

Pengaruh Agregat Sungai Battang Terhadap Kekuatan Beton

Dendi Nadaf Mantja *¹, Desi Sandy *², Tjiang A Gunadi *³,

*¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar
Email dnadafmantja12@gmail.com

*² Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar,
Email Sandy.mylife@tahoo.co.id

*³ Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar,
Email Tjiangarifgunadi@gmail.com

ABSTRAK

Material alam yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari sungai Battang kota Palopo. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik agregat dan kekuatan beton. Jenis penelitian menggunakan metode *American Concrete Institute* dengan identifikasi benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, serta balok dengan panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tebal 15 cm. Pengujian kuat tekan sebanyak 24 benda uji, pengujian kuat tarik belah sebanyak 6 benda uji dan kuat lentur sebanyak 6 benda uji dengan jumlah benda uji keseluruhan sebanyak 36 sampel untuk kuat tekan rencana 23 Mpa dan 30 Mpa. Hasil penelitian yang didapatkan dari penelitian ini yaitu untuk uji kuat tekan rencana 23 Mpa dengan nilai sebesar 23,861 Mpa dan kuat tekan rencana 30 Mpa nilai yang didapatkan sebesar 31,501 Mpa, uji kuat tarik belah dengan kuat tekan rencana 23 Mpa dengan nilai yang didapatkan 1,957 Mpa dan kuat tekan rencana 30 Mpa dengan nilai 2,769 Mpa, serta uji kuat lentur kuat tekan rencana 23 Mpa dengan nilai 3,022 Mpa dan untuk kuat tekan rencana 30 Mpa dengan nilai 3,425 Mpa. Kesimpulan dari penelitian ini bahwa karakteristik agregat sungai Battang memenuhi Standar Nasional Indonesia dan dapat mencapai nilai kuat tekan yang direncanakan.

Kata Kunci : Agregat Sungai Battang, Uji Kuat Tekan, Uji Kuat Tarik Belah, Uji Kuat Lentur.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the aggregate characteristics and concrete strength of the Battang River material. This type of research uses the American Concrete Institute method with the identification of cylindrical specimens with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm, a beam with a length of 60 cm, width of 15 cm, thickness of 15 cm. The results of the research on the plan compressive strength test 23 Mpa, amounting to 23.861 Mpa, the compressive strength plan 30 Mpa, amounting to 31.501 Mpa, the split tensile strength test with the compressive strength plan 23 Mpa is 1.957 Mpa and the compressive strength plan 30 Mpa is 2.769 Mpa, the strength test flexural compressive strength plan 23 Mpa is 3.022 Mpa, for compressive strength plan 30 Mpa is 3.425 Mpa. The aggregate characteristics of the Battang river meet the Indonesian National Standard and can achieve the planned compressive strength value.

Keywords: Battang River Aggregate, Compressive Strength Test, Split Tensile Test, Flexural Strength Test

PENDAHULUAN

Di bidang konstruksi, beton merupakan salah satu bahan konstruksi saat ini banyak digunakan dalam pembangunan khususnya bidang infrastruktur. Semakin berkembangnya pengetahuan tentang teknologi beton, maka penggunaan material penyusun beton di arahkan untuk memanfaatkan bahan/material yang bersumber dari alam dan sumber dari pemanfaatan limbah.

Sungai battang memiliki agregat yang cukup bersih, dapat dilihat secara visual dengan aliran sungai cukup jernih membuat sungai Battang ini menjadi salah satu sumber agregat yang dimanfaatkan

masyarakat setempat. Agergat sungai Battang sendiri sudah digunakan oleh beberapa masyarakat setempat sebagai bahan pembuatan beton dalam pembangunan konstruksi berskala kecil, namun belum dapat dipastikan sebagai bahan konstruksi yang memenuhi karakteristik seusai standar nasional Indonesia dan bahan konstruksi yang memiliki mutu beton yang baik untuk pembangunan konstruksi berskala sedang pada daerah setempat.

Terlihat dari bahan penyusun beton yaitu agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), semen, air, dan bahan tambah (*admixture*). Agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) merupakan penyusun

beton yang paling banyak digunakan, sekitar 60% - 70% dalam pencampuran sehingga material penyusun beton ini perlu diperbanyak lagi dengan memanfaatkan segala sumber alam yang ada di Indonesia salah satunya adalah sungai-sungai yang terdapat banyak kandungan mineralnya atau agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) pada sungai tersebut, salah satunya adalah sungai Battang.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik agregat sungai Battang yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton dan mengetahui kekuatan beton dengan uji kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur dengan menggunakan agregat sungai Battang sebagai bahan campuran beton.

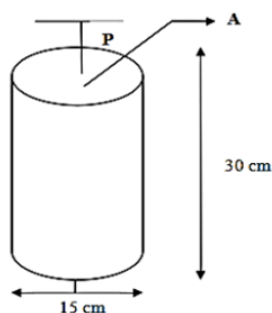
Beton terdiri dari ± 15 % semen, ± 8 % air, ± 3 % udara, selebihnya pasir dan kerikil. Campuran tersebut setelah mengeras mempunyai sifat yang berbeda-beda, tergantung pada cara pembuatannya.

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f_c) pada usia 28 hari. Beton memiliki daya kuat tekan yang baik oleh karena itu beton banyak dipakai atau dipergunakan untuk pemilihan jenis struktur terutama struktur bangunan, jembatan dan jalan.

Adapun pengujian pada penelitian ini meliputi pengujian:

1. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan dihitung dari beban tekan maksimum yang dapat ditahan dibagi dengan luas penampang benda uji.



Gambar 1. Uji kuat tekan

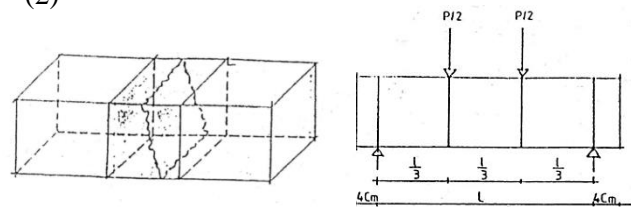
$$f_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

2. Kuat Lentur Beton

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu yang diberikan padanya sampai balok beton patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa). Tegangan lentur ini dikenal dengan istilah *Modulus Of Rupture*.

Kuat lentur beton (*Modulus Of Rupture*) dihitung dengan menggunakan Persamaan dibawah, dengan mekanisme pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 2.

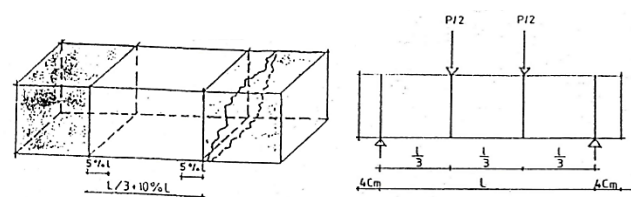
$$f_r = \frac{P \times L}{b \times h^2} \quad (2)$$



Gambar 2. Mekanisme pengujian kuat lentur dengan keruntuhan di tengah bentang

Persamaan digunakan bila terjadi keruntuhan ditengah bentang. Apabila keruntuhan terjadi pada bagian tarik di luar tengah bentang (Gambar 3), maka digunakan Persamaan.

$$f_r = \frac{3P \times a}{b \times h^2} \quad (3)$$



Gambar 3. Mekanisme pengujian lentur dengan keruntuhan di luar tengah bentang

3. Kuat Tarik Belah Beton

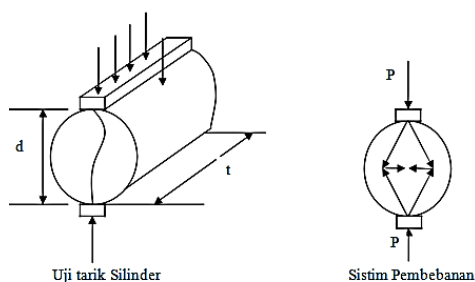
Kuat tarik belah adalah kuat tarik beton yang ditentukan berdasarkan kuat tekan belah dari silinder beton yang ditekan pada sisi panjangnya. Kekuatan tarik lebih sulit diukur dibandingkan dengan kekuatan tekan karena masalah penjepitan pada mesin

Pengujian tersebut menggunakan silinder beton berdiameter 150 mm dan panjang 300 mm, diletakkan dengan arah memanjang di atas alat

penguji kemudian beban tekan diberikan merata ke arah tegak lurus dari atas pada seluruh panjang silinder. Apabila kuat tarik terlampaui, benda uji terbelah menjadi dua bagian dari ujung ke ujung. Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji tarik belah disebut *split cylinder strength* atau kuat tarik belah.

Berdasarkan SNI 2491:2014 [1], nilai kuat tarik belah dapat dihitung dengan rumus:

$$f_t = \frac{2P}{\pi LD} \quad (4)$$



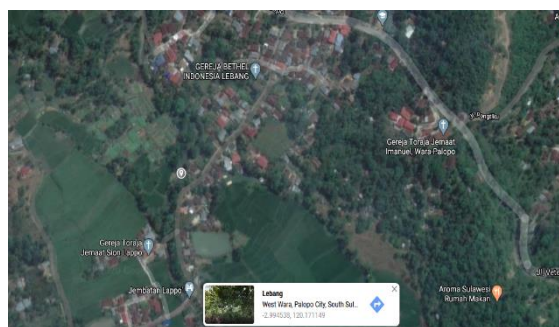
Gambar 4. Uji tarik belah

Pengujian kuat tarik belah beton dengan variasi kuat tekan beton, pengujian ini dengan menggunakan agregat halus yang berasal dari girian, agregat kasar berasal dari tateli. Hasil dari pengujian penelitian ini menyimpulkan bahwa agregat tersebut dapat mencapai kuat tekan beton normal [2]. Nilai kuat Tarik belah beton kertas pada penambahan serat nylon akan semakin besar dengan penambahan serat nylon [3]. Tinjauan kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton menggunakan tras jatiyoso sebagai pengganti pasir untuk perkerasan kaku (*Rigid pavement*), yang dimana pengujian ini menggunakan agregat atau batuan gunung berapi. Dari pengujian yang dilakukan didapatkan nilai hasil kuat tekan sebesar 27,304 Mpa [4]. Kuat Tarik belah dan kuat lentur beton dengan penambahan Styrofoam (*styrocon*). Pada pengujian ini didapatkan nilai hasil pengujian kuat tekan sebesar 18,08 Mpa [3]. Pada pengujian kuat tekan beton, hasil optimum yang didapat adalah benda uji KT-M0,03-G dengan komposisi bahan tambah madu sebesar 0,03% dan amylum sebesar 0,5% dari berat semen; Pada pengujian kuat tarik belah beton, didapat hasil optimum pada benda uji KTB-M0-A dengan komposisi madu 0% dan amylum 0,10% dari berat semen. [5]. Studi kekuatan tarik dan lentur beton dengan menggunakan kaca sebagai *filler* dan pengganti agregat halus pada campuran beton. Penggunaan kaca sebagai bahan substitusi ternyata membuat

kuat tekan beton menjadi menurun sehingga tidak direkomendasikan sebagai bahan campuran beton [6]. Perbandingan kuat tekan dan kuat Tarik belah antara beton normal dan beton integral waterproofing menghasilkan adanya penurunan kuat tekan karakteristik pada beton integral terhadap beton normal sedangkan pada kuat Tarik belah terjadi peningkatan [7]. Pada umur mulai 7 hari, kuat tekan beton dapat mengimbangi tulangan hingga mencapai kondisi luluh dan mempercepat pembongkaran scaffolding [8]. Kuat tekan beton berbanding lurus terhadap kuat tekan lentur [9], penggunaan steelfiber pada campuran beton mutu f_c 25 MPa mengalami kuat tekan sebesar 19,23% dan kuat lentur sebesar 37,99% [10].

METODE

Tempat pengambilan material yang akan di buat sebagai bahan penelitian berupa agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) berada di Sungai Battang, Kota Palopo, Kecamatan Wara Barat, Kelurahan Lebang, pengambilan agregat kasar dan agregat halus pada tanggal 01-06 Juni 2020. Adapun tempat pengambilan material seperti gambar 5.



Gambar 5. Lokasi pengambilan material

Penelitian ini dilakukan di laboratorium struktur dan bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar. Adapun jenis penelitian eksperimental di laboratorium berupa pengujian karakteristik material, pengujian kuat tekan, pengujian kuat tarik belah dan kuat lentur beton. Waktu penelitian yang direncanakan kurang lebih 3 bulan mulai bulan Juni – Agustus 2020.

Pengujian Keausan (*Abration*) dengan Mesin Los Angeles (SNI 2417:2008). Tujuan dari percobaan ini untuk menentukan tingkat keausan agregat dengan menggunakan mesin *los angeles* dengan perbandingan berat benda yang lolos saringan No.12 (1,7) dengan berat semula, dalam %.

Penelitian ini menggunakan bahan dari:
1. Semen Portland Komposit (PCC)

2. Agregat halus dari Sungai Battang, Kecamatan Wara Barat, Kota Palopo Sulawesi Selatan.
3. Agregat kasar dari Sungai Battang, Kecamatan Wara Barat, Kota Palopo Sulawesi Selatan.
4. Air sumur bor di Laboratorium Teknologi dan Bahan Beton Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar.

Dalam penelitian ini, agregat yang digunakan untuk campuran harus diperiksa karakteristik sebelum digunakan sebagai benda uji untuk menjamin kualitas mutunya. Pengujian karakteristik agregat

dilakukan berdasarkan spesifikasi yang telah ditetapkan.

1. Pemeriksaan analisa saringan
2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan
3. Pemeriksaan berat volume
4. Pemeriksaan kadar air
5. Pemeriksaan kadar lumpur
6. Pemeriksaan zat organik

Adapun hasil pemeriksaan karakteristik agregat kasar dan agregat halus berdasarkan SNI sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil rekapitulasi pemeriksaan karakteristik agregat kasar

No.	Karakteristik	Hasil	Interval SNI	Keterangan
1	Kadar Air	0,766 %	0,50 % - 2,00 %	Memenuhi
2	Kadar Lumpur	0,462 %	0,20 % - 1,00 %	Memenuhi
3	Berat Volume Padat	1625,556 kg/m ³	1400 - 1900 kg/m ³	Memenuhi
4	Berat Volume Gembur	1517,778 kg/m ³	1400 - 1900 kg/m ³	Memenuhi
5	Berat Jenis SSD	2,757	1,60 - 3,20	Memenuhi
6	Absorpsi (Penyerapan)	1,75 %	0,20 % - 2,00 %	Memenuhi
7	Modulus Kehalusan	2,999	5,50 - 8,00	Tidak Memenuhi
8	Keausan	18%	< 40 %	Memenuhi

Tabel 2. Spesifikasi karakteristik agregat halus

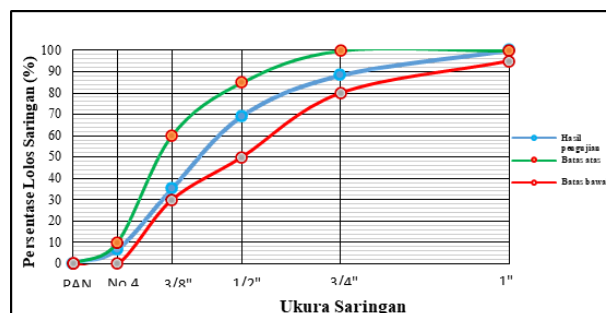
Karakteristik Agregat Halus	Interval Batas	Pedoman
Kadar lumpur, %	0,2 – 6	SNI 03-4142:1996
Kadar organik, warna	>3	SNI 2816:2014
Kadar air, %	3-5	SNI 03-1971:2011
Berat volume padat, kg/ltr	1,40-1,90	SNI 03-4804:1998
Berat volume gembur, kg/ltr	0,20-2,00	SNI 03-4804:1998
Penyerapan,%	0,20-2,00	SNI 1970:2008
Berat jenis (SSD)	1,6 – 3,2	SNI 1970:2008
Modulus kehalusan	2,20 – 3,10	SNI-ASTM-C136-2012

Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dan agregat halus ini mengacu pada standar SNI 03-2834-2000 dimana masing-masing saringan memiliki syarat gradasi agregat baik agegat.

Dengan mengacu pada syarat gradasi tersebut maka grafik yang diperoleh dari data hasil pemeriksaaan analisa saringan agregat kasar pada penelitian ini dapat dilihat 6:

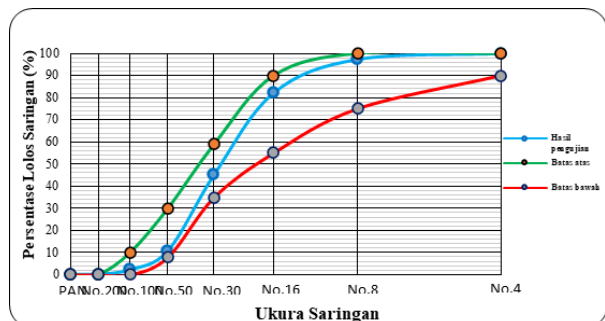
Tabel 3. Syarat gradasi agregat kasar

Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos (%) Gradasi Agregat		
	40 mm	20 mm	10 mm
76,2	100	-	-
36,1	95-100	100	-
19,1	35-70	95-100	100
9,52	10-40	30-60	50-85
4,75	0-5	0-10	0-10



Gambar 6. Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar

Grafik yang diperoleh dari hasil pemeriksaan analisa saringan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus

hasil pemeriksaan analisa saringan agregat sungai Battang ini terdapat pada gradasi Zona 2 (agak kasar). Dari hasil pemeriksaan material dan berdasarkan kuat tekan rencana beton ($f'c$) sebesar 23 Mpa dan ($f'c$) sebesar 30 Mpa maka dari hasil perhitungan *Mix Design* diperoleh komposisi agregat, air dan semen dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kuat tekan rencana

Kuat Tekan Rencana ($f'c$)	Rencana Pembuatan Beton		Kebutuhan Bahan Dasar Beton			
	Volume	Berat (Kg)	Air (Liter)	Semen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
23	1 m ³	24,13	1,94	3,67	7,23	11,27
30	1 m ³	24,13	1,95	4,41	6,49	11,27

Hasil perhitungan *Mix Design* didapatkan Perbandingan antara Semen, Agregat Halus dan Agregat Kasar yaitu:

- Untuk $f'c$ 23 Mpa = 1 (Semen): 2 (Agregat Halus) : 3 (Agregat Kasar)
- Untuk $f'c$ 30 Mpa = 1 (Semen): 1,25 (Agregat Halus) : 2,12 (Agregat Kasar)

Pembuatan *trial mix* dilakukan untuk mengetahui apakah komposisi yang telah dihitung memenuhi kuat tekan rencana ($f'c$), dengan menggunakan faktor 7 hari untuk pengujian. Jika kuat tekan rencana ($f'c$) telah terpenuhi maka bisa di lanjutkan ke pembuatan benda uji.

Desain Benda Uji yaitu jenis benda uji yang digunakan yaitu: Silinder ukuran 150 mm x 300 mm untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah. Kuat lentur menggunakan balok 600 mm x 150 mm x 150 mm. Kuat tekan rencana ($f'c$) yaitu 23 Mpa dan 30 Mpa. Slump test yang digunakan adalah 75 – 100 mm. Nilai faktor air semen yang ditentukan adalah sebesar 0,60 dan jumlah sampel sebanyak 21 sampel.

Benda uji yang telah dilepas dari cetakan, akan dilakukan curing atau perawatan beton yang bertujuan untuk menjaga agar beton tidak cepat kehilangan air dan sebagai tindakan menjaga kelembaban/suhu beton sehingga beton dapat mencapai kuat tekan yang diinginkan. Perawatan benda uji ini dilakukan berdasarkan SNI 2493:2011.

Perawatan benda uji dilakukan dengan tujuan untuk mencegah terjadinya retak pada permukaan beton akibat penguapan air yang terlalu cepat pada beton yang masih muda dan Memperbesar kemungkinan tercapainya kekuatan beton yang disyaratkan dengan cara menstabilkan hidrasi semen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prosedur Pengujian Kuat Tekan Beton dilaksanakan berdasarkan SNI 1974:2011, dimana nilai kuat tekan beton didapatkan pada saat benda uji berumur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari di uji dengan menggunakan *Compression Testing Machine* untuk mendapatkan beban maksimum yaitu beban pada saat beton hancur ketika menerima beban tersebut (P_{maks}) dalam satuan KN.

1. Kuat Tekan

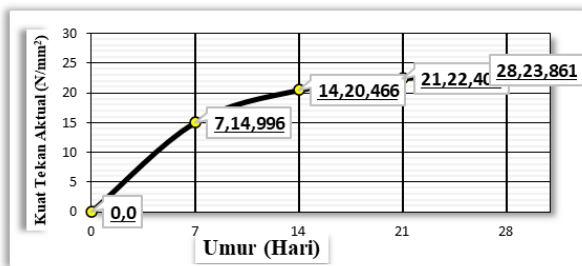
Setelah melalui uji tekan beton 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari, maka dapat dilihat proses pengerasan beton berdasarkan kuat tekan rencana ($f'c$) = 23 dan ($f'c$) = 30 Mpa tiap sampel untuk setiap sampel parameter perendaman. Dari hasil pengujian seperti ditunjukkan pada gambar 8.

Tabel 5. Hasil kuat tekan rencana f_c (23 MPa)

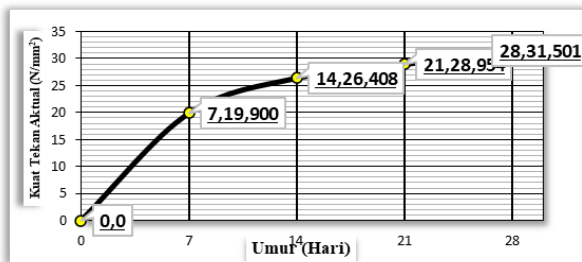
Umur (Hari)	Berat Beton (kg)	Luas Silinder (mm ²)	Beban Maks (N)	Kuat Tekan Aktual (N/mm ²)	Kuat Tekan Aktual Rata-rata (N/mm)	Faktor Umur	Kuat Tekan Beton (Mpa)	Kuat Tekan Beton rata-rata (Mpa)
7	12,55	17671,5	270000	15,279	14,996	0,65	23,506	23,071
	12,63		260000	14,713			22,635	
	11,52		265000	14,996			23,071	
14	12,68		360000	20,372	20,466	0,88	23,150	23,257
	12,67		365000	20,655			23,471	
	12,69		360000	20,372			23,150	
21	12,76		405000	22,918	22,409	0,95	24,124	23,588
	12,55		395000	22,352			23,529	
	12,42		388000	21,956			23,112	
28	12,51		430000	24,333	23,861	1	24,333	23,861
	12,49		415000	23,484			23,484	
	12,46		420000	23,767			23,767	

Tabel 6. Hasil kuat tekan rencana f_c (30 MPa)

Umur (Hari)	Berat Beton (kg)	Luas Silinder (mm ²)	Beban Maks (N)	Kuat Tekan Aktual (N/mm ²)	Kuat Tekan Aktual Rata-rata (N/m)	Faktor Umur	Kuat Tekan Beton (Mpa)	Kuat Tekan Beton rata-rata (Mpa)
7	12,61	17671,5	3500	19,806	19,900	0,65	30,471	30,326
	12,87		3450	19,523			29,600	
	12,81		3600	20,372			30,906	
14	12,82		4600	26,031	26,408	0,88	30,223	30,438
	12,78		4700	26,596			30,545	
	12,72		4700	26,596			30,545	
21	12,82		5000	28,294	28,954	0,95	29,783	30,478
	12,82		5200	29,426			30,975	
	12,82		5150	29,143			30,677	
28	12,66		5600	31,689	31,501	1	31,689	31,501
	12,66		5500	31,124			31,124	
	12,66		5600	31,689			31,689	



Gambar 8. Grafik beban Maks (f'_c 23 Mpa) terhadap umur beton



Gambar 9. Grafik beban Maks (f'_c 30 Mpa) terhadap umur beton

2. Kuat Tarik Belah

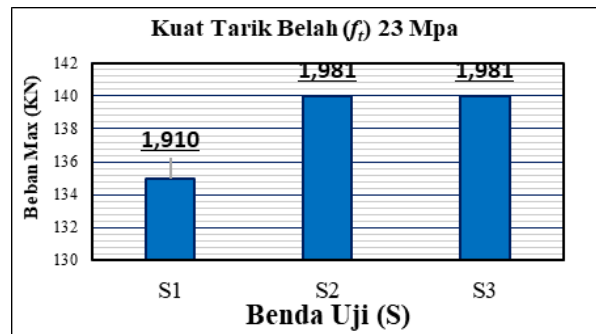
Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan berdasarkan SNI 2491:2014, pada saat benda uji 28 hari dengan menggunakan *Compression Testing Machine* untuk mendapatkan beban maksimum yaitu pada saat benda uji hancur ketika menerima beban tersebut (P_{maks}) dalam satuan KN.

Tabel 7. Hasil uji kuat tarik belah (f'_c 23 Mpa)

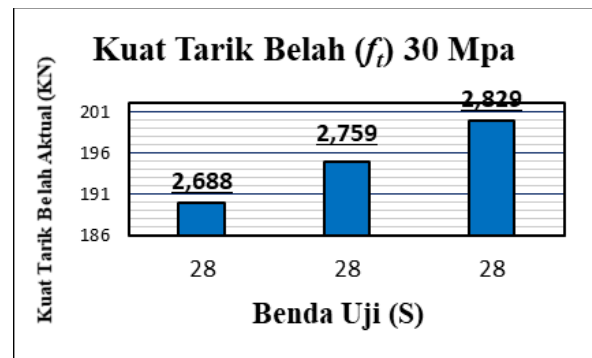
Umur (Hari)	Beban Maks (KN)	Kuat Tarik Belah (f_t) (N/mm ²)	Kuat Tarik Belah (f_t) Rata-rata (Mpa)
28	135	1,910	1,957
	140	1,981	
	140	1,981	

Tabel 8. Hasil uji kuat tarik belah (f'_c 30 Mpa)

Umur (Hari)	Beban Maks (KN)	Kuat Tarik Belah (f_t) (N/mm ²)	Kuat Tarik Belah (f_t) Rata-rata (Mpa)
28	190	2,688	2,759
	195	2,759	
	200	2,829	



Gambar 10. Grafik hubungan kuat tarik belah terhadap benda uji



Gambar 11. Grafik hubungan kuat tarik belah aktual terhadap benda uji

3. Kuat Lentur

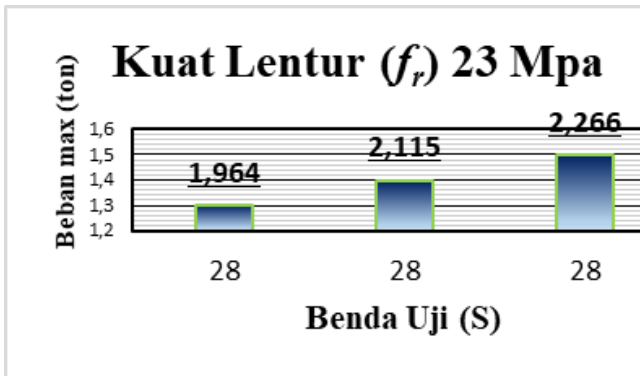
Prosedur pengujian kuat lentur dilaksanakan berdasarkan SNI 4431-2011, dengan benda uji berbentuk balok dengan ukuran 60 x 15 x15 cm. Benda uji diletakkan pada alat uji lentur dengan dua titik pembebanan.

Tabel 9. Hasil uji kuat lentur (f_r) 23 Mpa

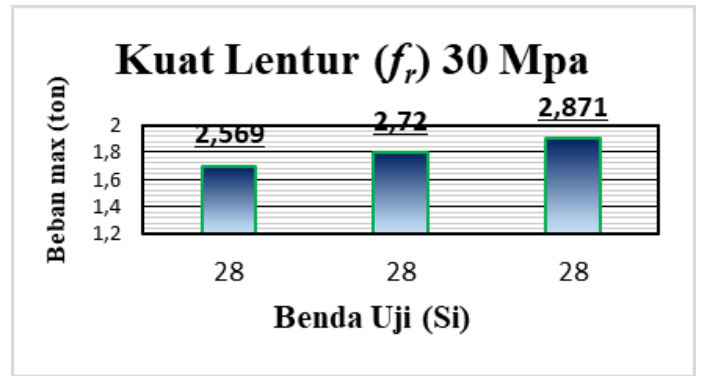
Umur	Beban Maks (ton)	Beban Maks (N)	Kuat Lentur f_r (N/mm ²)	Kuat Lentur f_r Rata-rata (Mpa)
28	1,9	1,863	2,871	3,022
28	2	1,961	3,022	
28	2,1	2,056	3,173	

Tabel 10. Hasil uji kuat lentur (f_r) 30 Mpa

Umur	Beban Maks (ton)	Beban Maks (N)	Kuat Lentur f_r (Mpa)	Kuat Lentur f_r Rata-rata (Mpa)
28	2,2	2,157	3,324	3,425
28	2,3	2,256	3,475	
28	2,3	2,256	3,475	



Gambar 12. Grafik hubungan kuat lentur terhadap benda uji



Gambar 13. Grafik hubungan kuat lentur terhadap benda uji

Dalam penelitian yang dilakukan, diperoleh nilai kuat tekan beton rencana (f_c) 23 sebesar 23,861 Mpa dan kuat tekan rencana (f_c) 30 sebesar 31,501 Mpa, sedangkan untuk kuat tarik belah

rencana (f_t) 23 sebesar 1,957 Mpa dan untuk kuat tarik belah rencana (f_t) 30 sebesar 2,759 Mpa. Sehingga dapat dihitung persentase kuat tarik belah terhadap kuat tekan beton:

Tabel 11. Persentase Kuat Tarik Belah Terhadap Kuat Tekan (f_c) 23 Mpa

Pengujian	Nomor Sampel	Umur	Gaya Tekan (N)	Tegangan Maks (Mpa)	Rumus Persentase	Persentase Kuat Tarik belah (%)
Kuat Tekan (f_c)	D28	28	560	31,689	$\frac{S_1}{D_{28}} \times 100\%$	8,482
	D29		550	31,124		
	D30		560	31,689		
Kuat Tarik Belah (f_t)	S1	28	190	2,688	$\frac{S_2}{D_{29}} \times 100\%$	8,864
	S2		195	2,759		
	S3		200	2,829		

Tabel 12. Persentase kuat tarik belah terhadap kuat tekan (f_c) 30 Mpa

Pengujian	Nomor Sampel	Umur	Gaya Tekan (N)	Tegangan Maks (Mpa)	Rumus Persentase	Persentase Kuat Tarik belah (%)
Kuat Tekan (f_c)	D7	28	430	24,333	$\frac{S_1}{D_7} \times 100\%$	7,849
	D8		415	23,484		
	D9		420	23,767		
Kuat Tarik Belah (f_t)	S1	28	135	1,910	$\frac{S_2}{D_8} \times 100\%$	8,434
	S2		140	1,981		

Dalam penelitian diperoleh nilai kuat lentur beton pada umur 28 adalah 3,022 Mpa untuk kuat lentur rencana 23 Mpa dan 3,425 Mpa untuk kuat lentur rencana 30 Mpa. Sedangkan nilai kuat tekan pada umur 28 hari adalah 23,861 Mpa untuk kuat tekan rencana 23 Mpa dan 31,501 Mpa untuk kuat tekan rencana 30 Mpa. SNI 2847:2013 Pasal 9.5.2.3 memberikan korelasi antara modulus keruntuhan beton dengan kuat tekan, yaitu :

$$f_r = 0,62 \lambda \sqrt{f'_c} \quad (\lambda = 1,0 \text{ pada beton Normal})$$

$$f_r = x \sqrt{f'_c}$$

$$x = \frac{f_r}{\sqrt{f'_c}} \quad (5)$$

dengan λ adalah faktor untuk beton ringan.

Tabel 13. Koefisien kuat lentur terhadap kuat tekan (f'_c) 23 Mpa

Pengujian	Umur	Tegangan Maks Rata-rata (Mpa)	Koefisien (X)
Kuat Tekan (f'_c)	28	23,861	0,62
Kuat Tarik Belah (ft)		3,022	

Tabel 14. Koefisien kuat lentur terhadap kuat tekan (f'_c) 30 Mpa

Pengujian	Umur	Tegangan Maks Rata-rata (Mpa)	Koefisien (X)
Kuat Tekan (f'_c)	28	31,501	0,62
Kuat Tarik Belah (ft)		3,425	

KESIMPULAN

Agregat sungai battang dapat digunakan sebagai bahan campuran karena karakteristik agregat sungai Battang memenuhi Standar Nasional Indonesia.

Dari hasil penelitian, agregat sungai Battang sebagai bahan campuran beton ini mampu mencapai nilai kuat tekan yang direncanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. P. Pane, H. Tanudjaja, and R. S. Windah, 2015, "Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton" *J. Sipil Statik*, Vol. 3, No.5
- [2] E. Pratama dan E. S. Hisyam, 2016, "Kajian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Kertas Dengan Bahan Tambah Serat Nylon", *J. Fropil*. Vol.4, No.1
- [3] I. B. D. Giri and I. K. Sudarsana, 2008, "Kuat Tarik Belah dan Lentur Beton Dengan Penambahan Stryfoam" *J. Ilmiah Teknik Sipil*, Vol.12, no. 2
- [4] A. U. Zhafira, E. Purwanto, and L. Irianti, 2017, "Studi Eksperimental Pengujian Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur pada Campuran Beton dengan Penambahan Serat Kawat Bendrat Berkait," *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, Vol.5, No.4
- [5] F. S. Nugroho dan P. B. Rizalditya, 2017, "Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Polimer Termodifikasi Alami Amylum Serta Bahan Tambah Madu" *G-SMART* Vol.1, No.2
- [6] I.M. Jaya, et al, 2017, "Perbandingan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Antara Beton Normal dan Beton Integral Waterproofing" *J. Logic*, Vol.17, No.3
- [7] A. Ginting, 2019, "Perbandingan Peningkatan Kuat Tekan dengan Kuat Lentur pada Berbagai Umur Beton", *J. Teknik Sipil*, vol.7, no.2, 10.28932/jts.v7i2.1345
- [8] T. Handayani, 2019, "Memprediksi Kuat Lentur Berdasarkan Kuat Tekan Beton Normal", *J. Ilmiah Desain dan Konstruksi*, vol.18, no.2, <http://dx.doi.org/10.35760/dk.2019.v18i2.2699>
- [9] Sukiesmo, D, Goetomo, dan G. S. Budi, 2016, "Studi Eksperimental Pengaruh Penggunaan Stell Fiber Terhadap Uji Kuat Tekan, Tarik Belah, dan Kuat Lentur Pada Campuran Beton Mutu f'_c 25 MPa", *JeLAST : Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol.1, no.1, <http://dx.doi.org/10.26418/jelast.v1i1.14506>
- [10] Standar Nasional Indonesia, 2014, *Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder*, Badan Standardisasi Nasional.