Nias, bangunan modern bersimpuh, rebah ketanah sementara bangunan tradisional masih mampu mempertahankan eksistensinya.

Dalam peristiwa kebencanaan baik di kota ataupun di daerah pinggiran, terlihat belum ada kesiapan. Dalam situasi kebencanaan pada umumnya terjadi karena kondisi iklim buruk, seperti hujan, dan angin memperberat situasi, sementara bangunan belum dapat difungsikan

dengan baik. Bantuan untuk mengatasi kebutuhan tempat tinggal para korban sangat mendesak dan perlu diadakan. Bambu menjadi salah satu bahan pilihan utama. Bambu dapat ditemukan hampir disetiap lingkungan, selain dapat digunakan tanpa banyak membutuhkan persiapan, bambu dapat dikerjakan dengan alat yang sangat sederhana. Struktur bambu yang berbuku-buku dengan udara kosong menjadikan bambu bulat memiliki berat yang ringan sehingga mobilisasinya sangat mudah, namun memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Dalam situasi mendesak bambu dengan usia 3 tahun sudah dapat digunakan sebagai bahan konstruksi tanpa membutuhkan penyiapan yang rumit seperti pengawetan. (Komang & Artiningsih, 2012)

Pada umumnya daerah-daerah pasca bencana belum siap dengan bangunan darurat. Kualitas bangunan darurat pasca bencana pada umumnya kurang memikirkan nilai kemanusiaan selain sistem konstruksinya yang sangat sederhana. Tulisan ini memaparkan hasil penelitian model untuk meningkatkan nilai fungsi bangunan “sementara” layak huni dan perlindungan konstruksi sebagai upaya untuk menjauhkan penghuni atau pemakai bangunan menjadi korban kedua pasca bencana. Dasar pemikiran dengan menerapkan standar minimal sistem konstruksi yang baik, 4S+1D; yaitu *stabil, strength, safe, sinergi* dan *durability*. Sasaran utamanya mengangkat “martabat” bahan bambu yang “murahan” dan dipandang ketinggalan jaman, menjadi bahan bangunan pilihan pengganti atau sekelas kayu.

BAMBU SEBAGAI KONSTRUKSI PASCA BENCANA

Sifat Mekanik Bambu

Bambu memiliki sifat mekanik yang memenuhi syarat untuk konstruksi bangunan. Dalam kondisi kering udara Bambu memiliki sifat mekanik lebih tinggi dari pada dalam kondisi basah. Kekuatan elastisitas pada kondisi kering udara 243.585 kg/cm² pada kondisi basah 205.306. kg/cm². Kuat tekan sejajar serat pada kondisi kering 654 kg/cm² dan pada kondisi basah 361 kg/cm² (Haris, 2008). Bambu sebagai bahan biologis dari tumbuhan diantaranya mengandung unsur selulosa juga hemiselulosa yang menjadi bahan makan insekta seperti rayap. Rayap dan jamur mempunyai hubungan hidup *simbiosis mutualistis* dalam mencari makan

(Budhiyanto, dkk, 2015). Jamur hidup pada kelembaban sekitar 20%M. Pelunakan bahan oleh jamur akan memudahkan rayap untuk mendapatkan makanannya sementara kotoran rayap menjadi nutrisi bagi jamur.

Konstruksi merupakan satu produk dari teknologi atau ilmu rekayasa yang setidaknya menyangkut tiga hal: macam bahan yang digunakan, metode dan teknik juga alat sambung yang dipergunakan. Konstruksi yang baik setidaknya memenuhi persyaratan dengan rumus 4s+1d: stability, safe, strength, sinergi dan durability.

Ada beberapa model konstruksi bamboo untuk struktur atap bentang lebar. Sistem rangka batang atau truss system bisa digunakan untuk bentangan 20m, sedangkan model rangka ruang bisa mencapai 30m (Wijayanti, 2008). Kemampuan balok menahan beban berbanding lurus antara ketinggian balok (h) dengan bentangan balok tertumpu (l), semakin tinggi (h) maka jarak antar tumpuan semakin lebar karena semakin tinggi balok (h) momen Inersianya semakin meningkat.

METODE PENELITIAN

Sistem konstruksi rangka adalah satu-satunya model yang menjadi pilihan untuk bahan bambu. Stabilitas sistem rangka (rangka batang) dapat diperoleh melalui adanya perkuatan atau sekur antara batang tegak dan mendatar. Alat sambung perangkai menggunakan baut yang akan sangat memudahkan pengerjaan dan sangat kuat untuk mengunci rangkaiannya (Eratodi, 2017). Untuk bangunan darurat atau pasca bencana yang membutuhkan ketersediaan bangunan secara cepat, pengerjaan konstruksi bangunan dapat dilakukan secara modular untuk elemen-elemen bangunannya. Perakitan ditempat akan mudah dilakukan dan cepat dibangun, stabilitas ruangnya dapat mudah dicapai dengan menambah batang perkuatan atau pengaku.

Cara perlindungan bahan bambu terhadap serangan rayap atau teter pada dasarnya menjaga dan menjauhkan dari kandungan kelembaban di dalamnya, setidaknya pada tingkat udara kering. Cara pengeringan alami cocok untuk bangunan darurat, yaitu penganginan yang dilakukan pada konstruksi bangunan yang sudah berdiri, dengan catatan memberi aliran udara atau angin yang dapat mencapai ke semua elemen bangunan.

Bambu semakin kuat saat kondisinya pada udara kering, pada kelembaban dibawah 20%M.

Penambahan kemampuan menahan beban pada balok dapat dilakukan dengan beberapa pilihan. Peningkatan kekuatan balok/gelagar dapat dilakukan dengan cara rangka batang (*Truss System*), cara ini biasa digunakan untuk konstruksi atap bentang panjang. Dalam model rangka batang, rangkaian batang-batang membentuk segitiga dan beban akan dibagi pada batang penyangganya. Untuk bentangan panjang akan terdoi banyak rangkaian segitiga dan titik sambung. Model truss kurang menguntungkan untuk bahan bambu, karena banyaknya sambungan akan melukai banyak serat sejajar bambu. Alternatif lain dengan cara penebalan balok, menambah ketinggian (h) nya balok atau gelagar. Semakin banyak penambahan ketinggian (h) balok, maka kekuatan menahan atau nersia balok semakin tinggi. Model penebalan balok dengan cara memperbesar ketinggian atau (h) bisa jadi membutuhkan banyak bahan dan berdampak pada harga konstruksi yang tinggi.

Bentangan panjang untuk sistem balok tunggal sangat terbatas pada kemampuannya untuk menahan beban. Pada konstruksi beton bertulang, jarak (l) bentangan efektif antar penyangga sekitar 10 s/d 15 x ketinggian (h) baloknya. Untuk balok kayu, dari pengalaman di lapangan komposisi jarak peletakan antar penyangga balok sekitar 20 s/d 25 x ketinggian (h) balok kayunya. Bahan bambu dengan buku-buku berisi udara kosong jarak tumpuan (l) mampu menahan beban dirinya sendiri diperkirakan sekitar 20 x ketinggian (h) atau diameter bambunya, dengan perhitungan dimensi dan ketebalan pangkal dan ujung bambu tidak sama. Sistem tumpuan pada bangunan umumnya berupa kolom atau pilar atau tiang penyangga.

Sistem konsul dapat mengambil alih peran tiang penyangga dan memperkuat hubungan antara balok atau gelagar dengan tiang penyangganya. Dengan konsul di kedua ujung, bentangan balok (l) yang menggantung menjadi lebih pendek. Model ini memungkinkan untuk mengatasi atau menghindari banyaknya tiang penyangga balok supaya tidak mengganggu akatifitas di bawahnya.

Penutup atap bangunan di desa Panglipuran Bali, menggunakan sirap bambu. Cara peletakan bilah-bilah bambu terbuka, bagian dalam bambu berada di luar (Maurina & Sukango, 2015).

Model konstruksi sirap bambu terbuka mampu bertahan hingga 20 tahun untuk daerah banyak hujan posisi tengkurap lebih menguntungkan. Kikisan pada bagian dalam bambu lebih cepat terjadi dari pada bagian kulit bambunya. Posisi lunak dari bambu secara terbuka lebih cocok untuk elemen konstruksi terlindung seperti plafon sebagai peredam panas. Posisi daging lunak bambu terbuka memungkinkan dan memudahkan dalam pemeliharannya. Bagian lunak banyak mengandung selulosa yang disenangi insekta. Sementara itu insekta seperti rayap punya kebiasaan dan perilaku tidak senang ditempat terbuka, karena rabun cahaya. Kerusakan karena serangan rayap atau insekta dengan posisi peletakan permukaan lunak yang terbuka dari awal sudah dapat diketahui sehingga mudah dikendalikannya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Model Konstruksi Modular

Model konstruksi bangunan darurat di Sudimoro dirancang secara modular, satu blok bidang kerangka konstruksi dengan bentuk dan ukuran yang sama. Model konstruksi modular memiliki stabilitas rangkaian yang lebih tinggi dari model konstruksi bidang terpisah, yaitu rangka atap dan rangka batang.

Model konstruksi modular dapat diproduksi lebih cepat, memiliki presisi tinggi dalam perakitannya dan dapat dikerjakan ditempat lain. Kualitas konstruksi dan stabilitas bambu dapat dikontrol pada saat dikonstruksi sebagai rangka bidang, pada saat diangkat dari pabrik ke lokasi dan pada saat dirakit antara rangka bidang satu dengan lainnya.



Gambar 2: Pembuatan Konstruksi Modular
Sumber: Dokumen Pribadi 30/1/2011 & 4/2/2011

Model pengembangan konstruksi dikerjakan di Lokasi desa Sudimoro, berada di Kecamatan Muntilan, Kabupaten Magelang. Ada 10 bangunan rumah tinggal yang perlu dibangun dalam waktu cepat, dalam kurun waktu 3 bulan.

Model konstruksi modular bidang pembatas vertikal yang digunakan dalam proses konstruksi (Pradipto, 2011). Dalam dua hari, ada satu kerangka bangunan rumah dapat berdiri di atas tanah sawah.



Gambar 3: Proses Angkut dan Perangkaian Secara Gotong Royong
Sumber: Dokumen pribadi 4/2/2011

Dalam proses pembangunan pasca bencana, penyiapan bambu kurang dapat dilakukan dengan baik. Pengeringan bambu dilakukan bersamaan dengan pengkonstruksi bangunannya. Model konstruksi terbuka, dapat dijangkau oleh angin juga terang atau sinar pantul matahari, bamboo bisa kering dan pertumbuhan jamur dapat dihambat. Konstruksi terbuka memudahkan dalam pemeliharannya, serangan insekta perusak dapat terdeteksi sejak awal. Konstruksi “terbuka” menjadi satu cara efektif menjaga usia pakai bahan biologis.



Gambar 4. Huntara Sudimoro
Sumber: Dokumen Pribadi 27/3/2011

Model Konstruksi Bentang Panjang

Salah satu korban gempa tektonik tahun 2006 di Bantul, Yogyakarta adalah bangunan religius, Gereja St. Yacobus, di desa Klodran (Pradipto, 2010). Dalam masa menunggu pembangunan Gereja Permanen, dibangun Gereja darurat. Konsep yang digunakan “bergabung dalam kebersamaan Tritunggal Maha Kudus”. Semua umat memiliki kesempatan dan pandangan sama ke arah altar sebagai pusat penyatu dan sebaliknya imam sebagai pimpinan ibadah dapat meneruskan doa persembahan dari umat dan membagikan berkat roh kudus ke umatnya secara merata. Model konstruksi yang digunakan adalah sistem konstruksi bentang panjang, tanpa kolom penyangga di ruang tengah untuk menghindari adanya pembatas ruang. Bahan pilihan untuk bangunan gereja darurat adalah bambu yang didatangkan dari daerah Kulonprogo.

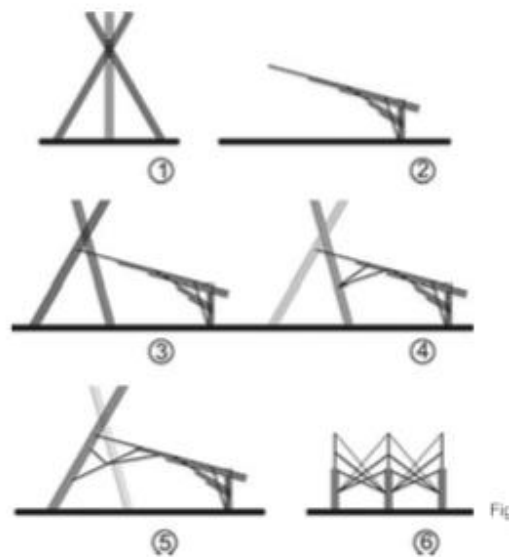
Model konstruksi bentang panjang yang dipilih dan digunakan untuk meningkatkan daya dukung adalah dengan cara penebalan atau menambah ketinggian (h) gelagar. Tumpukan dua atau tiga bambu akan meningkatkan inersia balok bambu, sehingga jarak antar tumpukan bisa diperpanjang. Model penumpukan/penebalan menggunakan 2 - 3 buah bambu, alat ikat penyatu tumpukan berupa mur-baut pada setiap jarak sekitar 50 cm. Diperhitungkan stabilitas dan kekuatan gelagar bambu untuk 3 tumpukan sekitar $3 \times 0,15 \text{ m} \times 20 = 9 \text{ m}$, untuk 2 tumpukan diperhitungkan untuk jarak tumpukan, sekitar $2 \times 0,15 \text{ m} \times 20 = 6 \text{ m}$.



Gambar 5: Model Bentangan lebar 16-18 m
Sumber: Dokumen Pribadi 30/8/2006

Model konstruksi atap miring memusat satu sisi dengan sudut kemiringan 35° sd 40° . Gelagar

bambu bertumpu pada dua tiang penyangga dalam posisi miring. Letak titik momen maksimumnya bergeser, turun mengikuti sudut kemiringan gelagarnya. Dalam kondisi itu maka digunakan model penebalan yang berjenjang, tumpukan bawah 3 lapis dari ujung tiang tumpuan sampai dengan titik geser maksimum sekitar 6 m, sedangkan gelagar tengah 2 lapis dengan panjang sampai dengan 6 m dan sisa tumpuan di ujung menggunakan satu lapis.



Gambar 6: Tahapan Pembangunan
Sumber: Pradipto, E. 2010

Ruangan umat tidak diinginkan adanya tiang penyangga di tengah. Sebagai pengganti tiang tengah digunakan skur atau menggunakan perkuatan penyangga miring. Skur, perkuatan mengikat ujung gelagar miring diambil 4,5 m dari tiang tumpuan dan pangkal skur bertumpu pada tiang penyangga. Konsul membentuk rangkaian segitiga kaku, berperan sebagai pengganti tiang penyangga di tengah ruang.

Konstruksi tumpukan 3 lapis bambu memiliki Inersia yang tinggi, namun sebagai gelagar dengan bentuk ramping 58×18 stabilitasnya rendah. Kekuatan gelagar akan optimal kalau posisi gelagar tegak sejajar arah garis grafitasi bumi, untuk itu perlu dipasang batang penstabil dari sisi kanan dan kiri.



Gambar 7: Model Konsul sebagai penyangga
Sumber: Dokumen Pribadi 20/9/2006

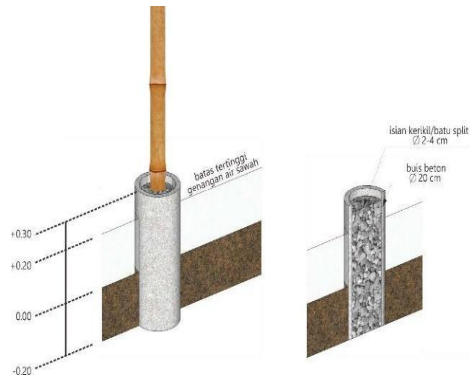


Gambar 8: Gereja Bambu St. Yakobus
Ruang umat bebas kolom di tengah
Sumber: Dokumen Pribadi 31/10/2007

Model Umpak Berongga, Perlindungan Bambu dari kelembaban

Model bangunan rumah darurat bentuk panggung banyak memberikan keuntungan selain lantai bangunan menjadi nyaman, lantai panggung dapat cepat berfungsi untuk tinggal tanpa harus menunggu datangnya pelengkap rumah seperti meja kursi, tempat tidur dan sebagainya. Tiang-tiang bambu berdiri di atas umpak berongga, begitu juga balok lantai agar terhindar dari sentuhan tanah sawah. Tanah sawah masih aktif tersambung dengan sistem irigasi. Air sawahnya dapat menggenangi hingga ketinggian 20 cm. Bambu dalam kondisi kelembabannya diatas 20%M sangat rentan diserang jamur juga insekta dan rayap. Solusi yang dapat dipersiapkan sebelumnya, yaitu menjaga supaya model umpak berongga (Pradipto et al., 2020) tidak kontak langsung dengan tanah dan sumber kelembaban atau

umpak dirancang agar bamboo secepatnya mengering.



Gambar 9. Model Umpak berongga
Sumber: E. Pradipto-Dimensi/petra

Model umpak berongga menjaga stabilitas kelembaban bambu sebagai upaya memberikan perlindungan dari insekta dan jamur perusak. Model umpak buis beton berisi kerikil tanpa adonan semen sehingga bersifat porous, dapat meneruskan air dari atas secara cepat sebaliknya menghambat naiknya air dari bawah masuk terhisap ke bambu. Ketinggian umpak berongga dapat disesuaikan dengan elevasi air tertinggi.



Gambar 10. Umpak Berongga pada Huntara
Sumber: Dokumen Pribadi 19/4/2011

Sirap Bambu, Bambu Apus Lebih Awet Dari Bambu Petung

Problem besar bahan penutup atap di daerah tropis lembab, yaitu panas matahari dan lembab hujan menahun. Bahan bambu dapat memberikan iklim ruang yang menguntungkan, yaitu dapat menyerap panas dan kelembaban. Pemanfaatan bahan bambu sebagai bahan penutup atap

mempunyai prospek yang baik bagi masyarakat daerah tropis (Larasati, 2012).

Ada tiga model sirap yang telah dicoba dan terus dikembangkan sebagai berikut: Model sirap dengan bahan bambu bentuk “galar” atau bambu geprek (Pradipto, 2010). Pengerjaan sederhana dan konstruksinya tipis, ringan, mudah dan fleksibel dalam pemasangannya. Kelemahan model ini karena bambu yang digunakan masih muda, usia 1-2 tahun. Sebagai bahan penutup atap yang kontak langsung dengan panas dan hujan, usia pakainya hanya sekitar 2 tahun, karena bambunya rapuh dimakan jamur.



Gambar 11. Sirap “bambu geprek”
 Sumber: Dokumen Pribadi 14/11/2008 & *Bambu geprek* 20/9/2006

Model sirap “bambu bilah” dengan bahan bambu petung, dipasang dengan posisi terbuka (*Blok Sirap Bambu*, 2013), hasil dari percobaan menunjukan model sirap bambu hanya mampu bertahan sekitar 3 tahun. Kerusakan pada permukaan bambu terlihat rusak dimakan jamur dan menyisakan permukaan daging bambu menghitam terbakar matahari.



Gambar 12. Sirap bambu bilah petung
 Sumber: *Kompas.com* 2015 & *Dok. Pribadi* 6/4/2013

Model blok sirap dengan bahan bambu apus, posisi bambu terbuka, daging bambu dipermukaan luar dapat bertahan hingga 5 tahun (*Blok Sirap Bambu*, 2013). Kerusakan terlihat permukaan terkikis, tanpa banyak mengubah warna bambu aslinya. Percobaan model sirap bambu tanpa menggunakan bahan tambahan pelapis ataupun pengawet.



Gambar 13. Model Blok Sirap “bambu apus”
 Sumber: *Dokumen pribadi* 7/5/2015 & *Pradipto,E* 2013

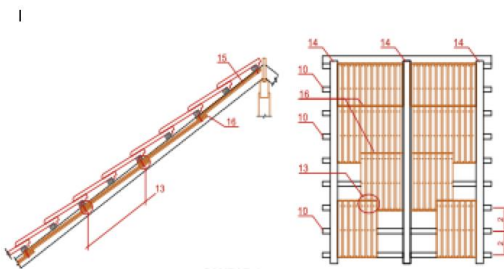
Pengembangan bambu sebagai bahan penutup atap sangat berpotensi untuk masyarakat di daerah lembab, selain harga lebih murah juga menyehatkan. Peningkatan usia pakai sangat terbuka dan menjadi tantangan yang terus perlu dicari cara pengatasannya baik secara konstruksi atau menggunakan bahan tambahan sebagai bahan pengawet. Cara pelaburan dapat meningkatkan 2x usia pakai bambu di tempat terbuka. Ada kemungkinan cara pelapisan dengan bahan lain atau cara komposit menjadi satu pilihan lain yang dapat ditawarkan untuk dilakukan. Masa depan penutup atap dari bahan bambu sangat baik, karena sesuai untuk mengatasi masalah temperatur yang panas dan lembab di daerah yang beriklim tropis lembab basah seperti Indonesia. Atap bambu sangat menyebarkan bagi penghuni dan lingkungan sekitar. Keuntungan lain penggunaan penutup atap dari bahan biologis akan meningkatkan nilai kesehatan bagi masyarakat, cocok digunakan bagi masyarakat umum atau yang masih kurang beruntung kemampuan ekonominya dapat menikmati rumah dengan atap yang sehat dan nyaman.

Model Plafon Bambu, Peredam panas atap

Penggunaan penutup atap dari bahan seng masih banyak ditemukan di daerah luar Jawa. Bangunan darurat umumnya menggunakan bahan penutup atap dari seng, dinilai lebih sederhana dan cepat dalam pengkontruksiannya. Persoalannya bahan seng memiliki transmisi

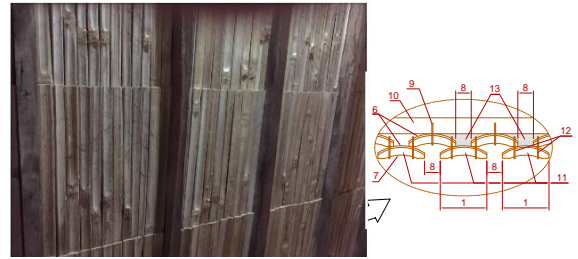
panas tinggi, menjadikan iklim di dalam ruangan kurang nyaman, panas pada siang hari dan dingin pada malam hari. Bahan bambu salah satu bahan memiliki nilai peredam panas yang cukup tinggi dan bahannya mudah ditemukan dan mudah dikerjakan.

Model Plafon miring dikonstruksi mengikuti kemiringan atapnya, penggunaan bahan menjadi lebih hemat selain bentuk atau volume ruang di dalam yang tidak berubah. Model plafon “antar rusuk” ditempel pada reng, sehingga dapat dibongkar pasang tanpa mengganggu konstruksi atapnya. Model plafon ini dikonstruksi seperti sirap, namun berjenjang kearah horizontal bukan berlapis tumpuk ke atas. Bilah bambu panjang 3 reng sebagai tumpuannya. Tumpukan atau pelapisan bilah-bilah bambu berjarak atau tidak rapat diperuntukkan secara celah-celah aliran udara. Penumpukan bambu disesuaikan dengan kebutuhan dalam peredaman (Afif et al., 2019)



Gambar 14. Plafon bambu antar usuk
Sumber: Afif, N 2019

Pada umumnya plafon ruangan hanya menggunakan dua lapis bilah bambu. Untuk ruangan dibawah atap yang dimanfaatkan sebagai ruang kegiatan peredaman panas dari lapisan bilah bambu memerlukan 3 lapis bambu. Posisi bilah bambu terbuka ke bawah, daging bambu terlihat sebagai upaya untuk memudahkan dalam pemeliharaan. Serangan teter atau rayap dapat dipantau sejak awal. Posisi kulit bambu menghadap atas bersentukan dengan permukaan penutup atapnya, kerapatan kulit bambu lebih cocok untuk menahan kemungkinan rembesan air dari penutup atapnya.



Gambar15. Plafon bambu terbuka
Sumber: Dokumen pribadi 9/7/2017 & Afif, N 2019

Model konstruksi plafon antar usuk dapat menggunakan bahan bekas, karena panjang bambu yang dibutuhkan sekitar 50 s/d 60 cm. Sedangkan daging bambu bekas umumnya memiliki kondisi bagian dalam bambunya masih bersih walau kulit bambunya berjamur. Kondisi permukaan dalam dipasang pada posisi terbuka atau menghadap kebawah masih terlihat catik.

KESIMPULAN

Bambu bulat dengan buku-buku udara kosong selain ringan juga memiliki nilai elastisitas tinggi setara baja. Karakter ini sangat menguntungkan apabila digunakan sebagai bahan konstruksi rangka.

Model konstruksi modular mempermudah dan mempercepat pembangunan yang diperlukan sebagai bangunan pasca bencana. Model blok konstruksi memberikan nilai kestabilan yang lebih baik dibandingkan model konstruksi terpisah, rangka atap dan rangka dinding. Model pengeringan bambu dengan penganginan setelah terkonstruksi dan sistem penganginan secara lancar pada cara konstruksi “terbuka” memberikan hasil bentuk bambu yang lebih stabil dan terjaga dari serangan rayap basah.

Model umpak berongga menjaga dan mengendalikan kelembaban bambu. Air dari atas dapat diteruskan ketanah dan sebaliknya air dari tanah dihambat naik, sehingga tidak mencapai konstruksi bambunya.

Bahan bambu mempunyai prospek baik untuk dikembangkan dan diproduksi secara industri. Model penutup blok sirap bambu berpeluang untuk bangunan umum di daerah tropis. Model blok sirap dari bilah-bilah bambu apus lebih awet dari bambu petung.

Bahan bambu mampu meredam transmisi panas dari penutup atap dan menyerap

kelembaban didalam ruangan. Model konstruksi plafon antar usuk mudah dalam pemansangan ataupun pemeliharaannya. Model konstruksi ini seperti sirap, berlapis kearah hosontal. Jumlah lapisan disesuaikan dengan kebutuhan ruang dibawahnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada masyarakat dan juga para relawan yang mambantu pembangunan Huntara, Gereja Bambu, Masjid di Pasar kejujuran dan juga plafon.

Terima kasih disampaikan kepada pimpinan Gereja Katolik Klodran, Masyarakat Sudimoro dan Masyarakat Jumoyo Muntilan yang telah memberikan kesempatan dan kerjasama dilakukannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, N., Pradipto, E., Wulansari, M. A. D., & Chairiyah, R. (2019). Constructional Design of Bamboo Slanted Ceiling for Lower Material Surface's Temperature and Humidity Levels. *Review of Urbanism and Architectural Studies*, 17(2), 50–62. <https://doi.org/10.21776/ub.ruas.2019.017.02.5>
- Budhiyanto. (2015). *Metode Pengawetan Bambu*. Universitas Gadjah Mada.
- Eratodi, I. (2017). Struktur dan Rekayasa Bambu. In *Universitas Pendidikan Nasional* (Vol. 1, Issue 1).
- Haris, A. (2008). Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Buluh Bambu sebagai Bahan Konstruksi. *Skripsi, IPB*.
- Komang, N., & Artiningsih, A. (2012). Pemanfaatan Bambu Pada Konstruksi Bangunan Berdampak Positif Bagi Lingkungan. *Metana*, 8(01), 1–9. <https://doi.org/10.14710/metana.v8i01.5117>
- Larasati, D. (2012). Penerapan Konsep Triple Helix pada Pengembangan Desain dan Industri Produk Bambu Kontemporer. Universitas Gadjah Mada, Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan.
- Maurina, A., & Sukango, S. (2015). Pemanfaatan Bambu Sebagai Material Penutup Atap Pada Arsitektur Tradisional dan Kontemporer di Indonesia. *Seminar Nasional Jelajah Arsitektur Tradisional, November*, 320–331.
- Pradipto, Eugenius; Hamastuti, S. (2015). Konstruksi Lantai Bambu Bongkar Pasang Bentang Panjang untuk Mitigasi Bencana. *Jurnal Unika*.
- Pradipto, E. (2010). Temporary Church by Bamboo. St. Jacob Catholic Church at Klodran Bantul, Yogyakarta, Indonesia. *JAU-Journal of Asian Urbanism*.
- Pradipto, E. (2011). BAMBOO CONSTRUCTION (Houses and Mosque for The Victims of Lava Flood on Pabelan River , at Sudimoro Village, Muntilan, Central Java Indonesia). *Indonesian Culture Symposium Vienna-Austria*.
- Pradipto, E. (2013). Blok Sirap Bambu, paten NR. P00201304547, tanggal 15 November 2013
- Pradipto, E., Marcillia, S. R., Afif, N., Hamastuti, S. D., & Annisa, N. N. (2020). Protecting Bamboo Column From Humidity With Porous Pedestal Foundation. *DIMENSI (Journal of Architecture and Built Environment)*, 46(2), 87–92. <https://doi.org/10.9744/dimensi.46.2.87-92>
- Troll, C. dalam Pradipto, E. (1998). *Entwicklung einer Holzschindelkonstruktion für Einfachhäuser in Java am Beispiel der Stadt Yogyakarta, Stuttgart*. Yogyakarta.
- Wijayanti, D. A. (2008). Konstruksi Bambu Pada Struktur. *Program Magister Teknologi Bangunan Universitas Indonesia*.