

PKM TUKANG BANGUNAN DESA SUKOGIDRI MELALUI TEKNIK PENULANGAN STRUKTUR RANGKA BETON BERTULANG BAMBU

Muhtar¹⁾, Hanafi²⁾, Iskandar Umarie³⁾, Amri Gunasti¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

²⁾Program Studi Pendidikan Bahasa Inggris, FKIP, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

³⁾Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

Corresponding author : Muhtar
E-mail : muhtar@unmuhjember.ac.id

Diterima 11 Agustus 2023, Direvisi 16 Agustus 2023, Disetujui 16 Agustus 2023

ABSTRAK

Salah satu potensi desa Sukogidri adalah banyaknya spesies bambu. Bambu merupakan energi terbarukan dan berkelanjutan yang belum dimanfaatkan maksimal untuk meningkatkan keberdayaan ekonomi masyarakat desa. Bambu mempunyai kuat tarik dan daya elastis cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan untuk tulangan struktur beton sederhana, seperti rangka kuda-kuda, gewel, balok, dan kolom rumah sederhana. Belum maksimalnya manfaat bambu, faktor ekonomi dan keterbatasan pengetahuan para tukang bangunan tentang cara merangkai tulangan bambu untuk struktur rangka merupakan tiga masalah prioritas yang harus dipecahkan. Peningkatan pengetahuan cara merangkai tulangan bambu diperlukan untuk meningkatkan pengetahuan dan keberdayaan ekonomi tukang bangunan. Pengabdian ini merupakan aplikasi hasil penelitian tentang "Jembatan Pracetak Rangka Beton Bertulang Bambu" dan "Bambu sebagai Tulangan Beton". PKM ini bertujuan memberdayakan dan meningkatkan pengetahuan serta keterampilan Kelompok Kreatif Tukang Bangunan agar mandiri secara ekonomi dan sosial. Metode pelaksanaan kegiatan ini dimulai dengan observasi dan koordinasi lapangan, bimbingan dan penyuluhan sampai melakukan evaluasi keberhasilan program. Peningkatan rata-rata kemampuan tukang bangunan setelah dilakukan pelatihan sebesar 34,1. Hal ini menunjukkan peningkatan yang terjadi pada tukang bangunan sebesar dua tingkat yakni dari tidak mahir menjadi mahir. Oleh karenanya kegiatan PKM ini dianggap berhasil.

Kata kunci: tukang; struktur; rangka; beton; bambu

ABSTRACT

One of the potentials of Sukogidri village is the abundance of bamboo species. Bamboo is a renewable and sustainable energy that has not been maximally utilized to increase the economic empowerment of village communities. From a technical perspective, bamboo has a high tensile strength and elasticity that can be utilized for reinforcement of simple concrete structures, such as trusses, gewels, beams, and columns of simple houses. The underutilization of bamboo, economic factors, and limited knowledge of builders on how to assemble bamboo reinforcement for frame structures are three priority problems to be solved. Increasing knowledge on how to assemble bamboo reinforcement is needed to increase the knowledge and economic empowerment of the community of builders in carrying out their profession. This service is an application of research results on "Bamboo Reinforced Concrete Truss Precast Bridge" and "Bamboo as Concrete Reinforcement". This PKM aims to empower and improve the knowledge and skills of the Creative Group of Builders to be economically and socially independent. The method of implementing this activity begins with observation and field coordination, guidance and counseling to evaluate the success of the programme. The average increase in the ability of builders between before and after training was 34.1. This shows the improvement that occurred in the builders by two levels, namely from not proficient to proficient. Therefore, this PKM activity is considered successful.

Keywords: builder; structure; frame; concrete; bamboo

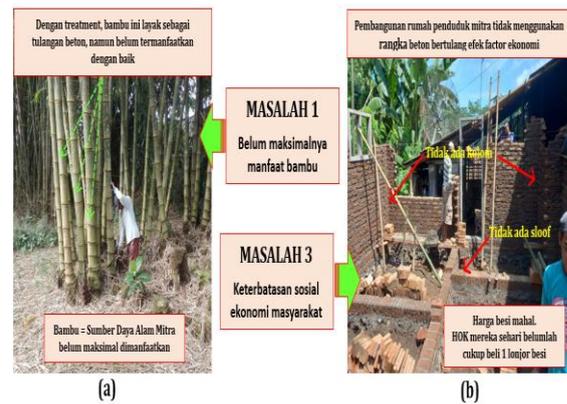
PENDAHULUAN

Percepatan industrialisasi di wilayah perkotaan dan melambatnya industrialisasi pedesaan menyebabkan penduduk yang berada pada golongan menengah ke bawah

semakin membutuhkan perlindungan sosial yang komprehensif berkenaan dengan kesejahteraan. Potensi meningkatnya kesenjangan antar kelompok masyarakat berpendapatan rendah, menengah, dan ke

atas semakin nyata. Sesuai dengan amanat RPJP dan visi misi Presiden RI, maka sasaran utama yang ditetapkan adalah menurunkan tingkat kemiskinan. Program peningkatan potensi masyarakat, Kelompok masyarakat yang produktif secara ekonomi yang anggotanya memiliki karakter produktif secara ekonomis harus menjadi prioritas. Penggunaan bahan industri yang bersumber dari Desa harus dikembangkan untuk mempercepat industrialisasi pedesaan dan mengangkat tingkat keberdayaan dan pengetahuan masyarakat, terutama para Tukang Bangunan. Bambu sebagai bahan terbarukan berbasis wilayah desa, jika ditreatment dan diolah dengan baik dapat digunakan sebagai tulangan beton struktur rangka dan gewel rumah-rumah seserhana pedesaan.

Berdasarkan hasil penelitian, bambu yang digunakan adalah bambu petung (*Dendrocalamus asper*) yang berumur 3-5 tahun. Bambu dipotong sepanjang 6 meter dari dasar. Bambu dipotong dan dibagi menurut ukuran yang direncanakan, kemudian direndam dalam air untuk menghilangkan kandungan pati selama kurang lebih 20-30 hari. Setelah direndam, bambu dikeringkan di udara bebas selama sekitar 30 hari (Rahman et al., 2011). Bambu kering, dibersihkan pada sisi dalam dan dipangkas dengan mesin gerinda (Muhtar, 2019) menjadi bentuk tulangan beton berukuran 15 x 15 mm². Lapisan kedap air No-drop atau Sikadur®-752 (Sabnani et al., 2012, Puri et al., 2017, Muhtar et al., 2018, Muhtar, 2020c, Muhtar, 2020a, Muhtar, Gunasti, et al., 2020, Muhtar et al., 2016, Muhtar et al., 2020, Muhtar, 2020b) diberikan pada batang bambu untuk menghindari aksi saling menyerap air dengan beton (Bhonde et al., 2014). Struktur rangka yang dijadikan dasar program PKM berupa struktur rangka hasil penelitian dan. Dari hasil uji struktur rangka jembatan beton bertulang bambu dengan bentang jembatan 3 meter mempunyai kapasitas beban ultimit sampai 9,5 ton. Struktur rangka gewel rumah-rumah sederhana mempunyai pola penulangan dan pola sambungan sama dengan struktur rangka jembatan, sehingga aplikasi hasil penelitian (Ghavami, 2005) dapat dijadikan dasar program PKM ini.



Gambar 1. Contoh bambu dan proses pembangunan rumah mitra tanpa struktur rangka beton

(Sumber: Tim PKM UM. Jember)

Desa Sukogidri termasuk dalam wilayah tertinggal yang secara geografis memiliki luas wilayah 369,337 Ha, dengan luas lahan pertanian 210 Ha, tegal 76 Ha, pekarangan 46 Ha, pekuburan 2 Ha, dan rawa 0,8 Ha. Berdasarkan data BPS curah hujan di Desa Sukogidri rata-rata mencapai 15,89 mm/th (Gunasti, 2023). Secara klimatologi Desa Sukogidri memiliki dua musim, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Topografi ketinggian desa ini adalah berupa dataran tinggi dan berbukit yang banyak tumbuh tanaman bambu. Banyaknya tanaman bambu merupakan potensi besar untuk dimanfaatkan secara strategis, terarah, dan bernilai jual tinggi, sehingga dapat meningkatkan pendapatan ekonomi masyarakat, salah satunya dimanfaatkan sebagai tulangan struktur rangka beton bertulang rumah-rumah sederhana.

Secara administratif, Desa Sukogidri terletak di wilayah Kecamatan Ledokombo Kabupaten Jember dengan batas utara Desa Randu Agung, batas timur Desa Slateng, batas selatan Desa Ledokombo, dan batas barat Desa Karang Paiton. Jumlah Dusun di Desa Sukogidri sebanyak 3 Dusun, yaitu Dusun Sumber Nangka, Dusun Gedangan, dan Dusun Krajan. Jarak tempuh Desa Sukogidri ke ibu kota kecamatan sekitar 7 KM dan jarak tempuh ke ibu kota Kabupaten sekitar 35 KM. Berdasarkan data Administrasi Pemerintahan Desa, jumlah penduduk Desa Sukogidri terdiri dari 3.761 jiwa dengan rincian 1.849 jiwa berjenis kelamin laki-laki dan 1.912 jiwa berjenis kelamin perempuan, dengan jumlah KK sebanyak 1.407 KK. Ditinjau dari tingkat kesejahteraan sosial, jumlah keluarga miskin sebanyak 895 KK atau sekitar 62,60% dan keluarga mampu/cukup mampu sebanyak 512 KK atau 36,39%, 38 jiwa. Sedangkan jika ditinjau dari mata pencaharian warga Desa

Sukogidri mayoritas buruh tani, hanya 1,01% yang berprofesi sebagai tukang.

Mayoritas para tukang di desa sukogidri banyak merantau ke Bali sebagai tukang batu atau tukang kayu. Desa Sukogidri merupakan sentra spesies bambu, terutama jenis bambu Ori dan bambu Petung. Kedua jenis bambu tersebut mempunyai kuat tarik tinggi sampai sampai 370 Mpa (Ghavami, 2005), namun belum dimanfaatkan secara maksimal, terutama dimanfaatkan sebagai tulangan struktur rangka beton bertulang rumah-rumah mereka sebagai pengganti besi yang harganya mahal. Saat ini bambu hanya dipakai masyarakat sebagai tiang penyangga, usuk, dinding, dan perabot rumah tangga. Padahal, penggunaan bambu sebagai tulangan beton bertulang lebih murah 50%-65% dari pada beton bertulang baja. Rumah-rumah penduduk desa mitra sebagaimana besar tidak menggunakan struktur rangka beton bertulang sebagai penahan dan penyalur beban geser gempa, sehingga jika gempa terjadi rumah mereka runtuh mendadak atau bersifat getas. Hal ini disebabkan masyarakat desa Sukogidri khususnya para tukang tidak mengerti, jika potensi dan manfaat bambu dapat digunakan sebagai tulangan struktur rangka beton bertulang, serta keterbatasan pengetahuan tentang Teknik penulangan struktur rangka beton bertulang. Oleh karena itu upaya untuk meningkatkan potensi masyarakat dan kelompok masyarakat yang produktif secara ekonomi harus menjadi prioritas utama.

Dari analisis permasalahan diatas, kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan taraf hidup, memberdayakan dan meningkatkan pengetahuan serta keterampilan Kelompok Masyarakat Tukang Bangunan melalui aplikasi hasil riset berupa teknologi tulangan struktur rangka beton dari bambu yang berbasis energi terbarukan

METODE

Kegiatan ini dilaksanakan Desa Sukogidri terletak di wilayah Kecamatan Ledokombo Kabupaten Jember. Peserta dari kegiatan ini adalah para tukang bangunan yang ada di Desa Sukogidri yang berjumlah 20 orang. Kegiatan dilakukan selama 8 bulan dimulai dari bulan juni 2023.

Kegiatan PKM ini dilakukan dalam beberapa tahapan, diantaranya:

1. Obeservasi dan koordinasi lapangan.
2. Penyiapan bahan pelaksanaan PKM.
3. Bimbingan dan penyuluhan.
4. Bimbingan dan penyuluhan mengenai manajemen produksi dan pemasaran.
5. Pembentukan kelompok usaha.

6. Evaluasi keberhasilan program

HASIL DAN PEMBAHASAN

Obeservasi Dan Koordinasi Lapangan

Kegiatan observasi dilakukan untuk memastikan sesiapan tempat pelaksanaan kegiatan bimbingan dan penyuluhan, kesiapan bahan, kesiapan tukang pada khususnya dan warga sukogidri pada umumnya untuk hadir, kesiapan aparat desa serta Tim PKM untuk berpartisipasi sesuai tugas masing-masing. Setelah dilakukan observasi, berikutnya dilakukan koordinasi baik antara tim PKM dengan pemerinthan desa, antara tim PKM dengan tukang bangunan, antara tim PKM dengan Mahasiswa. Koordinasi lapangan ini dikemas dalam bentuk kegiatan sosialisasi, sehingga semua pihak dapat hadir untuk mengatasi dan mengantisipasi semua kendala yang bisa saja terjadi (gambar 2).



Gambar 2. Koordinasi Antara Berbagai Pihak yang Terlibat Dalam Kegiatan PKM (Sumber: Tim PKM UM. Jember)

Kegiatan koordinasi ini menghasilkan beberapa kesepakatan. Kesepakatan tersebut diantaranya bahwa kegiatan ini diadakan dibalai desa Sukogidri. Masyarakat menyiapkan bahan utama berupa bambu petung atau bambu ori. Mahasiswa mengolah bahan utama berupa bambu yang masih mentah menjadi material yang dapat dipakai untuk tulangan beton. Aparat desa menyiapkan perlengkapan seperti LCD, karpet dan hal lain yang berhubungan dengan tempat. Tim PKM menyiapkan metode pelatihan yang paling tepat untuk melatih para tukang bangunan.

Penyiapan bahan pelaksanaan PKM

Tulangan bambu yang dipakai berukuran berukuran 15 x 15 mm². Sebelum dipakai, bambu ditreatment terlebih dahulu seperti direndam, dikeringkan, dirapikan, diberi

lapis kedap air, dan diberi laburan pasir seperti pada Gambar 3). Tulangan geser (begel) dan tulangan distribusi dibuat dari besi berdiameter 6 mm.



Gambar 3. Peyiapan Bambu sebagai bahan pelaksanaan PKM
(Sumber: Tim PKM UM. Jember)

Bimbingan dan penyuluhan

Pelatihan yang diberikan oleh tim PKM kepada tukang bangunan berupa bimbingan dan latihan bagaimana teknik merangkai tulangan elemen-elemen struktur rangka rumah sederhana seperti gewel, kuda-kuda, balok, dan kolom, termasuk perkuatan titik-titik buhul struktur rangka, serta memberikan praktikum nyata dengan merangkai tulangan struktur rangka (gambar 4).



Gambar 4. Bimbingan dan Penyuluhan Menjadikan Bambu Sebagai Tulangan Beton
(Sumber: Tim PKM UM. Jember)

Bimbingan dan penyuluhan mengenai manajemen produksi dan pemasaran

Setelah peserta mampu membuat produk, proses berikutnya peserta diberi bimbingan mengenai manajemen produksi dan pemasaran. Adapun sub materi disampaikan diantaranya pengertian manajemen produksi, prosedur manajemen produksi, peramalan produksi, manajemen inventori: inventori independent, manajemen inventori: inventori dependen, material requirement planning, penjadwalan produksi, perencanaan kapasitas,

perancangan produk dan layout, manajemen kualitas, lean manufacturing dan JIT, studi kasus dan latihan (gambar 5).



Gambar 5. Bimbingan dan penyuluhan mengenai manajemen produksi dan pemasaran
(Sumber: Tim PKM UM. Jember)

Pembentukan kelompok usaha

PKM ini menargetkan hasil bimbingan dan penyuluhan ini dapat bermanfaat bagi peserta. Peserta pelatihan yang telah dibekali dengan kemampuan teknis untuk membuat produk beton bertulang bambu serta bimbingan manajemen produksi dan pemasaran diharapkan dapat menerapkannya dalam waktu yang sangat panjang. Oleh karenanya Universitas Muhammadiyah Jember bekerjasama dengan pemerintahan Desa Sukodirdi membentuk kelompok usaha yang beranggota seluruh peserta pelatihan. Kelompok usaha ini kedepan akan menjadi binaan dari Universitas Muhammadiyah Jember (gambar 6).



Gambar 6. Pembentukan kelompok usaha
(Sumber: Tim PKM UM. Jember)

Kelompok usaha yang telah terbentuk ini, kedepan secara bertahap akan melengkapi administrasi sehingga menjadi lembaga yang memiliki badan hukum. Mereka secara bertahap akan menginventarisir kebutuhan

lembaganya. Secara bertahap, mereka dapat mengupgrade segala kekurangan anggotanya. Baik Universitas Muhammadiyah Jember maupun pemerintahan Desa Sukogidri maupun Kelompok usaha akan berusaha mempromosikan keberadaan kelompok ini sehingga berdaya baik secara eksistensi kelompok usaha maupun dari sisi finansial (berdaya secara ekonomi)

Evaluasi keberhasilan program

Untuk mengukur perkembangan peserta, Tim PKM melakukan evaluasi keberhasilan program. Peserta diukur dengan memberi pretest sebelum kegiatan dimulai dan posttest setelah kegiatan. Penilaian dilakukan dengan skala 0-100 baik untuk *pretest* maupun *posttest* (Tabel 1). Nilai 81-100 termasuk dalam kategori sangat mahir, nilai 66-80,99 termasuk dalam kategori mahir, nilai 51-65,99 termasuk dalam kategori cukup mahir, nilai 35-50,99 termasuk dalam kategori kurang mahir serta nilai 0-34,99 termasuk dalam kategori tidak mahir.

Tabel 1. Evaluasi keberhasilan program

N o.	Kegiatan	Pre-test	Post-test	Penin gkatan
1	Pemotongan/Me rapikan Bambu	45,5	78,5	33
2	Pelapisan Kedap air/pasir	43,5	80	36,5
3	Pemasangan Begel	47,5	79	31,5
4	Pemasangan Tulangan Bambu	44	80	36
5	Kontrol Sisi luar/Kulit Tul Bambu	45	80	35
6	Penempatan Elemen balok dan kolom	44,5	77	32,5
7	Penempatan tuangan distribusi balok dan kolom	45	79	34
Rata-rata		45,0	79,1	34,1

Tabel 1. Menunjukkan bahwa nilai tertinggi sebelum kegiatan atau pada saat pretest sebesar 47,5 yakni pada kegiatan pemasangan begel. Hal ini dimungkin terjadi, karena kegiatan pemasangan begel merupakan hal yang biasa dilakukan oleh para tukang untuk tulangan besi atau baja. Nilai terendah saat pretest ada pada pelatihan pelapisan kedap air atau pasir. Hal ini terjadi karena tukang jarang atau tidak pernah melakukannya pada saat mengerjakan beton dengan tulangan besi atau baja.

Nilai terkecil saat posttest ada pada

kegiatan Penempatan Elemen balok dan kolom yakni sebesar 77. Sedangkan nilai tertinggi terdapat pada tiga kegiatan yakni Pelapisan Kedap air/pasir, Pemasangan Tulangan Bambu Kontrol Sisi luar/Kulit Tul Bambu yakni sebesar 80.

Peningkatan terkecil yang terjadi pada tukang bangunan ada pada kegiatan pemasangan begel yakni sebesar 31,5. Peningkatan terbesar ada pada kegiatan Pelapisan Kedap air/pasir yakni sebesar 36,5. Rata-rata nilai peningkatan kemampuan tukang bangunan sebesar 34,1.

SIMPULAN DAN SARAN

Isi simpulan dan saran menggunakan huruf dan gaya paragraf yang sama dengan bagian lainnya dan disarnakan ditulis dalam satu paragraf dan menghindari penggunaan *bullet* dan *numbering*.

Pelaksanaan pretest menunjukkan nilai tukang bangunan rata-rata 45,0. Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan tukang dalam kategori kurang mahai. Setelah pelatihan, rata-rata nilai posttest tukang bangunan sebesar 79,1. Nilai tersebut mengindikan bahwa kemampuan tukang bangunan berada dalam kategori mahir. Peningkatan rata-rata kemampuan tukang antara sebelum dengan setelah dilakukan pelatihan sebesar 34,1. Hal ini menunjukkan peningkatan yang terjadi pada tukang bangunan sebesar dua tingkat yakni dari tidak mahir menjadi mahar. Oleh karenanya kegiatan PKM ini dianggap berhasil.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah mendanai kegiatan ini dengan nomor Kontrak Induk: 071/E5/PG.02.00.PM/2023 tanggal 19 Juni 2023, dan Nomor Kontrak Turunan: 017/SP2H/PKM/LL7/2023 tanggal 19 Juni 2023 dan kontrak antara perguruan tinggi dengan pelaksana dengan Nomor Kontrak: 185/II.3.AU/LPPM/PPM/2023.

DAFTAR RUJUKAN

- Agarwal, A., Nanda, B., & Maity, D. (2014). Experimental investigation on chemically treated bamboo reinforced concrete beams and columns. *Construction and Building Materials*, 71, 610–617.
- Amri Gunasti, Muhtar, Rofi Budi Hamduwibawa, Aditya Surya Manggala, Iskandar Umarie, Nely Ana Mufarida, Abadi Sanosra, Eko Budi Satoto, E. I. R. (2023). Peningkatan

- keahlian tukang menerapkan teknologi ferosemen dan tulangan beton dari bambu. *SELAPARANG. Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 07(02), 871–879.
- Bhonde, D., Nagarnaik, P. B., Parbat, D. K., & Waghe, U. P. (2014). Experimental Analysis of Bending Stresses in Bamboo Reinforced Concrete Beam. *Proceedings of 3rd International Conference on Recent Trends in Engineering & Technology (ICRTET'2014)*, 1–5.
- Ghavami, K. (2005). Bamboo as reinforcement in structural concrete elements. *Cement and Concrete Composites*, 27(6), 637–649.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.06.002>
- Muhtar. (2019). Experimental data from strengthening bamboo reinforcement using adhesives and hose-clamps. *Data in Brief*, 27, 104827.
<https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104827>
- Muhtar. (2020a). Cracked pattern of bamboo reinforced concrete beams using double reinforcement with the strengthening on tensile reinforcement. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 13(3), 608–612.
- Muhtar. (2020b). Numerical validation data of tensile stress zones and crack zones in bamboo reinforced concrete beams using the Fortran PowerStation 4.0 program. *Data in Brief*, 29.
<https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.105332>
- Muhtar. (2020c). The Prediction of Stiffness Reduction Non-Linear Phase in Bamboo Reinforced Concrete Beam Using the Finite Element Method (FEM) and Artificial Neural Networks (ANNs). *Forests*, 11(12), 1313.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/f11121313>
- Muhtar, Dewi, S. M., Wisnumurti, & Munawir, A. (2016). Bond-slip improvement of bamboo reinforcement in concrete beam using hose clamps. *Proceedings The 2nd International Multidisciplinary Conference 2016*, 385–393.
- Muhtar, Dewi, S. M., Wisnumurti, & Munawir, A. (2018). The Stiffness and Cracked Pattern of Bamboo Reinforced Concrete Beams Using a Hose Clamp. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 9(8), 273–284.
- Muhtar, Dewi, S. M., Wisnumurti, & Munawir, A. (2019). Enhancing bamboo reinforcement using a hose-clamp to increase bond-stress and slip resistance. *Journal of Building Engineering*, 26.
<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.100896>
- Muhtar, Gunasti, A., Manggala, A. S., Putra Nusant, A. F., Hanafi, & Nilogiri, A. (2020). Effect of reinforcement details on precast bridge frames of bamboo reinforced concrete to load capacity and crack patterns. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 13(4), 631–636.
<https://doi.org/10.37624/ijert/13.4.2020.631-636>
- Muhtar, Gunasti, A., Suhardi, Nursaid, Irawati, Dewi, I. C., Dasuki, M., Ariyani, S., Fitriana, Mahmudi, I., Abadi, T., Rahman, M., Hidayatullah, S., Nilogiri, A., Galuh, S. D., Wardoyo, A. E., & Hamduwibawa, R. B. (2020). The prediction of stiffness of bamboo-reinforced concrete beams using experiment data and artificial neural networks (ANNs). *Crystals*, 10(9).
<https://doi.org/10.3390/cryst10090757>
- Puri, V., Chakraborty, P., Anand, S., & Majumdar, S. (2017). Bamboo reinforced prefabricated wall panels for low cost housing. *Journal of Building Engineering*, 9, 52–59.
<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2016.11.010>
- Rahman, M. M., Rashid, M. H., Hossain, M. A., Hasan, M. T., & Hasan, M. K. (2011). Performance evaluation of bamboo reinforced concrete beam. *International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS*, 11(04), 113–118.
- Sabnani, C., Latkar, M. V., & Sharma, U. (2012). Bamboo an alternative building material for modest houses, to increase the stock of affordable housing, for the urban poor living close to bamboo producing regions in India. *International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, 6(11), 977–988.