

KUAT TEKAN BETON DENGAN SUBSTITUSI PARSIAL SISA BUBUT BESI SEBAGAI AGREGAT HALUS

Anggara Yunanda¹, Rafki Imani^{2*}, Rita Nasmirayanti³

^{1,2,3}Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Putra Indonesia YPTK Padang, Sumatera Barat, Indonesia.

*Corresponding e-mail: rafimani17@yahoo.co.id

ABSTRACT

One of the concrete technologies developed to obtain good compressive strength of concrete is additional material for iron lathe waste obtained from the residue of the iron turning process. This study aims to determine the effect of iron lathe waste as a fine aggregate additive on the compressive strength of concrete. The compressive strength test of concrete was carried out based on The SNI standard 1974:2011. The sample making of the specimens was carried out by varying 0%, 1.5% and 2.5% of iron lathe waste from the weight of fine aggregate in a concrete mixture with a concrete compressive strength of 29.05 MPa. Concrete samples were tested at the age of 7 days, 14 days, and 21 days. The test results show that the maximum compressive strength of concrete is achieved by normal concrete (0%) which is 28.96 MPa at the age of 21 days of concrete. While the value of the compressive strength of concrete after being given a mixture of iron lathe waste decreased. The optimum concrete compressive strength with the addition of iron lathe waste was obtained at 24.63 MPa with a mixture of 1.5% at the age of 21 days of concrete. The decrease in the compressive strength of concrete due to the addition of iron lathe waste. It occurs because of the air trapped in the concrete, causing the concrete to be hollow and not solid, so that the compressive strength of the concrete decreases.

Keywords: Fine aggregate, Strength of concrete, Waste iron, Concrete technology.

ABSTRAK

Salah satu teknologi beton yang dikembangkan untuk memperoleh kuat tekan beton yang baik adalah, material tambahan limbah bubut besi yang diperoleh dari sisa hasil proses pembubutan besi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah bubut besi sebagai bahan tambahan agregat halus terhadap kuat tekan beton. Pengujian kuat tekan beton dilakukan berdasarkan standar uji SNI 1974:2011. Pembuatan sampel benda uji dilakukan dengan cara memberikan variasi 0%, 1,5% dan 2,5% limbah bubut besi dari berat agregat halus pada campuran beton dengan kuat tekan rencana beton 29,05 MPa. Sampel beton diuji pada umur 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan beton maksimal dicapai oleh beton normal (0%) yaitu 28,96 MPa pada umur beton 21 hari. Sementara nilai kuat tekan beton setelah diberi campuran limbah bubut besi mengalami penurunan. Kuat tekan beton optimum dengan penambahan limbah bubut besi diperoleh sebesar 24,63 MPa dengan campuran 1,5% pada umur beton 21 hari. Penurunan kuat tekan beton akibat penambahan limbah bubut besi ini terjadi karena adanya udara yang terjebak di dalam beton sehingga menyebabkan beton berongga dan tidak padat, sehingga kuat tekan beton menjadi menurun.

Kata kunci: Agregat halus, Kuat tekan beton, Limbah bubut besi, Teknologi beton.

PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang paling banyak digunakan. Campuran beton yang terdiri dari agregat halus seperti pasir, agregat kasar seperti kerikil, semen dan air, merupakan kombinasi kimia yang baik sebagai unsure pembentuk beton [1]. Kualitas campuran beton yang baik

akan menentukan mutu beton yang baik tinggi. Tujuan campuran bahan, baik sebagai pengganti maupun tambahan campuran beton, bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat beton [2].

Unsur pembentuk beton seperti agregat (agregat halus dan agregat kasar) yang telah disebutkan sebelumnya, banyak didapatkan dari batuan yang tersedia di alam. Namun jika diambil terus-

menerus maka akan menyebabkan berkurangnya ketersediaan batuan di alam [3]. Banyak teknologi beton yang telah dikembangkan untuk merekayasa unsur pembentuk beton ini dengan cara menambah ataupun mensubstitusi bahan campuran beton dengan bahan baru lainnya.

Jangin dkk (2019) telah melakukan penelitian mensubstitusi kulit kemiri kasar sebagai pengganti agregat kasar, penggunaan kapur dan batu apung sebagai pengganti semen oleh Melinda (2019), penelitian Riyanto dkk (2017) untuk melihat pengaruh campuran abu ampas tebu dan serat bamboo terhadap kuat tekan beton, penelitian oleh Hardagung dkk (2014) untuk melihat pengaruh penambahan batu paras sebagai bahan campuran beton terhadap kuat tekan beton dan elastisitas beton, serta penelitian oleh Kritiandono & Suharyatma (2018) tentang eksperimen pengaruh campuran serat karbon pada beton untuk melihat pengaruhnya pada beban desak, beban tarik dan kuat lentur beton [4], [5], [6], [7], [8].

Dalam penelitian ini, upaya lain yang dilakukan adalah menambahkan agregat halus dengan limbah bubuk besi dari sisa proses pembubutan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Beberapa penelitian sejenis yang telah dikembangkan sebelumnya adalah seperti penelitian yang dilakukan oleh Hadi & Setiawan (2019). Dalam penelitian ini limbah bubuk besi ditambahkan sebagai bahan agregat secara parsial ke dalam campuran beton dengan variasi persentase 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari total berat beton yang digunakan. Pengujian dilakukan dan diamati setelah umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dengan penambahan limbah bubuk besi telah menurunkan mutu beton hingga 64,21% [9].

Penelitian selanjutnya adalah penelitian oleh Qomariah dkk (2019). Penelitian ini menggunakan bahan limbah besi bubuk untuk melihat pengaruhnya terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Jenis sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel silinder sebanyak 54 sampel pengujian dengan persentase campuran limbah besi bubuk 0%, 5% dan 10%. Hasil penelitian ini menemukan bahwa, nilai kuat tekan beton menurun pada setiap persentase campuran pada umur beton 28 hari. Sementara nilai kuat lentur akibat substitusi bahan limbah bubuk besi ke dalam campuran beton, diperoleh peningkatan kuat lentur beton untuk masing-masing persentase campuran di umur beton 28 hari [10].

Setiyawan dkk (2021) juga telah melakukan eksperimen tentang pengaruh penambahan serat tembaga dan limbah bubuk besi. Penambahan bubuk besi pada campuran beton diberikan dengan variasi persentase 2%, 2,5% dan 3%, sementara mutu beton normal yang diinginkan dalam penelitian ini adalah 20 MPa, dan beton diuji pada umur beton 28 hari. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa mutu beton mengalami penurunan untuk setiap variasi persentase penambahan serbuk besi hasil sisa bubuk di umur beton 28 hari [4].

Berdasarkan beberapa penelitian yang diuraikan di atas, untuk melihat sejauh mana pengaruh serbuk besi hasil sisa bubuk ini, dalam penelitian ini dilakukan lagi eksperimen uji kuat tekan beton dengan pencampuran sisa bubuk besi ke dalam campuran beton sebagai penambah agregat halus.

Kuat tekan merupakan kapasitas maksimum material untuk menahan beban per unit luasan bidang tekan. Kuat tekan beton normal berkisar antara 20-40 MPa. Kuat tekan beton dipengaruhi oleh rasio semen air, jenis agregat, kemampuan kerja, curing, dan

usia beton. Untuk memperoleh nilai kuat tekan beton yang diinginkan, beton perlu dirawat dengan baik sejak awal untuk menghindari terjadinya dehidrasi pada beton. Uji kuat tekan dilakukan dengan mesin uji tekan dengan memosisikan sampel uji secara tegak lurus dan diberi beban tekan secara bertahap hingga objek sampel runtuh.

Tabel 1. Beberapa nilai kuat tekan beton berdasarkan umur beton rencana [11].

Usia Beton (Hari)	Kuat Tekan Beton (MPa)
3	40
7	65
14	88
21	95
28	100
56	112,4

Kuat tekan beton merupakan hasil bagi besarnya beban tekan per-satuan luas bidang tekan [12]. Besarnya kuat tekan ini dihitung dengan rumus [13]:

$$P = F/A \quad (1)$$

dimana, P adalah nilai kuat tekan beton (kg/cm^2), F adalah gaya tekan (kg) dan A adalah luas bidang tekan dari benda yang diuji (cm^2).

Sebelum sampel beton dilakukan pengujian, campuran beton harus diuji *slump* terlebih dahulu untuk mendapatkan kualitas beton yang baik. *Slump test* merupakan pengujian untuk memperoleh besarnya penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan diangkat [14]. Pengujian *slump* dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut dengan Kerucut Abhrams dengan diameter lubang atas 10 cm, diameter lubang bawah 20 cm, tinggi 30 cm dan dilengkapi dengan gagang untuk mengangkat adukan beton dengan tongkat pemadat berdiameter 1,6 cm sepanjang 60 cm. Nilai *slump test* dipengaruhi oleh kadar air dalam

campuran adukan beton. Semakin tinggi banyak air dengan sedikit semen, maka adukan lebih encer sehingga nilai *slump* lebih tinggi. Semakin besar nilai *slump* test maka adukan beton semakin mudah dikerjakan [15].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan tujuan menguji mutu beton yang telah mendapat tambahan campuran limbah bubuk besi. Formulasi campuran beton dalam penelitian ini mengacu pada SNI 7656-2012. Pengujian sampel beton yang sudah disiapkan dilaksanakan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Putra Indonesia "YPTK" Padang.

Secara umum, tahapan penelitian ini dimulai dengan persiapan alat, bahan dan benda uji, kemudian pengujian agregat, membuat formulasi campuran, dan membuat sampel uji. Setelah benda uji dibuat, dilakukan perawatan dan pengujian dengan mesin uji tekan. Terakhir data uji dianalisis dan membuat pembahasan dari hasil analisis.

Beberapa peralatan yang digunakan untuk membuat benda uji adalah; alat tulis, ayakan agregat halus, cetakan silinder ukuran 15cm x 30 cm, ember, gelas ukur, gerobak dorong, kerucut abrams, mini mixer beton, sendok, sendok semen (cetok), penggaris, sekop kecil, satu set ayakan, timbangan dan penumbuk (linggis). Sedangkan peralatan yang digunakan untuk menguji sampel uji adalah, Universal Testing Machine (UTM), Compressing Test Machine (CTM) dan Hydraulic Jack Set. Gambar benda uji UTM ditampilkan seperti Gambar 2.

HASIL dan PEMBAHASAN

Analisa Material Agregat Halus dan Agregat Kasar

Dalam penelitian ini, semen yang digunakan adalah semen Portland dengan merk Semen Padang, dan berat jenis semen yang digunakan adalah 3,5 gr/ml. Pengujian berat jenis semen menggunakan gelas ukur 100 mm dan wadah yang berisikan air.

Analisa material dilakukan terhadap agregat halus (pasir) dan agregat kasar. Agregat halus dilakukan pemeriksaan kadar zat organik, kadar lumpur, kadar air, gradasi, berat jenis dan penyerapan air, serta pemeriksaan berat volume.

Untuk agregat kasar dilakukan pemeriksaan kadar air, pemeriksaan gradasi, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air dan pemeriksaan berat volume. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat Tabel 2 dan Gambar 3 di bawah.

Tabel 2. Hasil pengujian material.

Agregat	Tes	Hasil
Agregatkasar	Beratjenis	2,4 gr
	Kadar lumpur	0,7%
	Penyerapan	1,72 gr
	Bobotisi	1848,7 gr/lit
AgregatHalus	Beratjenis	1,91 gr
	Kadar lumpur	0,4 gr
	Penyerapan	11,1 gr
	Bobotisi	1377,1 gr/lit

Desain Campuran Beton

Berdasarkan hasil uji material seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 di atas, maka desain campuran untuk campuran beton dapat ditentukan. Acuan standar yang digunakan adalah SNI 03-2834-2000 tentang prosedur pembuatan beton normal. Kuat tekan beton yang rencana untuk penelitian ini adalah sebesar 28 MPa.

Beton dengan persentase 0% atau beton normal sebanyak tiga buah sampel uji, membutuhkan semen sebanyak 11,72 kg, agregat halus 13,03 kg, agregat kasar

14,56 kg, dan air sebanyak 4,10 kg untuk 3 sampel. Beton dengan persentase bahan limbah bubuk besi 1,5% sebanyak tiga sampel uji membutuhkan semen 11,72 kg, agregat halus 12,83 kg, agregat kasar 14,56 kg, limbah bubuk 0,20 kg, dan air 4,10 kg. Sedangkan beton dengan persentase bahan 2,5% sebanyak tiga sampel, membutuhkan semen 11,72 kg, agregat halus 12,7 kg, agregatkasar 14,56 kg, limbah bubuk 0,33 kg, dan air = 4,10 kg.

Kombinasi campuran seluruh material tersebut dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah. Pada Gambar 4(a) dilakukan pembuatan beton dengan persentase campuran yang sudah disiapkan, seperti penjas di atas. Sedangkan pada Gambar 4(b) merupakan proses *curing*, yakni pengeringan. Beton yang mengeras kemudian dikeluarkan dari cetakan dan ditempatkan dalam tangki *curing* untuk proses *curing*.

Perawatan Beton

Beton yang mengeras kemudian dikeluarkan dari cetakan dan ditempatkan ke dalam tangki curing untuk proses curing. Gambar 4 menunjukkan proses pembuatan benda uji dan proses curing.

Uji Slump (*Slump Test*)

Beton segar juga diuji dengan uji slump. Uji slump dilakukan untuk menentukan konsistensi dan kemampuan kerja campuran beton. Dalam penelitian ini, nilai slump yang ditargetkan adalah 12±2 cm. Hasil uji *slump* campuran beton dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji *slump*.

Persentase Limbah Bubut	Banyak Sampel	<i>Slump Test</i> (cm)
0%	3	12,75
1,5%	3	12,025
2,5%	3	11,4

Berdasarkan hasil uji *slump*, nilai *slump* dari Sembilan benda uji masih masuk dalam nilai *slump* rencana yaitu 12 ± 2 cm. Dari hasil ini menunjukkan bahwa semakin meningkatnya kadar limbah bubuk besi dalam campuran, akan menunjukkan penurunan nilai *slump*. Penurunan ini mempengaruhi lama atau waktu untuk adukan beton segar hingga menjadi campuran yang homogen.

Kuat Tekan Beton

Hasil uji kuat tekan beton pada umur 7, 14, 21 hari dapat dilihat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 dan Gambar 4 di bawah.

Tabel 4. Hasil uji kuat tekan beton.

Persentase LimbahBubut	KuatTekan Rata-rata (Mpa)		
	7 hari	14 hari	21 hari
0%	23,57	23,29	28,96
1,5%	16,84	20,59	24,63
2,5%	15,49	15,88	17,32

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa kuat tekan untuk beton normal (0%) pada umur 21 hari mencapai kekuatan tekan rencana yakni sebesar 28,96 Mpa, sedangkan untuk beton dengan campuran limbah bubuk besi 1,5% kuat tekannya yaitu 24,63 Mpa dan dengan campuran 2,5% kuat tekannya yaitu 17,32 Mpa. Pada umur 14 hari, kuat tekan beton normal diperoleh sebesar 23,29 Mpa, beton dengan campuran limbah bubuk 1,5% diperoleh nilai kuat tekan beton sebesar 20,59 Mpa, dan dengan campuran 2,5% kuat tekan beton mencapai 15,88 Mpa. Kemudian pada umur 7 hari, kuat tekan beton normal yaitu 23,57 Mpa, kuat tekan beton dengan campuran limbah bubuk 1,5% yaitu 16,84 MPa dan dengan campuran 2,5% kuat tekan beton diperoleh sebesar 15,49 Mpa.

Dari hasil yang telah diperoleh, dinyatakan bahwa semakin banyak penggunaan limbah bubuk besi

menunjukkan penurunan kuat tekan beton yang makin besar. Faktor utama yang menyebabkan penurunan kuat tekan beton dengan campuran limbah bubuk adalah reaksi kimia yang terjadi antara limbah bubuk dan semen Portland. Secara visual kejadian ini dapat diamati saat beton segar telah dituangkan ke dalam cetakan, beton membentuk beberapa gelembung udara dan saat kering menyebabkan banyak cekungan atau rongga pada permukaan benda uji beton. Rongga ini kemudian menyebabkan penurunan kuat tekan beton, karena beton padat, kondisi ini dapat dilihat pada Gambar 6 pada lampiran.

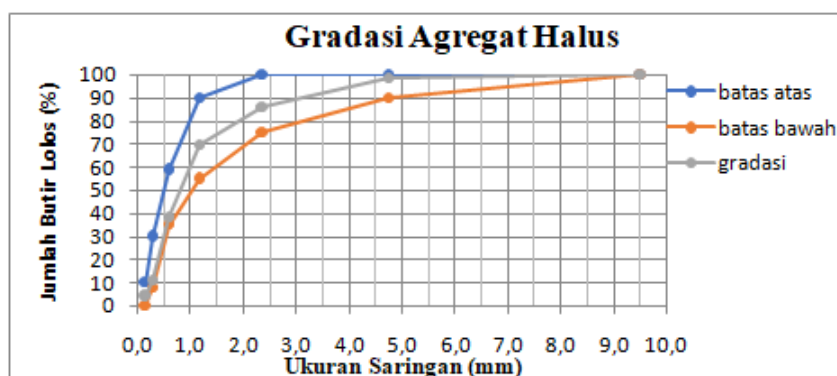
KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah:

1. Nilai kuat tekan beton dapat menurun dengan penambahan variasi persentase limbah bubuk besi untuk masing-masing umur beton. Kuat tekan rencana 28 MPa dicapai oleh beton normal (0%) pada umur beton 21 hari. Kuat tekan maksimal beton dicapai oleh beton normal (0%) pada umur 21 hari dengan kuat tekan 28,96 Mpa. Kuat tekan optimum beton dengan campuran limbah bubuk besi 1,5% pada umur 21 hari yaitu 24,63 MPa sedangkan kuat tekan terendah dengan persentase penambahan limbah bubuk besi 2,5% pada umur 7 hari yaitu 15,49 Mpa.
2. Penyebab menurunnya kuat tekan beton dengan campuran limbah bubuk besi yaitu adanya beberapa gelembung udara yang terjebak di dalam beton dan saat kering menyebabkan banyak cekungan atau rongga pada permukaan benda uji beton. Rongga ini kemudian menyebabkan penurunan kuat tekan beton, karena beton tidak padat.

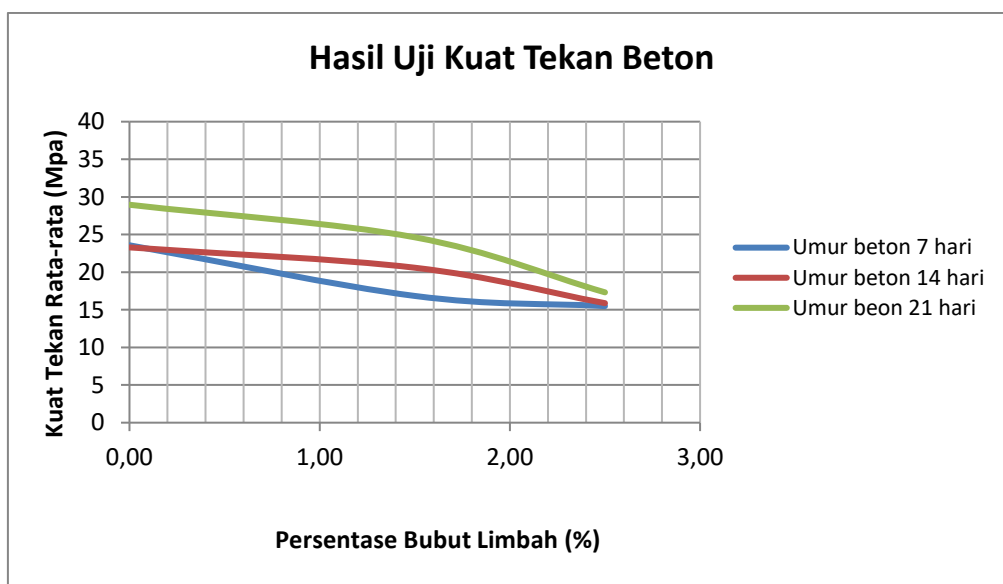
DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Arief and E. Mungok, Chrisna Djaya Samsurizal, "Studi Eksperimen Kuat Tekan Beton Menggunakan Semen Ppc Dengan Tambahan Sikament Ln," *J. PWK, laut, Sipil, Tambang*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, 2014.
- [2] F. Adibroto, E. Suhelmidawati, and A. A. M. Zade, "Eksperimen Beton Mutu Tinggi Berbahan Fly Ash Sebagai Pengganti Sebagian Semen," *J. Ilm. Rekayasa Sipil*, vol. 15, no. 1, pp. 11–16, 2018.
- [3] B. A. Fau and A. A. Setiawan, "Studi Eksperimental Kombinasi Gelas dan Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi Parsial Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton," *Din. Rekayasa*, vol. 15, no. 2, p. 135, 2019.
- [4] P. Setiawan, D. S. Adhy, and M. R. Ahyar, "Karakteristik Kuat Tekan Campuran Beton dengan tambahan Serat Tembaga dan Serbuk Besi," *Pondasi*, vol. 26, no. 2, p. 72, 2021.
- [5] S. Melinda, F. Teknik, J. Sipil, U. Sam, and R. Manado, "Studi Eksperimental Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan Kapur Dan Batu Apung Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen," *J. Sipil Statik*, vol. 8, no. 5, pp. 671–678, 2020.
- [6] P. Riyanto, A. Rahmawati, and A. Nurhidayati, "Studi Eksperimen Kuat Lentur Beton Ramah Lingkungan Berbahan Tambah Abu Ampas Tebu Dan Serat Bambu," pp. 487–492, 2017.
- [7] P. T. Hardagung, Harnung, A Sambowo, dan Gunawan, "Kajian Nilai Slump, Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton," *Matriks Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 131–137, 2014.
- [8] Y. Kristiandono, and Suharyatma, "Analisis Pengaruh Pencampuran Serat Karbon Terhadap Kekuatan Beton Dalam Menahan Beban Desak, Beban Tarik dan Beban Lentur," *Teknik Sipil UII, Skripsi*, 2018.
- [9] P. N. Hadi and A. A. Setiawan, "Studi Eksperimental Penambahan Limbah Bubut Sebagai Bahan Substitusi Parsial Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton," *Widyakala J.*, vol. 6, no. 1, p. 77, 2019.
- [10] I. Hanggara, "Pemanfaatan Limbah Bubut Besi pada Beton Serat Ditinjau dari Kuat Tekan Dan Kuat Lentur," *PROKONS Jur. Tek. Sipil*, Vol. 13, No. 2, p. 93, 2020.
- [11] Standar Nasional Indonesia, SNI-1974:2011 Tentang Cara Uji Kuat Tekan Beton.
- [12] H. D. Kuntari, A. A. Lingga, and A. Supriyadi, "Analisis Perbandingan Desain Campuran Beton Normal Menggunakan SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656 : 2012 dengan Kuat Tekan 30 MPa," *J. Elektron. Laut, Sipil, Tambang*, vol. 6, no. 3, 2019.
- [13] F. Supriani and M. Islam, "Pengaruh Metode Perlakuan Dalam Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Durabilitas Beton," *Inersia, J. Tek. Sipil*, vol. 9, no. 2, pp. 47–54, 2019.
- [14] Kementerian PUPR. 2017. Rancangan Campuran Beton. Diklat Perkerasan Kaku, "Rancangan Campuran Beton," *Diklat Perkerasan Kaku*, p. 60, 2017.
- [15] SNI 03-2834-2000 Tentang Prosedur Pembuatan Beton Normal.

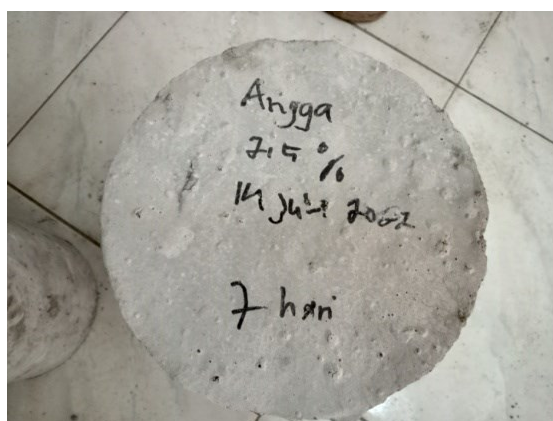
Lampiran Gambar**Gambar 1.** Limbah bubut besi.**Gambar 2.** Mesin uji kuat tekan “Universal Testing Machine.”**Gambar 3.** Gradasi agregat halus.



Gambar 4. Proses pembuatan benda uji dan proses curing.



Gambar 5. Hasil uji kuat tekan beton.



Gambar 6. Rongga udara yang terdapat dalam beton.