

**Study Eksperimental Kapasitas Lentur Panel Dinding dan Pagar Pracetak Beton Bertulang Bambu**  
*Experimental Study of Flexural Capacity of Bamboo Reinforced Concrete Precast Wall Panels and Fences*

Dito Narai<sup>1)</sup>, Muhtar<sup>2)</sup>, Totok Kuryanto<sup>3)</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember  
email: [ditonaraariando060101@gmail.com](mailto:ditonaraariando060101@gmail.com)

<sup>2</sup>Dosen Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember  
email: [muhtar@unmuhjember.ac.id](mailto:muhtar@unmuhjember.ac.id)

<sup>3</sup>Dosen Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember  
email: [totok@unmuhjember.ac.id](mailto:totok@unmuhjember.ac.id)

**Abstrak**

Beton merupakan suatu campuran antara semen (bisa berupa semen portland atau semen jenis lain), agregat halus, agregat kasar yang bisa digunakan bahan tambahan lain kedalamnya dan membentuk massa padat. Bambu salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti tulangan baja kebalikan dari bahan baja. Mengingat harga beton pracetak yang terus naik di ikuti harga besi yang tinggi dengan inovasi tulangan bambu ini bisa menciptakan penurunan harga lebih rendah dari ketimbang tulangan baja. Oleh karena itu penelitian ini akan melakukan penelitian bagaimana kapasitas, kekuatan dan pola retak lentur panel dinding dan pagar pracetak beton bertulang bambu. Pengujian ini memberikan manfaat dalam meningkatkan pemahaman, serta memperoleh informasi eksperimental mengenai kapasitas lentur pada panel beton pracetak menggunakan tulangan bambu. Pengujian lentur panel dinding dan pagar ini menggunakan loading dan unloading cell dengan kapasitas 200 kN. Meletakkan panel dinding dan pagar diletakkan pada alat uji dengan batuan plat besi yang sudah didesain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas lentur menggunakan bambu lebih tinggi daripada menggunakan besi atau baja industri. Kapasitas lentur panel dinding dan pagar pracetak beton bertulang bambu dengan kode panel PNL-N-s20 lebih besar 60% daripada produk industri.

**Kata kunci:** Beton, bambu, Panel Dinding dan Pagar pracetak bertulang bambu

**Abstract**

Concrete is a mixture of cement (can be Portland cement or other types of cement), fine aggregate, coarse aggregate which can be used with other additives into it and form a solid mass. Bamboo is an alternative material that can be used as a substitute for steel reinforcement, as opposed to steel. Considering that the price of precast concrete continues to rise, accompanied by high steel prices, this bamboo reinforcement innovation could result in a lower price reduction than steel reinforcement. Therefore, this research will research the capacity, strength and flexural crack patterns of precast bamboo reinforced concrete wall panels and fences. This test provides benefits in increasing understanding, as well as obtaining experimental information regarding the flexural capacity of precast concrete panels using bamboo reinforcement. Flexural testing of wall panels and fences uses a loading and unloading cell with a capacity of 200 kN. Placing the wall panels and fences is placed on the test equipment with the iron plate rock that has been designed. The research results show that the bending capacity of using bamboo is higher than using steel or industrial steel. The flexural capacity of bamboo reinforced concrete precast wall and fence panels with panel code PNL-N-s20 is 60% greater than the product.

**Keywords:** Concrete, bamboo, wall panels and bamboo reinforced fences.

## 1. PENDAHULUAN

Beton adalah suatu campuran antara semen (bisa berupa semen portland atau semen jenis lain), agregat halus, agregat kasar yang bisa digunakan bahan tambah lain kedalamnya dan membentuk massa padat (SNI 03-2834-2000). Panel pracetak beton sebagai salah satu inovasi di dunia konstruksi yang masih dikembangkan sebagai alternative pengganti batu bata. diharapkan memiliki sistem penahan gaya tekan horisontal maupun gaya tekan vertical yang mampu memberikan kekuatan, kekakuan, dan kapasitas disipasi energi yang cukup, agar struktur bangunan tersebut dapat dikategorikan sebagai bangunan ramah gempa dan dapat memberikan manfaat berupa proses pelaksanaan yang relatif singkat dikarenakan menggunakan sistem pracetak.

Bambu adalah salah satu bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti tulangan baja kebalikan dari bahan baja bambu tumbuh melimpah diberbagai daerah di indonesia, pertumbuhan bambu yang cepat membuat bambu sebagai energi yang berkelanjutan. Mengingat harga beton pracetak yang terus naik di ikuti harga besi yang tinggi. Dengan inovasi tulangan bambu ini bisa menciptakan penurunan harga 50%-60% lebih rendah ketimbang tulangan baja. bambu mempunyai kelenturan yang tinggi, ditambah dengan sifat bambu yang ringan dan elastis. struktur bambu mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap angin maupun gempa dan ekonomis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat mekanik bambu tidak mengalami perubahan ketika dipanaskan sampai 150°C selama 3-24 jam, sedangkan pada suhu yang tinggi hingga 225°C terjadi penurunan tarik, dengan nilai ketahanan tekan dan tekuk yang konstan. Penelitian yang dilakukan Azazeh dkk bisa jadi digunakan sebagai panduan dalam perencanaan paparan panas dan penggunaan bambu di suatu negara. Temuan ini memberikan informasi penting mengenai peran air pada kekuatan geser bambu yang optimal. Berdasarkan Badan Klimatologi BMKG Sumsel suhu udara rata-rata di Indonesia bersuhu 26,1°C dan tertinggi 30,5°C. Rata-rata

kelembapan relatif terendah dan tertinggi adalah sekitar 75% dan 88%.

Dalam penelitian ini akan dibahas bagaimana perilaku dan kapasitas lentur panel pracetak beton bertulang bambu, tentunya panel pracetak beton bertulang bambu dan bertulang baja mempunyai perbedaan kapasitas beban, hal ini dikarenakan kuat tarik tulangan baja dan kuat tarik tulangan bambu berbeda. Dalam penelitian ini akan dilakukan pengujian panel pracetak beton bertulang bambu untuk memastikan nilai kapasitasnya. Dalam pengujian kapasitas tekan lentur panel dinding beton bertulang bambu dilakukan dilaboratorium guna mendapatkan respon struktur pada keadaan sesungguhnya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton adalah material yang bersifat getas dan memiliki kuat tekan yang relative tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya. Nilai kuat tariknya berkisar 9% - 15% saja dari kuat tekannya. Karena itu beton hanya diperhitungkan bekerja dengan baik di daerah tekan pada penampangnya, sedangkan gaya tarik dipikul oleh tulangannya, baik tulangan yang berasal dari baja maupun dari bahan lainnya (Dipohusodo, 1996). Standar ini digunakan dalam perencanaan dan pelaksanaan struktur beton untuk bangunan gedung, atau struktur bangunan lain yang mempunyai kesamaan karakter dengan struktur bangunan gedung. Standar ini merupakan revisi dari SNI 03-2847-1992.

Panel dinding adalah bahan lembaran konstruksi yang apabila disusun dengan suatu pengikat atau rangka dapat membentuk sebuah dinding. Panel dinding dapat berfungsi sebagai komponen struktural atau non struktural dan dapat berbentuk lembaran kecil atau besar (Olivia, dkk, 2008). Panel dinding biasanya dibuat dari beton dengan baja sebagai tulangannya, tetapi untuk eksperimen ini menggunakan bambu. Eksperimen ini akan diterapkan pada dinding rumah dan pagar, Pagar beton diciptakan untuk mempermudah dalam pengamanan lingkungan, dapat digunakan untuk lingkungan dikawasan industri, perumahan umum, pabrik, dan lain-lain. Pagar beton precast terdiri dari panel beton dan tiang

beton, ukuran panel beton 5x40x240 cm, sedangkan ukuran tiang beton 17x18x210 -400 cm.(Sukarman,2023)

Kuat lentur beton mencapai umur rencana diukur pada saat umur 28 hari, salah satu kontrol kualitas perkerasan kaku beton semen adalah nilai kuat lentur  $f_r = 45 \text{ kg/(4,4 MPa)}$  pada umur 28 hari (Bina Marga, 2010). Beban aksial tekan, lentur, dan geser merupakan beban yang umum mempengaruhi perilaku struktur. Salah satu parameter ukur kinerja panel pracetak beton bertulang adalah kuat lentur. Kapasitas beban lentur panel pracetak mengikuti persamaan standar ACI ataupun Standar lainnya. (ACI 318-14) memberikan rumus pendekatan perhitungan kapasitas beban lentur panel tanpa memperhitungkan pengaruh tulangan.

Ekperimen ini menggunakan rumus 1 titik pembebanan yang mana persamaan digunakan bila retak/kerutuhan terjadi pada rentang 1/2L tengah bentang. Persamaan digunakan bila retak/kerutuhan terjadi direntang 1/ 4L dekat kedua tumpuan.

### 3. METODE PENELITIAN

Pada pengujian lentur panel dinding dan pagar dibutuhkan beberapa alat pengujian sebagai berikut:

- Loading frame
- Plat besi
- LVDT
- Dongkrak hidrolis
- Loadcell
- Data logger

Pengujian lentur dinding dan pagar ini menggunakan loading dan loading cell dengan kapasitas 200 kN. Meletakkan panel dinding dan pagar pada alat uji dengan batuan plat besi yang sudah didesain. Memasang kabel untuk pembacaan LVDT pada 3 sisi panel. Memasang Load cell, dan kabel LVDT pada data logger, untuk mengetahui kapasitas beban yang terjadi pada saat pengujian dapat tercatat pada data logger.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Kapasitas Lentur Teoritis

Dari perhitungan teoritis masing-masing panel dibuat dengan variasi dan jarak tulangan yang berbeda, perhitungan dengan menggunakan retak awal dan maksimum :

4.1.a. PNL-Industrial Product ukuran 120x40x5, Diketaui:

- Bentang panel (L) = 1200 mm
- Tebal panel (d) = 50 mm
- Beban lentur (P)  
 $2,018 \text{ kN} \times 1000 = 2.018 \text{ N/mm}^2$
- Lebar panel (b) = 400 mm

**Perhitungan  $P_{ultimate}$**  yaitu :

$$F_u = \frac{M \cdot y}{I}$$
$$F_u = \frac{605400.25}{1/12.400.50^2}$$
$$F_u = \frac{15135000}{4150000}$$
$$= 3,64 \text{ Mpa.}$$

4.1.b. PNL—S-s15 Product ukuran 120x40x5, Diketaui:

- Bentang panel (L) = 1200 mm
- Tebal panel (d) = 50 mm
- Beban lentur (P)  
 $4,120 \text{ kN} \times 1000 = 4.120 \text{ N/mm}^2$
- Lebar panel (b) = 400 mm

**Perhitungan  $P_{ultimate}$**  yaitu :

$$F_u = \frac{M \cdot y}{I}$$
$$F_u = \frac{2114700.25}{1/12.400.50^2}$$
$$F_u = \frac{52867500}{4150000}$$
$$= 12,73 \text{ MPa}$$

Hasil perhitungan menunjukkan kapasitas lentur untuk benda uji dinding dan pagar ukuran 120x40x5 dengan menggunakan bambu lebih tinggi sebesar 12,73 MPa. Nilai P maks berasal dari hasil pengujian dengan share load. Panel ukuran 1200 mm x 400 mm x 50 mm dapat disimpulkan bahwa panel beton bertulang bambu khususnya PNL S-s20 menunjukkan kapasitasnya sudah melebihi panel beton bertulang baja meskipun tempat produksi merupakan industri lokal. Selama tahap awal pembebanan panel beton bambu terjadinya retak sampai *Fultimate*. Hal ini menunjukkan

bahwa sifat elastis bambu berpengaruh terhadap kekakuan panel. Panel PNL-S-s20 memiliki kapasitas beban lentur 1,1% lebih besar dibandingkan panel produksi industri lokal.

4.2.a. PNL-Industrial Product ukuran 240x40x5, Diketaui:

- Bentang panel (L) = 2400 mm
- Tebal panel (d) = 50 mm
- Beban lentur (P) 1,003 kN x 1000 = 1.003 N/mm<sup>2</sup>
- Lebar panel (b) = 400 mm

Perhitungan  $P_{ultimate}$  yaitu :

$$F_u = \frac{M.y}{I}$$

$$F_u = \frac{601800.25}{1/12.400.50^2}$$

$$F_u = \frac{15045000}{4150000}$$

$$= 3,62 \text{ MPa}$$

4.2.b. PNL—N-s20 Product ukuran 240x40x5, Diketaui:

- Bentang panel (L) = 2400 mm
- Tebal panel (d) = 50 mm
- Beban lentur (P) 1,603 kN x 1000 = 1.603 N/mm<sup>2</sup>
- Lebar panel (b) = 400 mm

Perhitungan  $P_{ultimate}$  yaitu :

$$F_u = \frac{M.y}{I}$$

$$F_u = \frac{961800.25}{1/12.400.50^2}$$

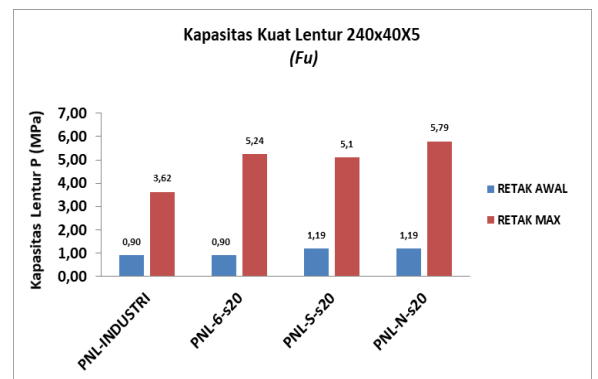
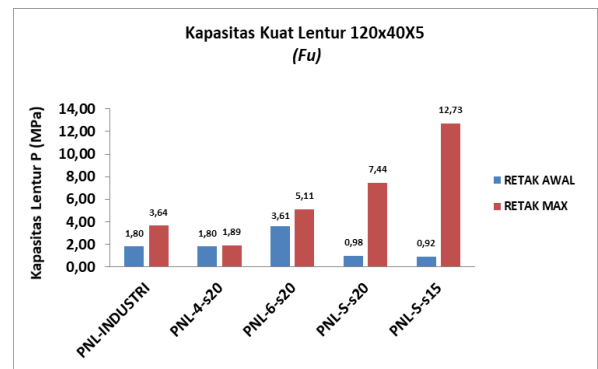
$$F_u = \frac{24045000}{4150000}$$

$$= 5,79 \text{ MPa}$$

Hasil perhitungan menunjukkan kapasitas jentur untuk benda uji dinding dan pagar ukuran 240x40x5 dengan menggunakan bambu lebih tinggi sebesar 5,79 MPa. Nilai P maks berasal dari hasil pengujian dengan share load. Panel ukuran 2400 mm x 400 mm x 50 mm dapat disimpulkan bahwa panel beton bertulang bambu khususnya PNL-N-s20 menunjukkan karakteristik yang mirip dengan panel beton bertulang baja meskipun tempat produksi merupakan perusahaan industri lokal. Selama tahap awal pembebanan panel beton bambu terjadinya retak sampai *Fultimate*. Hal ini menunjukkan bahwa sifat elastis bambu berpengaruh terhadap kekakuan panel. Panel PNL-N-s20 memiliki kapasitas beban lentur 1%

lebih besar dibandingkan panel produksi perusahaan industri lokal.

Hasil ekperimen ini dapat disimpulkan bahwa tulangan bambu, besi polos,dan industri yang menggunakan besi ulir. Pada tulangan bambu pola retaknya menyebar atau banyak, dikarenakan tulangan bambu memiliki kapasitas lentur lebih baik dari tulangan besi polos dan industri yang menggunakan besi ulir. Ketika pembebanan dilepas panel dengan tulangan bambu tersebut naik kembali seperti semula.



## 5. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas lentur panel dinding dan pagar pracetak beton bertulang bambudengan kode panel PNL-N-s20 lebih besar 60% daripada produk industri. Kekakuan lentur panel dinding dan pagar pracetak bambu memiliki kekakuan yang lebih kecil daripada panel industry. Pada tulangan bambu pola retaknya menyebar atau banyak, dikarenakan tulangan bambu memiliki kapasitas lentur lebih baik dari tulangan besi polos dan industri yang menggunakan besi ulir.

Saran Untuk penelitian yang akan datang atau lanjutan agar lebih teliti dalam melakukan pengecoran terhadap tulangan bambu karena tulangan bambu sangat berbeda dengan tulangan besi, sehingga proses pemadatan pada tulangan besi pada cetakan beton lebih merata. Proses penelitian ini sudah dapat diterapkan dilapangan, karena dari kapasitas beban sudah melebihi kapasitas beton produk lokal.

## 6. REFERENSI

- A, S., G, A. H., G, S., J, J. S., & C, J. (2022). Exploring the impact of EPS incorporation on insulated concrete from (ICF) wall panel under axial compression and flexure. *Journal of King Saud University*, 1-15..
- Bakri, M. D. (2020). Analisis Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993 (Studi Kasus Pada Pembangunan Jalan Lingkungan Baru Dalam Kawasan Kampus Universitas Borneo Tarakan). *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil Vol. 4 No. 1* , 1-15.
- Candra, Jimmy, Budiman, & Arden, W. (2007). *Kinerja bangunan tahan gempa yang didesain menurut SNI 03-2847-1992 dan SNI 03-2847-2002 di wilayah 6 peta gempa Indonesia*. Surabaya: Petra Christian University.
- Daddy, Y. T., J. Sumajouw, M. D., & Windah, R. S. (2015). Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. *PENGARUH KUAT TEKAN TERHADAP KUAT LENTUR BALOKPENGARUH KUAT TEKAN TERHADAP KUAT LENTUR BALOK*, 1-10.
- F, A. B., Fadlelmola, A., Chen, Z., Du, Y., Ma, R., & Ma, J. (2021). Experimental investigations and design method on a lightweight bamboo-concrete sandwich panel under axial load . *Journal of Building Engineering*, 1-17.
- Lomboan, F. O., Kumaat, E. J., & Windah, R. S. (2016). PENGUJIAN KUAT TEKAN MORTAR DAN BETON RINGAN DENGAN MENGGUNAKAN AGREGAT RINGAN BATU APUNG DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN. *Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.4 April 2016 (271-278) ISSN: 2337-6732*, 1-8.
- Maryanti, D., Saputra, A., & Triwiyono, A. (2019). KUAT TEKAN PANEL DINDING BETON RINGAN EXPANDED POLYSTYRENE DENGAN LAPIS LUAR PAPAN KALSIUM SILIKAT . *ISSN 0853-8557*, 1-9.
- Moreira, N. B. (2016). *STUDI PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG* . Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.
- Moreira, N. B. (2016). *STUDI PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS PADA BANGUNAN GEDUNG SERBAGUNA WIDYA BHAKTI JL.IJEN KOTA MALANG*. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.
- Paneh, F. P., Tanudjaja, & Windah, R. S. (2015). Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. *PENGUJIAN KUAT TARIK LENTUR BETON DENGAN VARIASI*, 1-9.
- Priharjono, A. B., Zulaicha, L., & Hadisaputro, I. (2021). PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS GEDUNG E REKTORAT KAMPUS ITNY BERDASARKAN SNI 1726-2012 DAN 2847-2013. *EQUILIB, Vol. 02, No. 01, Maret 2021, pp. 77-86 E-ISSN: 2622-0180 P-ISSN: 2622-2663*, 1-10.
- Suciati, I. K., Pramusandi, S., Sukarman, Almatiin, H. A., & Gufron, M. (2023).

- Teknologi Beton Precast Ramah Lingkungan Untuk Mendukung Pbl D4 Teknik Konstruksi Gedung (Tkg) . *SEMINAR NASIONAL INOVASI VOKASI eISSN 2830-0343*, 1-8.
- Suhendra. (2017). KAJIAN HUBUNGAN KUAT LENTUR DENGAN KUAT TEKAN BETON. *Jurnal Civronlit Universitas Batanghari Vol.2 No.1* , 1-7.
- Suryani, A., Dewi, S. H., & Harmiyati. (2018). Korelasi Kuat Lentur Beton Dengan Kuat Tekan Beton. *Jurnal Saintis Volume 18 Nomor 2*, 1-12.
- Susanto, Y. (2013). Structural Engineer Y. S. Chua Engineering, Jakarta. *PREDIKSI NILAI KEKAKUAN LENTUR PADA BALOK BETON BERTULANG*, 1-13.
- Wibisono, C. D., & Mudjanarko, S. W. (2023). Experimental Test Analysis of Light Steel Composite Concrete Panels. *The Spirit of Society Journal*, 1-8.
- Putri, D. A., Muhtar, M., & Gunasti, A. (2021). Penerapan Metode CPM dan Crashing pada Proyek Gedung Training Center Universitas Jember Application of the CPM and Crashing Method in the Jember University Training Center Building Project. *Jurnal Smart Teknologi*, 2(2), 151-158.
- Muhtar, A., Gunasti Manggala, A. S., Nusant, A. F. P., & Hanafi, A. N. (2020). Effect of reinforcement details on precast bridge frames of bamboo reinforced concrete to load capacity and crack patterns. *Int. J. Eng. Res. Technol*, 13, 631-636.
- Apriliana, N. R., Gunasti, A., & Kuryanto, T. D. (2020). Evaluasi Percepatan Pembangunan Proyek Rusunawa ASN Pemkab Malang Menggunakan Metode Crashing dengan Sistem Shift Kerja. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 5(1), 1-13.
- Juni, A., Kuranto, T. D., & Gunasti, A. (2024). Penerapan Manajemen Kontruksi Pada Tahap Kontroling Proyek Pengolahan Dan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Di Desa Silo Kecamatan Silo. *Jurnal Smart Teknologi*, 5(2), 281-288.
- Eriyanti, M., Kuryanto, T. D., & Gunasti, A. (2024). Pengendalian Proyek Dengan Metode Earned Value Pada Pekerjaan Rehabilitasi Jaringan Irigasi Sumber Nangka Jember. *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, 1(1), 47-56.
- Gunasti, A., Muhtar, M., Hamduwibawa, R. B., Manggala, A. S., Umarie, I., Mufarida, N. A., ... & Rahmawati, E. I. (2023). PENINGKATAN KEAHLIAN TUKANG FEROSEMEN DAN TULANGAN BETON DARI BAMBU. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 7(2), 871-879.
- Gunasti, A., Muhtar, M., & Sanosra, A. (2023). PELATIHAN ME-RETROFIT RUMAH SEDERHANA DENGAN TEKNOLOGI FEROSEMEN BAGI TUKANG BANGUNAN DI KABUPATEN JEMBER. *Jurnal Abdi Insani*, 10(3), 1902-1912.
- Muhtar, S.M. Dewi, Wisnumurti, A. Munawir, Enhancing bambu reinforcement using a hose-clamp to increase bond- stress and slip resistance, *Journal of Building Engineering*. 26 (2019) 100896. doi:10.1016/j.jobe.2019.100896.
- Muhtar, S.M. Dewi, Wisnumurti, A. Munawir, The stiffness and cracked pattern of bambu reinforced concrete beams using a hose clamp, *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 9 (2018) 273–284.
- Firdaust, S. A., Kuryanto, T. D., & Manggala, A. S. (2023). Analisis Erosi Dan Sedimentasi Di Das Sampean Hulu Menggunakan Metode Usle Berbasis

Sistem Informasi Geografis (Arcgis)(Studi Kasus: DAS Sampean Hulu, Kabupaten Bondowoso). *Jurnal Smart Teknologi*, 4(3), 320-327.

Sirientika, N., Manggala, A. S., & Kuryanto, T. D. (2021). Evaluasi Sistem Drainase Kawasan Menggunakan Penginderaan Jauh Serta SWMM (Studi Kasus: Daerah Pendidikan Kabupaten Jember) Evaluation of Area Drainage System Using Remote Sensing and SWMM (Case Study: Jember District Education Area).