

Karakteristik Bata Ringan Dengan Menggunakan Campuran Limbah *Styrofoam* Dan Serabut Kelapa

Yoga C. V. Tethool ^{1,*}, Indra Birawaputra ¹

¹Teknik Sipil, Universitas Papua

Kabupaten Manokwari, Indonesia

y.tethool@unipa.ac.id ^{*} i.birawaputra@unipa.ac.id

Abstrak – Bata ringan tipe *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) menggunakan busa udara dalam campuran mortar. Busa ini dihasilkan dari *foam agent*, yang membuat biaya produksi bata ringan menjadi mahal. Di sektor perkebunan, kelapa adalah komoditas dengan hasil produksi terbesar di Kabupaten Manokwari, mencapai 56.469 ton. Namun, ini juga berarti limbah kelapa menjadi masalah besar. Untuk mengatasi ini, penelitian ini menggunakan limbah serabut kelapa dan limbah *styrofoam* sebagai bahan campuran dalam pembuatan bata ringan tipe CLC. Limbah *styrofoam* digunakan sebagai pengganti *foam agent*, sementara limbah serabut kelapa diharapkan dapat meningkatkan kuat tekan bata ringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis, tingkat penyerapan air, kuat tekan dan biaya produksi dari bata ringan yang dihasilkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen yang dilakukan di laboratorium. Tahapan pelaksanaan penelitian diawali dengan melakukan uji karakteristik material penyusun bata ringan, selanjutnya dilakukan perhitungan komposisi campuran dan dilanjutkan dengan mencetak benda uji pada silinder ukuran 15x30. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material *styrofoam* dapat digunakan sebagai pengganti *foam agent* pada bata ringan tipe CLC. Berat jenis bata ringan adalah BT1: 1177.36 kg/m³, BT2: 1172.92 kg/m³, BT3: 1209.60 kg/m³, BT4: 1196.68 kg/m³, dan BT5: 1182.99 kg/m³. Penggunaan *styrofoam* mampu menurunkan tingkat penyerapan air pada bata ringan sebesar 50%. Nilai kuat tekan bata ringan adalah BT1: 1.24 MPa, BT2: 1.32 MPa, BT3: 1.62 MPa, BT4: 1.69 MPa dan BT5: 1.65 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan serabut kelapa dalam campuran bata ringan mampu meningkatkan nilai kuat tekan sebesar 28%. Penggunaan material limbah *styrofoam* mampu menurunkan biaya produksi hingga 20%.

Kata kunci: Bata ringan, *cellular lightweight concrete*, *styrofoam*, serabut kelapa, SNI 8640:2018

Abstract – *Cellular Lightweight Concrete (CLC)* use bubbles in the mortar. These bubbles are generated by a foam agent, which contributes to the high production cost of lightweight bricks. In the agricultural sector, coconut is the largest commodity produced in Manokwari Regency, reaching a total of 56,469 tons. However, this also means that coconut waste poses a significant problem. To solve this issue, this research utilizes coconut fiber waste and *styrofoam* waste as additives in the production of CLC. The *styrofoam* waste serves as a substitute for the foam agent, while the coconut fiber waste is expected to enhance the compressive strength of the lightweight bricks. The objective of this research is

to determine the density, water absorption rate, compressive strength, and production cost of the resulting lightweight bricks. The research methodology involves conducting experiments in a laboratory setting. The research process begins with testing the characteristics of the constituent materials of the lightweight bricks, followed by calculating the mixture composition and conducting tests on cylindrical specimens measuring 15x30. The research findings indicate that *styrofoam* can be used as a substitute for the foam agent in CLC lightweight bricks. The density of the lightweight bricks is as follows: BT1: 1177.36 kg/m³, BT2: 1172.92 kg/m³, BT3: 1209.60 kg/m³, BT4: 1196.68 kg/m³, and BT5: 1182.99 kg/m³. The use of *styrofoam* reduces the water absorption rate of the lightweight bricks by 50%. The compressive strength values of the lightweight bricks are as follows: BT1: 1.24 MPa, BT2: 1.32 MPa, BT3: 1.62 MPa, BT4: 1.69 MPa, and BT5: 1.65 MPa. These results demonstrate that the inclusion of coconut fiber in the mixture increases the compressive strength by 28%. Additionally, the use of *styrofoam* waste materials reduces production costs by up to 20%.

Keywords: Lightweight brick, *cellular lightweight concrete*, *styrofoam*, coconut fiber, SNI 8640:2018

1. PENDAHULUAN

Tanah Papua termasuk ke dalam klasifikasi aktivitas tektonik yang sangat aktif, sehingga kejadian gempa besar akan sering dialami di wilayah ini [1]. Salah satu upaya untuk meminimalisir efek gempa bumi pada bangunan bertingkat adalah dengan cara mengurangi massa bangunan. Penggunaan material yang memiliki massa ringan dapat menjadi pilihan untuk upaya tersebut. Salah satu alternatif material yang dapat digunakan adalah bata ringan sebagai material penyusun dinding bangunan gedung.

Bata ringan merupakan bata berpori yang memiliki nilai berat jenis sekitar 400-1400 kg/m³. Bata ringan terdiri dari dua jenis yaitu Autoclaved Aerated Concrete (AAC) dan *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) [2]. Penggunaan bata ringan sebagai material dinding bangunan di Kabupaten Manokwari masih sangat minim. Hal ini disebabkan material bata ringan harus didatangkan dari luar Manokwari sehingga membuat harga jualnya lebih mahal dibandingkan batako produksi lokal. Pada umumnya, konstruksi bangunan di Manokwari masih menggunakan bata beton pejal (batako) sebagai material dinding. Namun, kualitas batako yang ada di pasaran Manokwari masih belum memenuhi standar. Hal ini

menjadi tidak ideal untuk penggunaannya sebagai material utama pada konstruksi dinding, mengingat daerah Manokwari merupakan salah satu daerah rawan gempa [3].

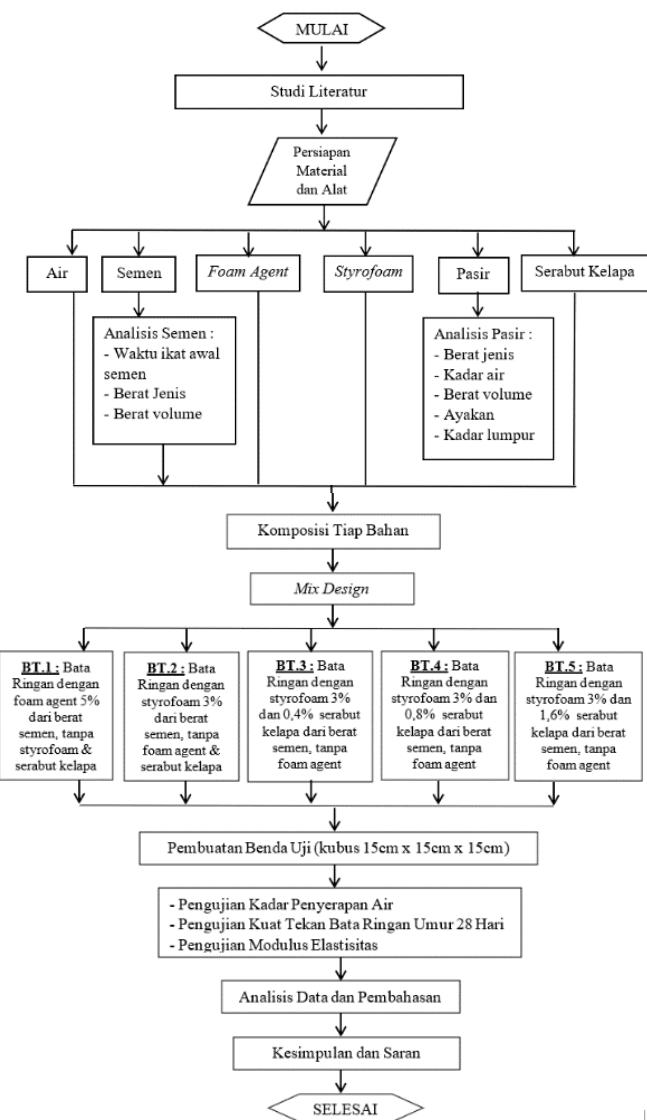
Bata ringan tipe CLC merupakan bata ringan yang dibuat dengan proses menambahkan buih udara dalam bentuk busa yang sudah terbentuk sebelumnya dengan menggunakan mesin pembuat busa dan dicampurkan ke dalam campuran mortar yang telah diaduk sebelumnya [2]. Busa tersebut dihasilkan dari bahan kimia (*foam agent*) yang menyebabkan ongkos produksi bata ringan tersebut menjadi mahal. Oleh sebab itu, penggunaan limbah *styrofoam* sebagai pengganti *foam agent* diharapkan memberikan kontribusi dalam menekan biaya produksi bata ringan. Semakin banyak penggunaan *styrofoam* maka berat jenis pada bata ringan semakin kecil. Namun disisi lain, penggunaan *styrofoam* dalam campuran bata ringan akan menurunkan nilai kuat tekannya [4].

Menurut data Statistik Daerah Kabupaten Manokwari 2020, pada sektor perkebunan, komoditas kelapa menempati posisi hasil produksi terbesar sejumlah 56.469 ton [5]. Dengan potensi yang cukup tinggi ini, tanaman kelapa juga menjadi salah satu penyumbang limbah yang besar. Pemanfaatan limbah kelapa, khususnya serabut kelapa, pada campuran beton normal dapat meningkatkan nilai kuat tekan hingga 29% [6].

Berdasarkan kondisi di atas, dalam penelitian ini akan memanfaatkan limbah *styrofoam* dan limbah serabut kelapa sebagai bahan campuran bata ringan tipe CLC. Limbah *styrofoam* digunakan untuk menggantikan *foam agent* dan limbah serabut kelapa diharapkan mampu meningkatkan nilai kuat tekan dari bata ringan. Tujuan utama dari penelitian ini yaitu menemukan komposisi yang optimum dari material penyusun bata ringan tipe CLC, sehingga kualitasnya memenuhi standar yang disyaratkan dalam SNI 8640:2018 tentang bata ringan.

2. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di wilayah Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat, khususnya di Laboratorium Bahan Bangunan Jurusan Teknik Sipil Universitas Papua. Tahapan kegiatan penelitian ini ditampilkan dalam bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir kegiatan penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Persiapan sampel

Material yang akan digunakan dalam penelitian ini disiapkan terlebih dahulu seperti terlihat pada Gambar 2. Semen yang digunakan adalah semen produksi Conch Manokwari (Gambar 2.a). Air yang digunakan merupakan air bersih tanpa kandungan limbah. Agregat halus berasal dari *quarry* anggresi (Gambar 2.b) dan serabut kelapa (*cocofiber*) milik munu anggadi (Gambar 2.c) sedangkan limbah *styrofoam* yang diperoleh terlebih dahulu dihaluskan dengan cara diparut hingga ukuran butirannya menjadi seragam (Gambar 2.d).



Gambar 2. Penyiapan material yang digunakan

Tabel 1. Perhitungan komposisi campuran sebanyak 1m³

Kode Sampel	Semen (kg)	Pasir (kg)	Air (kg)	Foaming Agent (kg)	Styrofoam (kg)	Serabut kelapa (kg)	Superplasticizer (kg)
BT1	346.53	650.44	173.54	17.21			
BT2	346.53	650.44	207.97		11.29		3.39
BT3	346.53	650.44	207.97		11.29	1.41	3.39
BT4	346.53	650.44	207.97		11.29	2.82	3.39
BT5	346.53	650.44	207.97		11.29	5.64	3.39

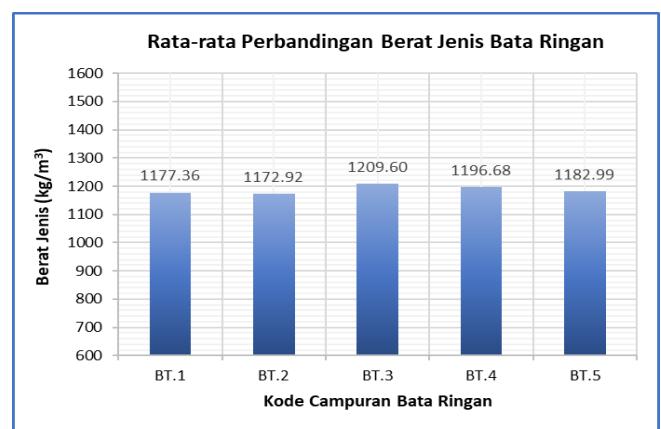
Sumber: Hasil Penelitian

3.3. Pengukuran berat jenis benda uji

Tabel 2 menunjukkan hasil penimbangan dan perhitungan berat jenis untuk setiap benda uji. Gambar 2 menunjukkan hasil perhitungan rata-rata berat jenis bata ringan yang dihasilkan dalam penelitian ini, dimana diketahui bahwa semua tipe bata ringan yang dihasilkan memiliki berat jenis yang hampir sama. Berdasarkan SNI 8640 tahun 2018, bata ringan ini masih tergolong bata ringan kelas 1.100 kg/m³. Hal ini juga memberikan gambaran bahwa material styrofoam dapat digunakan sebagai pengganti foaming agent dalam pembuatan bata ringan tipe *cellular lighthead concrete* (CLC).

3.2. Perencanaan campuran

Perencanaan campuran bata ringan pada penelitian ini mengacu pada perhitungan perencanaan campuran berdasarkan modul Kementerian Pekerjaan Umum untuk teknologi timbunan material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan [11]. Perbandingan semen dan pasir untuk campuran bata ringan yang digunakan adalah 1 : 2, serta rasio air semen 0,6. Densitas campuran yang direncanakan berkisar 1100 – 1200 kg/m³. Komposisi campuran yang digunakan untuk volume 1m³ ditampilkan pada Tabel 1.



Gambar 2. Nilai Rata-rata berat jenis bata ringan

Tabel 2. Perhitungan berat jenis benda uji

Tipe	No	Volume (cm ³)	Berat awal (gr)	Bobot isi nominal (kg/m ³)	
				Satuan	Rata-rata
	1	3375	3,987.0	1,181.3	
	2	3375	3,986.0	1,181.0	
BT1	3	3375	3,929.0	1,164.1	1177.36
	4	3375	3,930.0	1,164.4	
	5	3375	4,036.0	1,195.9	
	6	3375	3,980.0	1,179.3	
	7	3375	3,986.0	1,181.0	
BT2	8	3375	3,889.0	1,152.3	1172.92
	9	3375	3,890.0	1,152.6	
	10	3375	4,048.0	1,199.4	
	11	3375	4,058.0	1,202.4	
	12	3375	4,056.0	1,201.8	
BT3	13	3375	4,100.0	1,214.8	1209.60
	14	3375	4,098.0	1,214.2	
	15	3375	4,100.0	1,214.8	
	16	3375	3,852.0	1,141.3	
	17	3375	3,852.0	1,141.3	
BT4	18	3375	4,149.0	1,229.3	1196.68
	19	3375	4,149.0	1,229.3	
	20	3375	4,192.0	1,242.1	
	21	3375	4,071.0	1,206.2	
	22	3375	4,071.0	1,206.2	
BT5	23	3375	3,906.0	1,157.3	1182.99
	24	3375	3,906.0	1,157.3	
	25	3375	4,009.0	1,187.9	

Sumber: Hasil penelitian

3.4. Pengujian kadar penyerapan air

Hasil pengujian penyerapan air bata ringan ditampilkan pada Tabel 3. Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa bata ringan dengan menggunakan campuran *styrofoam* mampu menurunkan tingkat penyerapan air hingga 50%, bila dibandingkan dengan bata ringan yang menggunakan *foam agent*.



Gambar 3. Nilai Rata-rata penyerapan air bata ringan

Tabel 3. Perhitungan penyerapan air benda uji

Tipe	No	Volume (cm ³)	Berat (gr)		Penyerapan air (%)	
			Kering (Bko)	Jenuh Air (Bssd)	Satuan	Rata-rata
	1	3375	3,787.0	4,660.0	23.05%	
	2	3375	3,786.0	4,596.0	21.39%	
BT1	3	3375	3,732.0	4,516.0	21.01%	19.88%
	4	3375	3,733.0	4,506.0	20.71%	
	5	3375	3,834.0	4,341.0	13.22%	
	6	3375	3,780.0	4,150.0	9.79%	
	7	3375	3,786.0	4,150.0	9.61%	
BT2	8	3375	3,694.0	4,047.0	9.56%	9.64%
	9	3375	3,695.0	4,046.0	9.50%	
	10	3375	3,845.0	4,219.0	9.73%	
	11	3375	3,855.0	4,188.0	8.64%	
	12	3375	3,853.0	4,190.0	8.75%	
BT3	13	3375	3,894.0	4,263.0	9.48%	8.88%
	14	3375	3,893.0	4,263.0	9.50%	
	15	3375	3,894.0	4,206.0	8.01%	
	16	3375	3,636.0	4,060.0	11.66%	
	17	3375	3,637.0	4,054.0	11.47%	
BT4	18	3375	3,940.0	4,281.0	8.65%	10.01%
	19	3375	3,941.0	4,283.0	8.68%	
	20	3375	3,948.0	4,327.0	9.60%	
	21	3375	3,890.0	4,274.0	9.87%	
	22	3375	3,889.0	4,275.0	9.93%	
BT5	23	3375	3,705.0	4,168.0	12.50%	10.85%
	24	3375	3,704.0	4,163.0	12.39%	
	25	3375	3,853.0	4,222.0	9.58%	

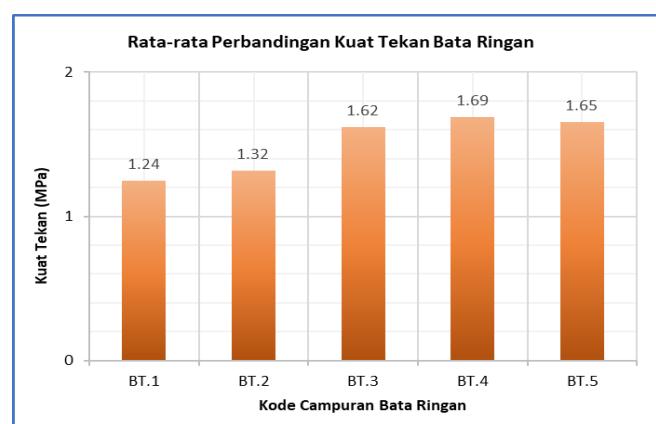
Sumber: Hasil Penelitian

3.5. Pengujian kuat tekan

Gambar 4 menunjukkan nilai rata-rata pengujian kuat tekan semua benda uji. BT1 dan BT2 yang tidak menggunakan serabut kelapa memiliki nilai rata-rata kuat tekan sebesar 1,24 MPa dan 1,32 MPa. Sedangkan BT3, BT4 dan BT5 menggunakan serabut kelapa dalam beberapa variasi menghasilkan kuat tekan berturut-turut sebesar 1,62 MPa, 1,69 MPa dan 1,65 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan serabut kelapa pada campuran bata ringan memberikan dampak positif karena dapat meningkatkan kuat tekan bata ringan sebesar 28%.

Pola kehancuran setelah proses pengujian tekan, bata ringan dengan menggunakan *styrofoam* memberikan respon yang lebih baik dibandingkan dengan bata ringan yang menggunakan *foam agent*. Pola kehancuran bata ringan dengan *styrofoam* tidak mengalami kehancuran secara total, melainkan material penyusunnya masih memberikan daya

ikat antar elemen penyusun. Gambar 5 menunjukkan kondisi bagian dalam bata ringan setelah dilakukan pengujian tekan.



Gambar 4. Nilai rata-rata kuat tekan bata ringan

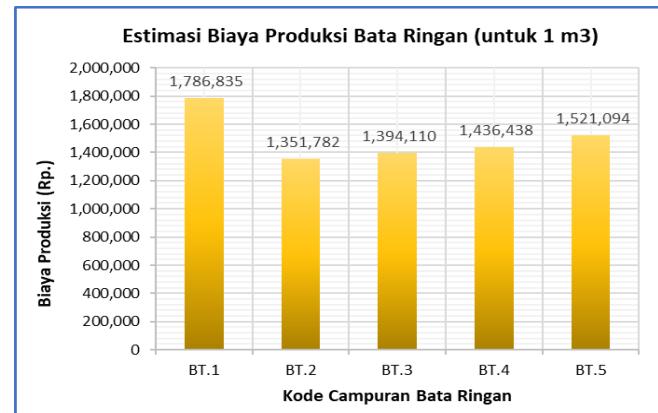
(a) Menggunakan *foam agent*(b) Menggunakan *styrofoam*

Gambar 5. Kondisi bagian dalam bata ringan

3.6. Perbandingan biaya produksi

Perhitungan biaya produksi dilakukan untuk mengetahui dampak penggunaan limbah *styrofoam*. Perhitungan biaya juga mengacu pada harga satuan yang berlaku di Kabupaten Manokwari pada tahun 2022.

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan data bahwa biaya produksi bata ringan dengan *foam agent* sekitar 1,7 juta rupiah sedangkan bata ringan dengan *styrofoam* membutuhkan biaya antara 1,3 juta hingga 1,5 juta rupiah. Hal ini memberikan gambaran bahwa penggunaan limbah *styrofoam* mampu menurunkan biaya produksi hingga 20%. Produksi bata ringan dengan *foam agent* masih membutuhkan biaya lebih tinggi karena bahan baku *foam agent* masih harus didatangkan dari luar Kabupaten Manokwari.

Gambar 6. Estimasi biaya produksi bata ringan untuk 1m³

4. KESIMPULAN

Material *styrofoam* dapat digunakan sebagai pengganti *foam agent* pada bata ringan tipe CLC. Berat jenis bata ringan tipe BT1, BT2, BT3, BT4 dan BT5 masing-masing adalah 1177.36 kg/m³, 1172.92 kg/m³, 1209.60 kg/m³, 1196.68 kg/m³ dan 1182.99 kg/m³.

Tingkat penyerapan air dari setiap bata ringan tipe BT1, BT2, BT3, BT4 dan BT5 berturut-turut yaitu 19.88%, 9.64%, 8.88%, 10.01% dan 10.85%. Dengan demikian maka penggunaan *styrofoam* mampu menurunkan tingkat penyerapan air pada bata ringan sebesar 50%.

Nilai kuat tekan bata ringan untuk tipe BT1, BT2, BT3, BT4 dan BT5 masing-masing adalah 1.24 MPa, 1.32 MPa, 1.62 MPa, 1.69 MPa dan 1.65 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan serabut kelapa dalam campuran bata ringan mampu meningkatkan nilai kuat tekan sebesar 28%.

Perhitungan biaya produksi 1 m³ bata ringan dengan menggunakan standar harga Kabupaten Manokwari tahun 2022 untuk setiap tipe BT1, BT2, BT3, BT4 dan BT5 yaitu 1,79 juta, 1,35 juta, 1,39 juta, 1,44 juta dan 1,52 juta rupiah. Penggunaan material limbah *styrofoam* mampu menurunkan biaya produksi hingga 20%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan secara khusus kepada Pimpinan Universitas Papua melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) UNIPA yang telah mendanai kegiatan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Naryanto, H. S. 2019. Analisis Bahaya, Kerentanan, dan Resiko Bencana Tsunami di Provinsi Papua Barat. *Jurnal Alami*. 3 (1) : 10-20.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. 2018. Spesifikasi Bata Ringan Untuk Pasangan Dinding (SNI 8640:2018). Bandung : BSN.

- [3] Birawaputra, Indra dan Yoga C. V. Tethool. 2023. Identifikasi Mutu Bata Beton Pejal di Wilayah Kabupaten Manokwari. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*. 9 (2) : 119-126.
- [4] Oemiat, Nurnilam dkk. 2021. Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Campuran Pembuatan Bata Ringan. *Jurnal Bearing*. 7 (2) : 107-113.
- [5] BPS Kabupaten Manokwari. 2020. Statistik Daerah Kabupaten Manokwari 2020. Manokwari : BPS Kabupaten Manokwari.
- [6] Sahrudin dan Nadia. 2016. Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Konstruksia*. 7 (2) : 13-20.
- [7] Prayitno, Eko dkk. 2021. Analisa Berat Isi Dan Kuat Tekan Bata Ringan Menggunakan Foam Agent dengan Bahan Tambah Serbuk Gypsum. *Jurnal Simetris*. 15 (1) : 7-11.
- [8] Oktaviani, Putri dkk. 2015. Studi Eksperimental Pembuatan Batu Bata Ringan Dengan Memakai Additive Foam Agent. Prosiding 2nd Andalas Civil Engineering National Conference. 13 Agustus 2015, Padang, Indonesia. 139-145.
- [9] Sujatmiko, Bambang dkk. 2018. Pemanfaatan Limbah Styrofoam Untuk Bahan Bata Ringan Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah. Seminar Nasional IlmuTerapan (SNITER) 2018 – Universitas Widya Kartika. Oktober 2018, Surabaya, Indonesia. A08-1 – A086.
- [10] Samsul dkk. 2015. Pengujian Sifat Mekanis Batako Pejal Dengan Serat Kelapa Dengan Variasi 1,5 cm, 2 cm dan 2,5 cm. *JeLAST : Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*. 2 (2) : 1-8.
- [11] Pedoman Bahan Bangunan dan Rekayasa Sipil. 2015. Perancangan campuran material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.