

FORMULASI PROPORSI *STYROFOAM* TERHADAP PASIR MERAPI DAN PENGARUHNYA PADA KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BATAKO RINGAN

Imam Trianggoro Saputro

Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Sorong
Email : Imam.civil10@gmail.com

Diterima: 15 Agustus 2017. Disetujui: 19 September 2017. Dipublikasikan: 1 Oktober 2017

ABSTRAK

Pada saat ini, dunia konstruksi mengalami perkembangan yang pesat. Inovasi terhadap bata sebagai bahan bangunan banyak dilakukan. Hal ini karena bata konvensional cukup berat dengan berat volume lebih besar dari 1850 kg/m^3 . Batako ringan dihasilkan dengan mencampurkan material ringan ke dalam batako yaitu styrofoam. *Styrofoam* merupakan material ringan yang banyak dihasilkan dari barang buangan sehingga mudah diperoleh. Penelitian ini mencoba membuat batako ringan dengan mencampurkan bahan ringan *styrofoam* ke dalam batako. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui formulasi proporsi, berat volume, kuat tekan, dan kuat lentur dari batako *styrofoam*. Batako dibuat dari campuran semen, pasir, dan *styrofoam*. Proses pembuatan batako dilakukan dengan menggantikan volume agregat terhadap *styrofoam* sebesar 15%, 30%, 45%, dan 60%. Benda uji kuat tekan berupa silinder sedangkan benda uji kuat lentur berupa balok. Klasifikasi kuat tekan dilakukan menurut SNI 03-0349-1989. Hasil pengujian sampel silinder tanpa *Styrofoam* dan sampel silinder dengan penggantian volume *styrofoam* sebesar 15%, 30%, 45%, dan 60% menghasilkan berat volume yaitu $2052,92 \text{ kg/m}^3$, $1866,58 \text{ kg/m}^3$, $1639,01 \text{ kg/m}^3$, $1396,26 \text{ kg/m}^3$, dan $1044,68 \text{ kg/m}^3$. Kuat tekan rata-rata setiap variasi silinder sebesar 8,703 MPa, 7,160 MPa, 6,012 MPa, 4,881 MPa, dan 2,876 MPa. Kuat Lentur rata-rata setiap variasi balok sebesar 1,810 MPa, 1,552 MPa, 1,495 MPa, 1,301 MPa, dan 0,883 MPa. Sesuai dengan hasil pengujian, batako dengan rasio *styrofoam* 30% dan 45% mempunyai kekuatan yang memenuhi klasifikasi III (SNI 03-0349-1989). Dengan memilih yang ringan dari 2 variasi batako, variasi *styrofoam* 45% yang paling sesuai untuk direkomendasikan.

Kata kunci: Bata ringan, *styrofoam*, inovasi material, pasir Merapi, formulasi proporsi.

PENDAHULUAN

Pada saat ini perkembangan di bidang konstruksi bangunan mengalami kemajuan yang pesat. Dengan semakin pesatnya pertumbuhan pengetahuan dan teknologi di bidang konstruksi mendorong untuk lebih memperhatikan standar mutu serta produktivitas kerja. Teknologi di bidang konstruksi dapat berperan serta dalam meningkatkan sebuah pembangunan konstruksi dengan lebih berkualitas. Batako ringan merupakan suatu inovasi

yang dibuat dengan tujuan untuk mempermudah proses pengerjaan dinding sehingga lebih mudah dan cepat. Batako ringan dalam pengertian umum adalah batako yang memiliki berat satuan berkisar antara $600 - 1850 \text{ kg/m}^3$. *Styrofoam* sangat mudah dijumpai karena banyak digunakan terutama sebagai pembungkus alat elektronik. Batako ringan tanpa pori, yaitu batako ringan yang dihasilkan dengan menambah agregat ringan dalam proses pembuatannya. Tujuan mencampurkan agregat ringan adalah untuk mengurangi

berat batako. Banyak kemungkinan agregat ringan yang digunakan antara lain *styrofoam*, batu apung, perlit, serat sintesis, dan lain-lain.

Penelitian ini membuat batako ringan menggunakan campuran agregat pengisi berupa *styrofoam* dengan pasir Merapi. *Styrofoam* dicampurkan ke dalam batako karena *styrofoam* memiliki berat yang ringan. *Styrofoam* yang dicampurkan dapat dianggap sebagai pori-pori pada batako sehingga menjadi batako ringan akibat memiliki pori-pori didalamnya. Hal ini yang mendasari penelitian batako ringan dengan menggunakan campuran *styrofoam* ini dilakukan. Pengujian yang dilakukan pada batako *styrofoam* yaitu pengujian kuat tekan dan pengujian kuat lentur.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan, diantaranya :

1. Mengetahui formulasi campuran batako ringan menggunakan *styrofoam*, agregat pasir Merapi, dan Semen Portland.
2. Mengetahui variasi yang kuat tekan dan kuat lentur optimal dari batako ringan *styrofoam*.
3. Mengetahui hubungan kadar *styrofoam* dan kuat tekan untuk campuran batako ringan *styrofoam*.

Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan adalah sebagai berikut ini :

1. Penelitian ini diharapkan memberikan informasi bagi perkembangan ilmu teknologi batako ringan dengan menggunakan bahan *styrofoam*.
2. Dengan penelitian ini diharapkan teknologi beton ringan ke depannya menjadi lebih baik lagi dari sebelumnya.

3. Memberikan informasi mengenai pemanfaatan limbah *styrofoam* agar tidak terbuang dengan percuma.

Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah penelitian ini sebagai berikut ini :

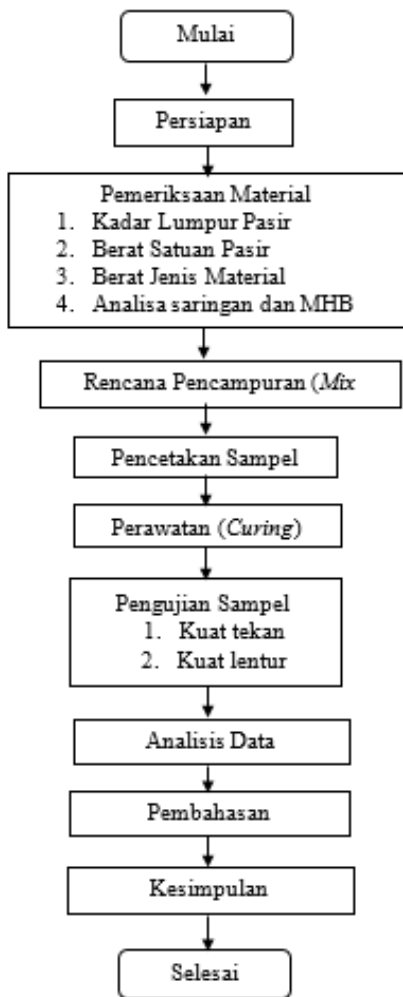
1. Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari kali Boyong/Merapi.
2. Perbandingan yang digunakan adalah 1 PC : 5 (Pasir + *styrofoam*)
3. Fas (faktor air semen) digunakan 0,6
4. Bahan tambah yang digunakan adalah *styrofoam* berbentuk bulat yang di peroleh dari pasar lokal dengan ukuran butir bervariasi antara 3 – 6 mm.
5. Penelitian ini menggunakan 5 (lima) jenis variasi. Variasi yang digunakan adalah sebagai berikut ini:
 - a. Variasi AN yaitu Penggunaan 0% volume *styrofoam* terhadap volume total dari agregat yang digunakan.
 - b. Variasi A1 yaitu Penggunaan 15% volume *styrofoam* terhadap volume total dari agregat yang digunakan.
 - c. Variasi A2 yaitu Penggunaan 30% volume *styrofoam* terhadap volume total dari agregat yang digunakan.
 - d. Variasi A3 yaitu Penggunaan 45% volume *styrofoam* terhadap volume total dari agregat yang digunakan.
 - e. Variasi A4 yaitu Penggunaan 60% volume *styrofoam* terhadap volume total dari agregat yang digunakan

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen yaitu melakukan serangkaian percobaan terhadap batako ringan yang menggunakan bahan dasar *styrofoam* dan juga agregat pasir Merapi. Pengujian di Laboratorim menghasilkan data dari masing-masing

sampel. Data tersebut merupakan data awal hasil pengujian.

Data hasil Laboratorium masih harus dianalisis untuk mengetahui hasil dari penelitian. Hasil tersebut dapat menunjukkan suatu kesimpulan tentang variasi yang baik dari hasil serangkaian pengujian. Berikut ini terdapat bagan alir penelitian pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

HASIL PENELITIAN

Berat Jenis

Berat jenis pasir/agregat halus jenuh kering muka (SSD) yang berasal dari sungai Boyong didapatkan sebesar 2,53 kg/m³

dengan tingkat penyerapan air sebesar 4,71 %.

Berat Volume Pasir dan Semen

Hasil pemeriksaan berat volume pasir dalam keadaan gembur sebesar 1481,3 kg/m³ sedangkan pemeriksaan berat volume pasir dalam keadaan padat sebesar 1696,5 kg/m³. Pemeriksaan berat volume semen didapatkan 1492,4 kg/m³.

Modulus Halus Butir

Hasil pemeriksaan modulus halus butir pada pasir sungai Boyong didapatkan sebesar 2,101 dan termasuk pada jenis pasir gradasi III.

Berat Volume Styrofoam

Styrofoam berbentuk butiran dengan ukuran 3-6 mm. setelah dilakukan pemeriksaan didapatkan berat volume sebesar 11,03 kg/m³.

Perencanaan Pencampuran (Mix Design)

Perencanaan pencampuran dilakukan untuk menghitung kebutuhan campuran yang diperlukan dalam penelitian. Kebutuhan pencampuran sesuai dengan benda uji yang akan dibuat. Jumlah benda uji dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Jumlah Benda Uji Penelitian

Jenis sampel	Tipe Pengujian	Jumlah (Buah)
Silinder A1	Kuat Tekan	15
Silinder A2	Kuat Tekan	15
Silinder A3	Kuat Tekan	15
Silinder A4	Kuat Tekan	15
Silinder AN	Kuat Tekan	15
Batako A1	Kuat Tekan	3
Batako A2	Kuat Tekan	3
Batako A3	Kuat Tekan	3
Batako A4	Kuat Tekan	3
Batako AN	Kuat Tekan	3
Balok A1	Kuat Lentur	3
Balok A2	Kuat Lentur	3
Balok A3	Kuat Lentur	3
Balok A4	Kuat Lentur	3
Balok AN	Kuat Lentur	3
	Total	105

Variasi yang dilakukan terhadap agregat. Dalam penelitian ini terdapat 5 variasi yang digunakan. variasi tersebut tersaji pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Variasi Agregat

Variasi Agregat	Pasir (%)	Styrofoam (%)
AN	100	0
A1	85	15
A2	70	30
A3	55	45
A4	40	60

Dalam penelitian ini, *styrofoam* yang digunakan memiliki ukuran butir 3-6 mm sehingga akan menghasilkan rongga antara butiran yang cukup besar. Berdasarkan hasil coba-coba ditentukan setiap peningkatan 15% volume, untuk mengisi rongga *styrofoam* diperlukan sekitar 5% material dari total kebutuhan pencampuran. Oleh karena itu, faktor rongga ditentukan sesuai pada Tabel 3.

Tabel 3 Faktor Rongga *Styrofoam*

Faktor Rongga <i>Styrofoam</i> (FRs)	
Variasi	FRs
A1	1.05
A2	1.1
A3	1.15
A4	1.2

maka setelah melakukan serangkaian percobaan didapatkan formulasi Perhitungan kebutuhan campuran mengikuti persamaan sebagai berikut :

Proporsi bahan total
 $= 1,1 \times P_{kb} \times V \times n \times FRs$

Keterangan :

P_{kb} = Proporsi kebutuhan bahan (kg/m^3)

V = Volume sampel (m^3)

n = Jumlah sampel

1,1 = Faktor Pengali

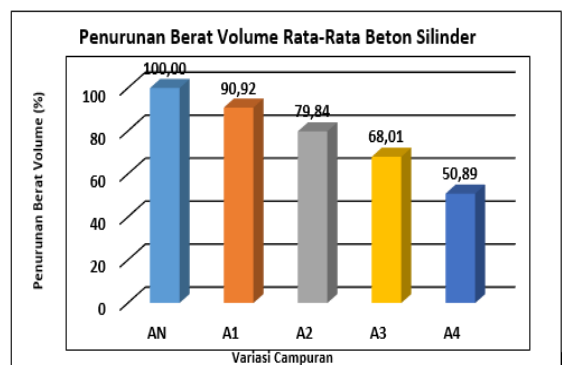
FRs = Faktor Rongga *Styrofoam*

Berat Volume Silinder

Hasil pengujian terhadap 5 variasi didapatkan berat volume rata-rata dari tiap variasi. Berat volume dan persentase penurunannya kemudian direkapitulasi sesuai dengan masing-masing variasi. Penurunan berat volume terjadi seiring dengan jumlah persentase *Styrofoam* dalam pencampuran. Hasil rekapitulasi dari berat volume tersaji pada Tabel 4 sedangkan penurunan berat volume silinder *styrofoam* yang terjadi setiap variasi terlihat pada Grafik 1 seperti di bawah ini.

Tabel 4 Penurunan Berat Volume Rata-Rata Beton Silinder

No	Variasi	% styrofoam	Berat Volume Rata-Rata (kg/m^3)	Penurunan Berat Volume (%)
1	AN	0%	2052.9153	100.00
2	A1	15%	1866.5833	90.92
3	A2	30%	1639.0159	79.84
4	A3	45%	1396.2566	68.01
5	A4	60%	1044.6804	50.89



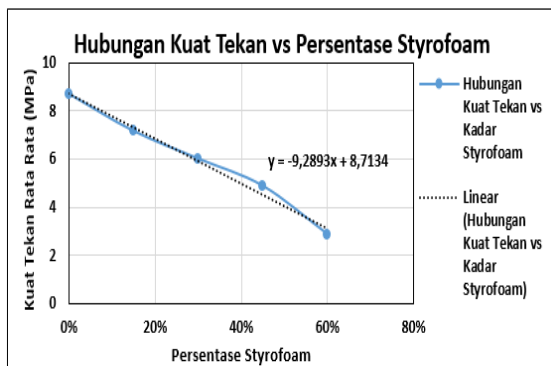
Grafik 1 Penurunan Berat Volume Terhadap Variasi Campuran

Kuat Tekan Silinder

Hasil pengujian terhadap 5 (lima) variasi didapatkan kuat tekan rata-rata yang diperoleh dari tiap variasinya. Kuat tekan rata-rata tersebut kemudian direkapitulasi sesuai dengan masing-masing variasi agar mudah melihat karakteristiknya. Hasil rekapitulasi kuat tekan rata-rata dari masing-masing variasi tersaji pada Tabel 5 sedangkan hubungan perbandingan antara persentase penggunaan *styrofoam* dengan kuat tekan rata-rata silinder *styrofoam* terlihat pada Grafik 2 seperti berikut.

Tabel 5 Hasil Kuat Tekan Silinder Dari Tiap Variasi

No	Variasi	% styrofoam	f _c rata-rata (MPa)
1	AN	0%	8.70305
2	A1	15%	7.16057
3	A2	30%	6.01236
4	A3	45%	4.88133
5	A4	60%	2.87566



Grafik 2 Hubungan Kuat Tekan dan Persentase *Styrofoam*

Dari Grafik 2 didapatkan hubungan rumus empiris berdasarkan perhitungan *Microsoft Excel* sebagai berikut ini.

$$f_c = -9.2893X + 8.7134$$

Tabel 6 Perhitungan Pendekatan Rumus Empiris

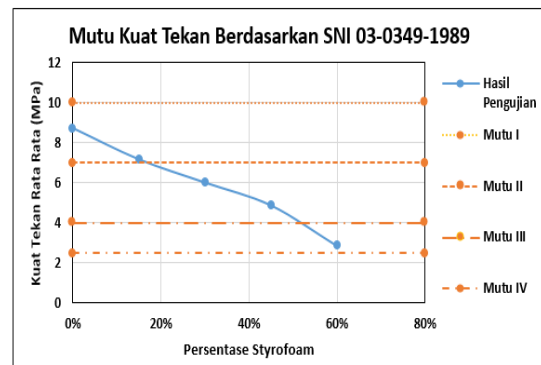
Sampel	W _c	W _c ^{1.5}	f _c	√f _c	W _c ^{1.5} √f _c	E _c	W _c ^{1.5} √f _c /E _c	Angka pengali
AN(1)	2100.617	96276.48	8.816	2.969	285869.4	12823.97	0.045	0.046

Keterangan:

f_c = Kuat Tekan Silinder Styrofoam (MPa)

X = Kadar Styrofoam terhadap volume agregat

Salah satu tujuan dari penelitian ini bahwa Silinder beton tersebut merepresentasikan kuat tekan campuran yang akan digunakan pada batako. Kuat tekan untuk batako memiliki syarat-syarat tertentu. Persyaratan tersebut sesuai SNI 03-0349-1989 yang terlihat pada Tabel 1. Sesuai kriteria yang disyaratkan, maka dari hasil pengujian diperoleh mutu dari sampel yang diuji. Hasil klasifikasi mutu terlihat pada Grafik 3



Grafik 3 Klasifikasi Mutu Berdasarkan SNI 03-0349-1989

Modulus Elastisitas

Besarnya nilai modulus elastisitas sampelnya diukur pada penelitian ini. Hasil perhitungan modulus elastisitas dilakukan terhadap hasil percobaan yang diperoleh. kemudian dicari persamaan rumus empiris hasil percobaan dengan menggunakan pendekatan persamaan pada peraturan ACI 318-83M sehingga didapat sebagai berikut. Terlihat pada Tabel 6

AN(2)	2028.824	91383.26	10.701	3.271	298942	14034.62	0.047	
AN(3)	2044.173	92422.22	9.414	3.068	283578.3	13449.16	0.047	
AN(4)	2077.356	94681.79	9.527	3.087	292238.7	13609.58	0.047	
AN(5)	2017.104	90592.51	7.175	2.679	242669.8	10630.24	0.044	
AN(6)	2070.727	94228.93	8.236	2.870	270414.7	11978.97	0.044	
AN(7)	2075.031	94522.84	8.539	2.922	276211.2	12198.63	0.044	
AN(8)	2043.734	92392.48	10.155	3.187	294432	13785.35	0.047	
AN(9)	2073.789	94438.04	8.013	2.831	267332.1	11784.18	0.044	
AN(10)	2018.138	90662.18	8.318	2.884	261480.5	11757.09	0.045	
AN(11)	2062.409	93661.71	7.304	2.703	253130.3	11237.01	0.044	
AN(12)	2043.478	92375.1	8.533	2.921	269832.8	13543.75	0.050	
AN(13)	2061.03	93567.8	9.490	3.081	288241.7	13319.13	0.046	
AN(14)	2057.367	93318.51	8.069	2.841	265084.1	11527.46	0.043	
AN(15)	2019.954	90784.61	8.254	2.873	260825.3	11584.84	0.044	
A1(1)	1869.476	80831.36	7.605	2.758	222917.1	10674.36	0.048	
A1(2)	1868.556	80771.67	6.867	2.620	211655.5	10097.92	0.048	
A1(3)	1869.486	80832	7.440	2.728	220479.8	10191.73	0.046	
A1(4)	1848.051	79445.82	6.972	2.640	209768.5	9896.954	0.047	
A1(5)	1834.017	78542.58	7.209	2.685	210885.4	10298.75	0.049	
A1(6)	1875.974	81253.15	6.718	2.592	210596.5	9771.228	0.046	
A1(7)	1923.977	84391.72	7.754	2.785	235001.7	10514.3	0.045	
A1(8)	1842.896	79113.64	7.753	2.784	220280.2	10767.52	0.049	
A1(9)	1835.295	78624.7	7.003	2.646	208058.7	10011.56	0.048	
A1(10)	1897.277	82641.09	7.028	2.651	219089	9933.968	0.045	
A1(11)	1864.172	80487.58	6.919	2.630	211710.6	9883.926	0.047	
A1(12)	1883.148	81719.66	6.253	2.501	204348.5	9438.522	0.046	
A1(13)	1810.015	77005.78	6.442	2.538	195452.9	9544.071	0.049	
A1(14)	1886.636	81946.83	7.731	2.780	227851.2	10482.78	0.046	
A1(15)	1889.773	82151.33	7.715	2.778	228186.6	10972.34	0.048	
A2(1)	1634.861	66102.98	5.189	2.278	150580.8	7983.321	0.053	0.055
A2(2)	1676.113	68620.68	6.264	2.503	171748.4	9280.502	0.054	
A2(3)	1629.885	65801.42	5.623	2.371	156037.2	8487.891	0.054	
A2(4)	1640.348	66436.1	6.044	2.459	163333.7	8791.65	0.054	
A2(5)	1654.041	67269.68	4.992	2.234	150302.5	7739.876	0.051	
A2(6)	1644.517	66689.52	6.015	2.453	163564.1	8846.102	0.054	
A2(7)	1629.369	65770.22	6.870	2.621	172386.2	9641.873	0.056	
A2(8)	1613.382	64804.6	6.282	2.506	162427.7	9482.5	0.058	
A2(9)	1642.376	66559.32	6.259	2.502	166513.8	9103.534	0.055	
A2(10)	1595.008	63700.72	5.941	2.437	155262	8967.179	0.058	
A2(11)	1657.098	67456.25	6.960	2.638	177966.6	9749.317	0.055	
A2(12)	1600.387	64023.21	5.374	2.318	148415.6	8267.436	0.056	

A2(13)	1641.252	66491.02	6.819	2.611	173628.2	9570.393	0.055	
A2(14)	1644.871	66711.03	5.226	2.286	152500.4	7741.812	0.051	
A2(15)	1681.731	68965.98	6.327	2.515	173468.1	9372.72	0.054	
A3(1)	1381.577	51352.6	4.233	2.057	105651.8	6613.772	0.063	0.065
A3(2)	1375.532	51015.97	5.154	2.270	115820.4	7929.477	0.068	
A3(3)	1346.251	49395.68	4.562	2.136	105506.2	7156.457	0.068	
A3(4)	1385.831	51590	4.853	2.203	113645.8	7465.564	0.066	
A3(5)	1375.201	50997.56	4.858	2.204	112405.4	7620.707	0.068	
A3(6)	1339.569	49028.37	4.012	2.003	98205.17	7464.408	0.076	
A3(7)	1446.059	54989.41	5.197	2.280	125354.9	7698.754	0.061	
A3(8)	1400.13	52390.49	5.523	2.350	123120	8181.798	0.066	
A3(9)	1522.133	59385.28	4.918	2.218	131689.9	7565.437	0.057	
A3(10)	1430.423	54099.94	4.773	2.185	118189	6818.085	0.058	
A3(11)	1451.562	55303.62	4.115	2.029	112192.4	6584.76	0.059	
A3(12)	1409.285	52905.2	4.545	2.132	112794.7	6993.06	0.062	
A3(13)	1323.478	48147.63	4.747	2.179	104896.9	7302.336	0.070	
A3(14)	1356.836	49979.4	5.812	2.411	120487	8302.33	0.069	
A3(15)	1399.983	52382.26	5.919	2.433	127442.8	8455.982	0.066	
A4(1)	965.7814	30013.61	2.524	1.589	47683.22	4695.871	0.098	0.087
A4(2)	1005.329	31875.91	2.630	1.622	51695.3	4962.508	0.096	
A4(3)	1030.201	33066.12	2.310	1.520	50260.03	3932.521	0.078	
A4(4)	1055.807	34306.54	3.220	1.794	61559.74	5480.649	0.089	
A4(5)	1087.447	35860.17	3.579	1.892	67845.26	5965.722	0.088	
A4(6)	1098.707	36418.57	3.658	1.912	69650.09	6096.018	0.088	
A4(7)	1026.594	32892.59	2.608	1.615	53117.14	4851.708	0.091	
A4(8)	961.0632	29793.94	1.879	1.371	40837.65	3495.322	0.086	
A4(9)	1027.115	32917.65	3.451	1.858	61150.67	5874.039	0.096	
A4(10)	1054.221	34229.27	2.254	1.501	51388.12	3756.461	0.073	
A4(11)	1067.621	34883.95	2.876	1.696	59157.17	5112.59	0.086	
A4(12)	1064.921	34751.7	3.043	1.745	60625.1	5292.793	0.087	
A4(13)	1120.444	37504.68	3.424	1.850	69396.32	5612.376	0.081	
A4(14)	1084.983	35738.33	3.205	1.790	63983.54	5574.428	0.087	
A4(15)	1019.97	32574.73	2.474	1.573	51234.3	4302.215	0.084	

$$E_c = X Wc^{1.5} \sqrt{f'c}$$

Keterangan :

X = Pengali Rata-Rata

E_c = modulus elastisitas beton (MPa)

W_c = berat satuan beton (kgf/m³)

f_c = kuat tekan beton uji silinder (MPa)

Sehingga didapatkan rumus empiris untuk variasi silinder tanpa *Styrofoam* sebagai berikut :

$$E_c = 0,046 Wc^{1.5} \sqrt{f'c}$$

Untuk variasi yang menggunakan *Styrofoam* dengan kadar sebesar 15%, 30%, 45%, dan 60%. Perhitungan pendekatan

rumus empiris modulus elastisitas dilakukan sesuai pada Tabel 6 di atas. Dari hasil perhitungan tersebut maka diperoleh rumus empiris sebagai berikut ini.

$$X \text{ rerata} = \frac{\sum X}{n}$$

$$= \frac{0,047+0,055+0,065+0,087}{4}$$

$$= 0.064$$

Sehingga didapatkan pendekatan rumus empiris untuk variasi silinder *Styrofoam* sebagai berikut :

$$Ec = 0,064 Wc^{1.5} \sqrt{f'c}$$

untuk: $1000 \leq Wc \leq 1900 \text{ kgf/m}^3$

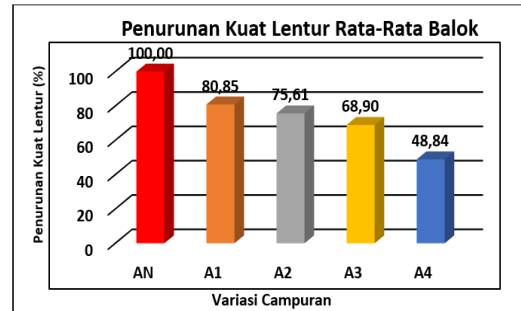
Kuat Lentur Balok

Pengujian kuat lentur balok beton *Styrofoam* dilakukan untuk memperoleh nilai kuat lentur balok beton *styrofoam* maksimal dari sampel yang diberi pembebanan.

Hasil pengujian kuat lentur rata-rata balok masing-masing sampel tiap variasi dan tingkat penurunan kuat lentur dari balok dapat dilihat pada Tabel 7. Hasil pengujian dapat menggambarkan pola kecenderungan yang terjadi pada setiap variasinya sehingga dapat terlihat penurunan kuat lentur rata-rata balok terhadap variasi campuran. Hasil tersebut dapat dilihat pada Grafik 4.

Tabel 7 Penurunan Kuat Lentur Balok *Styrofoam*

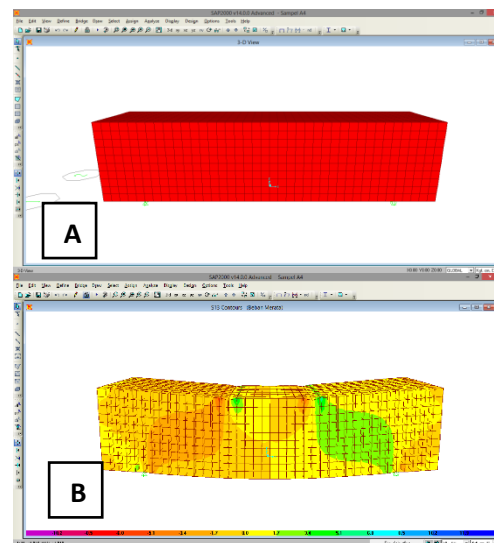
No	Variasi	% styrofoam	Kuat Lentur Rata-Rata (kg/m ³)	Penurunan Kuat Lentur (%)
1	AN	0%	1.8730	100.00
2	A1	15%	1.5144	80.85
3	A2	30%	1.4162	75.61
4	A3	45%	1.2904	68.90
5	A4	60%	0.9148	48.84



Grafik 4 Penurunan Kuat Lentur Rata-Rata Dari Variasi Sampel

Pola Retak Balok

Hal ini dilakukan untuk melihat pola retak yang terjadi hasil analisis menggunakan SAP 2000 dengan hasil laboratorium. Hasil analisis SAP 2000 terdapat pada Gambar 1a dan 1b sedangkan hasil laboratorium terlihat pada gambar 2a sampai 2d.



Gambar 1. Hasil analisis SAP 2000 a). sebelum dibebani, b). setelah dibebani

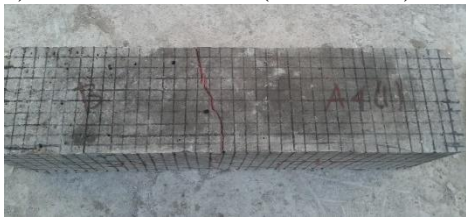
a). sebelum dibebani



b). setelah dibebani (sisi kiri)



c). setelah dibebani (sisi bawah)



d). setelah dibebani (sisi kanan)



Gambar 1. Hasil Labolatorium

Berdasarkan pola retak balok diatas maka hasil analisis pada SAP 2000 pola retak yang dihasilkan terjadi karena gaya geser. Hal ini mengidentifikasikan dengan patahan yang cenderung miring sedangkan pada hasil labolatorium pola retak balok terjadi menunjukkan gagal karena lentur tetapi gaya geser pun ikut berpengaruh. Hal ini terlihat pada bagian bawah balok yang patahannya berbentuk miring.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan serta hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut ini.

1. Formulasi campuran batako ringan styrofoam sebagai berikut :

Proporsi bahan total

$$= 1,1 \times Pkb \times V \times n \times FRs$$

Keterangan :

Pkb = Proporsi kebutuhan bahan (kg/m³)

V = Volume sampel (m³)

n = Jumlah sampel

1,1 = Faktor Pengali

FRs = Faktor Rongga *Styrofoam*

2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seiring dengan bertambahnya persentase *styrofoam* ke dalam campuran akan menurunkan kuat tekan dan kuat lentur dari sampel yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan apabila semakin banyak *styrofoam* di dalam sampel benda uji maka porositas dari sampel tersebut akan menjadi semakin besar sehingga mutu dari beton tersebut akan menurun. Sampel yang terbaik adalah dengan kadar *styrofoam* 45% karena selain ringan jenis ini juga tergolong pada mutu klasifikasi III.

3. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan rumus empiris mengenai hubungan antara kuat tekan yang dihasilkan dengan kadar *styrofoam* yang digunakan. rumus empiris tersebut sebagai berikut ini.

$$f'c = -9.2893X + 8.7134$$

Keterangan:

f'c = Kuat Tekan Silinder *Styrofoam* (MPa)

X = Kadar *Styrofoam* terhadap volume agregat

Sewaktu pencampuran *styrofoam* dengan kadar 60% menggunakan faktor air semen (fas) sebesar 0,6 menghasilkan campuran yang sangat cair.

SARAN

Untuk menindaklanjuti penelitian ini, diperlukan beberapa koreksi yang harus diperhatikan agar dapat dijadikan sebagai

pedoman dan acuan bagi penelitian-penelitian selanjutnya agar dapat lebih baik. Adapun saran-saran untuk penelitian selanjutnya antara lain sebagai berikut :

1. Untuk pencampuran bahan sebaiknya tidak menggunakan kadar *styrofoam* yang lebih besar dari 60% karena hasil kuat tekan pada sampel dengan kadar *styrofoam* 60% menghasilkan kuat tekan yang kecil.
2. Gunakan faktor air semen (fas) yang lebih kecil dari penelitian ini karena pada kadar *styrofoam* sebesar 60% akan menghasilkan campuran yang sangat cair.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai batako ringan tetapi dengan menggunakan campuran bahan ringan yang berbeda, misalnya batu apung
6. SNI 4810:2013, *Tata Cara Pembutan dan Perawatan Spesimen Uji Beton di Lapangan.*
7. SNI 03-1970-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus.*
8. SNI 03-2874 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.*
9. SNI 03-4142-1996, *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 mm).*
10. SNI 03-4431-1997, *Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan.*

DAFTAR PUSTAKA

1. ACI 318-83M, Standar Building Code Requirements For Reinforce Concrete.
2. Giri. I.B.D, dkk. (2008). "Kuat Tarik Belah dan kuat lentur beton dengan penambahan Styrofoam (STYROCON)". Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol.12 Universitas Udayana Denpasar. Bali.
3. Nawy Edward G. (1990). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. PT ERESCO. Bandung.
4. Neville, A.M, and Brooks, J.J. (1987). *Concrete Technology*. First Edition. Longman Scientific & Technical. England.
5. SKSNI T-15-1991, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.*
11. SNI 03-4804-1998, *Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara Dalam Agregat.*
12. SNI 15-2049-2004, *Semen Portland*
13. SNI-03-0349-1989, *Standar Bata Beton Untuk Pasangan Dinding*
14. Tjokrodinuljo, K. (1992). *Teknologi Beton*. Buku Ajar Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
15. Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton*. Nafiri. Yogyakarta.
16. Tri Mulyono. (2003). *Teknologi Beton*. Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.
17. Wang Chu-Kia and Salmon Charles G. (1990) *Disain Beton Bertulang*. Edisi Ke empat. Erlangga. Jakarta.