

## PENGUNAAN *RECYCLE CONCRETE AGREGATE* TERHADAP KUAT TEKAN BETON BERBASIS *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS*

Andika Serdianto Rizki Syah Putra<sup>1</sup>, Dadang Iskandar<sup>2</sup>, Septyanto Kurniawan<sup>3</sup>

Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro<sup>1,2,3</sup>

E-mail : [andikasyahputra@gmail.com](mailto:andikasyahputra@gmail.com)<sup>1</sup>, [dadangiskandar@rocketmail.com](mailto:dadangiskandar@rocketmail.com)<sup>2</sup>  
[s\\_yan\\_k@ymail.com](mailto:s_yan_k@ymail.com)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

*Recycle Concrete Agregate* (RCA) adalah suatu limbah konstruksi yang berbentuk sampel maupun limbah konstruksi maupun pembongkaran. Penggunaan agregat beton daur ulang umumnya meningkatkan susut pengeringan, rangkai dan daya serap air, serta menurunkan kuat tekan dan modulus elastisitas beton agregat daur ulang dibandingkan beton dengan campuran agregat alam. Penelitian ini berguna untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan RCA sebagai pengganti agregat kasar dan halus natural terhadap kuat tekan beton, dan desain optimal dengan persentase penggantian 25%, 50%, 75%, 100% agregat beton daur ulang. Penggunaan *Recycle Concrete Agregate* Terhadap Kuat Tekan Beton serta menggunakan campuran agregat beton daur ulang kasar dan halus yang berbeda, yaitu : 25%, 50%, 75%, 100% dari sampel yang telah dilakukan pengujian kuat tekan beton rencana 20 MPa didapatkan hasil kuat tekan beton rata-rata terbesar RCA 75% sebesar 26,023 MPa, sedangkan nilai kuat tekan beton terkecil terdapat pada hasil kuat tekan beton rata-rata RCA 50% sebesar 22,914 MPa. Dari hasil analisis data menggunakan *Analytical Hierarchy Process* bahwa desain optimal dari penggantian RCA terdapat pada RCA 25% sebanyak 51,7%.

**Kata Kunci :** Kuat tekan beton; Agregat daur ulang; *Recycle Concrete Agregate*

### PENDAHULUAN

Beton adalah bahan bangunan yang umum digunakan dipekerjaan konstruksi zaman sekarang. Selain itu, permintaan akan infrastruktur baru meningkat seiring dengan bertambahnya populasi di seluruh dunia. (Bidabadi, Akbari, & Panahi, 2020). Dengan peningkatan populasi ditambah dengan keinginan untuk urbanisasi, banyak struktur sekarang membutuhkan perbaikan besar atau kemungkinan penggantian.(Chen, Chen, Xu, Lui, & Wu, 2019). Disisi lain Isu lingkungan semakin mendapat perhatian di teknik aplikasi industri dan seringkali menjadi titik penting dalam prosedur pengambilan keputusan. Faktanya, mulai dari paruh kedua abad terakhir, produksi barang dan jasa dunia

telah meningkat secara eksponensial sebagai hasilnya beberapa fenomena, seperti ekspansi besar-besaran dalam kegiatan industri, perkembangan luas wilayah perkotaan dan demografi yang kuat pertumbuhan. Selain itu, dalam beberapa tahun terakhir, industri yang signifikan pertumbuhan negara-negara berkembang menunjukkan bahwa permintaan dunia untuk bahan baku akan semakin meningkat dalam waktu dekat. (Pepe, Toledo Filho, Koenders, & Martinelli, 2014). Maka dari itu limbah padat telah menjadi produk yang tak terhindarkan. (Tam, Soomro, & Evangelista, 2018).

Karena sumber agregat alam yang terbatas, agregat beton daur ulang dapat digunakan sebagai bahan yang cocok

dan ekonomis untuk produksi beton daur ulang. (Bidabadi et al., 2020). Maka dari itu penggunaan kembali agregat daur ulang dapat meringankan masalah kekurangan agregat dan mengurangi pencemaran lingkungan. (Zhao, Wang, Lu, & Gong, 2013).

Kegiatan konstruksi yang menyebabkan banyak bangunan lama yang sudah ada dibongkar, baik karena keterbatasan lahan untuk pembangunan baru maupun karena bangunan eksisting sudah cacat secara struktural. (Hamad & Dawi, 2017). Penggunaan agregat daur ulang dalam beton dapat merusak beberapa sifat mekanik beton. (Bidabadi et al., 2020). Beberapa upaya untuk menggunakan agregat beton daur ulang (RCA) dalam produksi beton karena aspek negatif yang melekat terkait dengan RCA. (Andreu & Miren, 2014).

## TINJAUAN PUSTAKA

### Beton

Beton adalah bahan seperti batu yang diperoleh dengan mencampurkan semen, pasir dan kerikil atau agregat kasar lainnya dengan proporsi tertentu, dan air untuk mencampur, dan mengeras dalam bentuk dan dimensi struktur yang diinginkan. Sebagian besar material terdiri dari agregat halus dan agregat kasar. Semen dan air bercampur secara kimia untuk mengikat partikel agregat menjadi massa padat. Beton dengan berbagai sifat dapat diperoleh dengan penyesuaian yang tepat dari proporsi bahan penyusunnya. (Darwin, Dolan, & Nilson, 2016).

### Recycle Concrete Agregate (RCA)

RCA adalah suatu limbah konstruksi yang berbentuk sampel maupun limbah konstruksi maupun pembongkaran (CDW). Penggunaan agregat beton daur ulang umumnya meningkatkan susut pengeringan, rangkai dan daya serap air, serta menurunkan kuat tekan dan modulus

elastisitas beton agregat daur ulang dibandingkan dengan pengikat Bahan semen yang digunakan dalam penelitian ini beton agregat alam. (Kou & Poon, 2013).

### Kuat Tekan Beton (*Compressive strength*)

Berdasarkan SNI 03-1974:2011 (SNI\_03-1974, 2011) Kuat tekan beton merupakan besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu oleh mesin tekan. Sifat utama beton adalah Memiliki kuat tekan tinggi dan Memiliki kuat tarik lemah. Kualitasnya tergantung pada kualitas semen dan agregat pembuatnya. Beton bisa kehilangan kekuatan hingga 40% jika pengeringan diadakan sebelum waktu yang tepat.

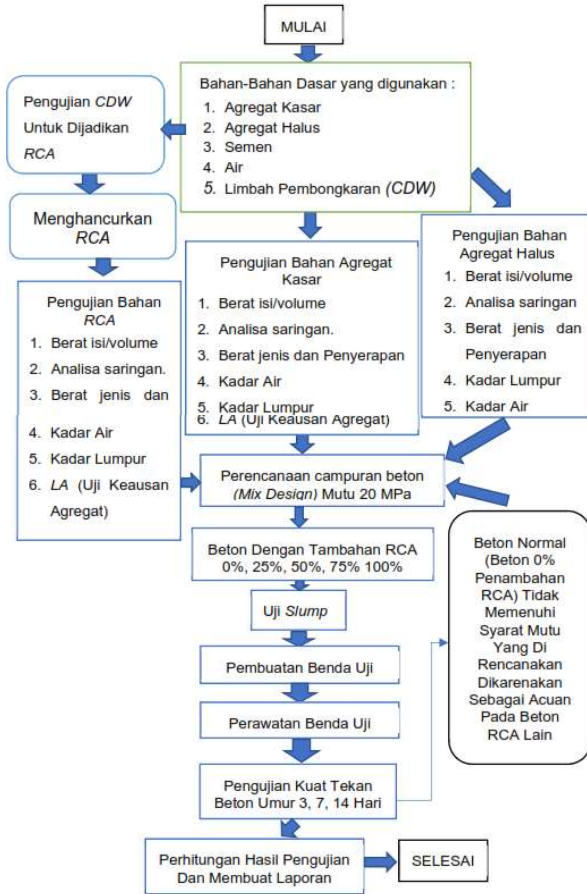
Nilai kuat tekan beton dapat diperoleh dengan pengujian yang mengacu pada standar yang umumnya digunakan yaitu standar ASTM (American Society for Testing and Material). Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi yang dicapai benda uji umur 28 hari. Nilai kuat tekan beton untuk benda uji dengan dimensi yang berbeda dapat diperoleh dengan mengkonversi hasil kali yang telah tersedia pada SNI-1974:2011. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini berbentuk silinder dengan ukuran diameter tinggi 30 cm dan lebar 15 cm.

## METODE PENELITIAN

### Desain Penelitian

Metode yang dilakukan adalah dengan cara membuat benda uji di laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung, dimana penelitian dilakukan dengan metode eksperimen. Beton yang diuji dengan kondisi setelah ditambahkan campuran RCA. Dengan pengujian kuat tekan dilakukan setelah beton berumur

3,7 dan 14 hari. dengan jumlah 75 sampel beton, dengan komposisi penggantian agregat dengan RCA 0%, 25%, 50%, 75% dan 100% dari berat agregat, dengan mutu rencana 20 MPa.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## HASIL PENELITIAN

Tabel 1. *Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams Of Concrete*

No.	Code	Weight		Maximum Load (P)		Compressive Strength Before Corection	Vertical Drilling Direction Corection Factor	Compressive Strength After Corection
		(Kg)	(KN)	(N)	(N/mm <sup>2</sup> )	(C0)	(N/mm <sup>2</sup> )	
1	A	3,560	189	189000	24,055	0,92	22,130	
2	B	3,590	242	242000	30,800	0,92	28,336	
3	C	3,595	214	214000	27,236	0,92	25,057	
4	D	3,640	292	292000	37,164	0,92	34,191	
5	E	3,590	229	229000	29,145	0,92	26,814	
Average f <sub>cc</sub> (N/mm <sup>2</sup> )						<b>29,680</b>	<b>27,306</b>	

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)

Tabel 2. *Peguian Waktu Ikut Semen Dengan Alat Vicat*

No	Interval Waktu Penurunan (menit)	Sampel A		Sampel B		Rata-rata
		Penurunan (mm)	Waktu Pencatatan (WIB)	Penurunan (mm)	Waktu Pencatatan (WIB)	
1	15	41,0	15:13:00	41,0	18:15:00	41,0
2	30	41,0	15:28:00	41,0	18:30:00	41,0
3	45	40,0	15:43:00	41,0	18:45:00	40,5
4	60	40,0	15:58:00	41,0	19:00:00	40,5
5	75	40,0	16:13:00	40,0	19:15:00	40,0
6	90	36,0	16:28:00	40,0	19:30:00	38,0
7	105	20,0	16:43:00	34,0	19:45:00	27,0
8	120	12,0	16:58:00	24,0	20:00:00	18,0
9	135	8,0	17:13:00	14,0	20:15:00	11,0
10	150	4,5	17:28:00	6,0	20:30:00	5,3
11	165	2,0	17:43:00	3,0	20:45:00	2,5
10	180	0	17:58:00	0	21:00:00	0,0

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)

Tabel 3. *Peguian Densitas Semen Hidraulis*

Keterangan	Satuan	Sampel	
		1	2
Massa Botol + Kerosin (M1)	Gr	339,55	340,12
Massa Botol + Semen + Kerosin (M2)	Gr	402,95	403,70
Berat Semen (BS) = M2-M1	Gr	63,40	63,58
Bacaan Awal (V1)	cm <sup>3</sup>	0,00	0,50
Bacaan Akhir (V2)	cm <sup>3</sup>	19,90	20,70
Berat Isi Air Pada Temp. 20 °C (BA)	gr/cm <sup>3</sup>	0,9982	0,9982
Densitas BS/(V2-V1)*BA	gr/cm <sup>3</sup>	3,180	3,142
Rata -Rata	gr/cm <sup>3</sup>	<b>3,161</b>	

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)

Tabel 4. *Compressive Strength of concrete Test 3 Days*

No	Test Days Conversion Factor	RCA Content	Weight	Maximum Load	Compressive Strength at Test Age	Estimated Compressive Strength at 28 Days
		(%)	(Kg)	(KN)	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )
1	0,400	-	12,170	187	10,578	26,444
2	0,400	-	12,375	180	10,182	25,455
3	0,400	-	12,270	196	11,087	27,717
4	0,400	-	12,375	201	11,370	28,424
5	0,400	-	12,105	178	10,069	25,172
6	0,400	25	11,920	201	11,370	28,424
7	0,400	25	12,005	201	11,370	28,424
8	0,400	25	11,915	130	7,354	18,384
9	0,400	25	12,145	179	10,125	25,313
10	0,400	25	11,905	198	11,200	28,000
11	0,400	50	11,490	141	7,976	19,939
12	0,400	50	11,685	189	10,691	26,727
13	0,400	50	10,925	112	6,335	15,838
14	0,400	50	11,665	128	7,240	18,101
15	0,400	50	11,665	188	10,634	26,586
16	0,400	75	11,735	175	9,899	24,747

17	0,400	75	11,780	176	9,956	24,889
18	0,400	75	11,250	195	11,030	27,576
19	0,400	75	11,355	211	11,935	29,838
20	0,400	75	11,625	203	11,483	28,707
21	0,400	100	11,280	224	12,671	31,677
22	0,400	100	11,665	128	7,240	18,101
23	0,400	100	11,595	128	7,240	18,101
24	0,400	100	11,625	210	11,879	29,697
25	0,400	100	11,660	169	9,560	23,899

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)

Tabel 5. Average Compressive Strength Conversion 3 Days

Code	Average Compressive Strength MPa	Compressive Strength Estimated 28 Days MPa
RCA-0	10,657	26,642
RCA-25	10,284	25,709
RCA-50	8,575	21,438
RCA-75	10,861	27,152
RCA-100	9,718	24,295

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)

Tabel 6. Compressive Strength of concrete Test 7 Days

No	Test Days Conversion Factor	RCA Content	Weight	Maximum Load	Compressive Strength at Test Age	Estimated Compressive Strength at 28 Days
		(%)	(Kg)	(KN)	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )
1	0,651	-	12,350	261	14,764	22,678
2	0,651	-	12,595	266	15,046	23,113
3	0,651	-	12,410	264	14,933	22,939
4	0,651	-	12,515	309	17,479	26,849
5	0,651	-	12,510	251	14,198	21,809
6	0,651	25	12,365	278	15,725	24,156
7	0,651	25	12,175	282	15,952	24,503
8	0,651	25	12,530	310	17,535	26,936
9	0,651	25	12,360	298	16,857	25,893
10	0,651	25	12,030	286	16,178	24,851
11	0,651	50	12,050	263	14,877	22,852
12	0,651	50	12,005	285	16,121	24,764
13	0,651	50	12,185	252	14,255	21,896
14	0,651	50	11,780	268	15,160	23,287
15	0,651	50	11,890	293	16,574	25,459
16	0,651	75	11,835	228	12,897	19,811
17	0,651	75	11,925	305	17,253	26,502
18	0,651	75	11,800	334	18,893	29,021
19	0,651	75	11,810	355	20,081	30,846
20	0,651	75	11,855	243	13,745	21,114
21	0,651	100	11,535	281	15,895	24,416
22	0,651	100	11,795	299	16,913	25,980
23	0,651	100	11,805	319	18,044	27,718
24	0,651	100	11,650	292	16,517	25,372
25	0,651	100	11,620	290	16,404	25,198

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)

Tabel 7. Average Compressive Strength Conversion 7 Days

Code	Compressive Strength MPa	Compressive Strength Estimated 28 Days MPa
RCA-0	15,284	23,478
RCA-25	16,449	25,268

RCA-50	15,397	23,652
RCA-75	16,574	25,459
RCA-100	16,755	25,737

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)

Tabel 8. Compressive Strength of concrete Test 14 Days

No	Test Days Conversion Factor	RCA Content	Weight	Maximum Load	Compressive Strength at Test Age	Estimated Compressive Strength at 28 Days
		(%)	(Kg)	(KN)	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )
1	0,879	-	12,600	359	20,307	23,102
2	0,879	-	12,200	274	15,499	17,633
3	0,879	-	12,370	316	17,875	20,335
4	0,879	-	12,360	319	18,044	20,528
5	0,879	-	12,300	345	19,515	22,202
6	0,879	25	12,330	362	20,477	23,296
7	0,879	25	12,195	336	19,006	21,622
8	0,879	25	12,310	380	21,495	24,454
9	0,879	25	12,255	390	22,061	25,097
10	0,879	25	12,005	328	18,554	21,108
11	0,879	50	12,100	322	18,214	20,721
12	0,879	50	11,850	257	14,537	16,539
13	0,879	50	12,130	350	19,798	22,523
14	0,879	50	11,965	389	22,004	25,033
15	0,879	50	12,100	349	19,741	22,459
16	0,879	75	11,850	285	16,121	18,340
17	0,879	75	11,960	273	15,442	17,568
18	0,879	75	11,920	281	15,895	18,083
19	0,879	75	11,805	226	12,784	14,544
20	0,879	75	11,850	270	15,273	17,375
22	0,879	100	12,015	284	16,065	18,276
23	0,879	100	11,840	331	18,723	21,301
24	0,879	100	11,810	275	15,556	17,697
25	0,879	100	11,975	282	15,952	18,147

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)

Tabel 9. Average Compressive Strength Conversion 14 Days

Code	Compressive Strength MPa	Compressive Strength Estimated 28 Days MPa
RCA-0	18,248	20,760
RCA-25	20,318	23,115
RCA-50	18,859	21,455
RCA-75	15,103	17,182
RCA-100	15,838	18,019

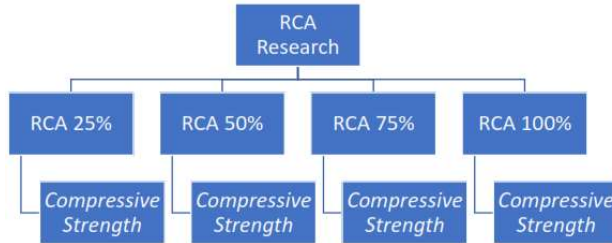
(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)

Tabel 10. Hasil Pengujian Terbaik Pada Masing-Masing Hari

No	Test Age	RCA Content	Weight	Maximum Load	Compressive Strength at Test Age	Estimated Compressive Strength at 28 Days
		(%)	(Kg)	(KN)	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )
1	3	-	12,375	201	11,370	28,424
2	3	25	11,920	201	11,370	28,424
3	3	50	11,685	189	10,691	26,727
4	3	75	11,355	211	11,935	29,838
5	3	100	11,280	224	12,671	31,677
6	7	-	12,515	309	17,479	26,849

7	7	25	12,530	310	17,535	26,936
8	7	50	11,890	293	16,574	25,459
9	7	75	11,810	355	20,081	30,846
10	7	100	11,805	319	18,044	27,718
11	14	-	12,600	359	20,307	23,102
12	14	25	12,255	390	22,061	25,097
13	14	50	11,965	389	22,004	25,033
14	14	75	11,850	285	16,121	18,340
15	14	100	11,840	331	18,723	21,301

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)



Gambar 2. Bagan *Analytical Hierarchy Process* (Sumber : Andika,2022)

Tabel 11. Nilai Kuat Tekan Beton Umur 3 Hari

Code	No. Sample					Average	Unit
	1	2	3	4	5		
RCA-25	28,424	28,424	18,384	25,313	28,000	25,709	MPa
RCA-50	19,939	26,727	15,838	18,101	26,586	21,438	MPa
RCA-75	24,747	24,889	27,576	29,838	28,707	27,152	MPa
RCA-100	31,677	18,101	29,697	23,899	30,828	26,840	MPa

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)

Tabel 12. Nilai Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

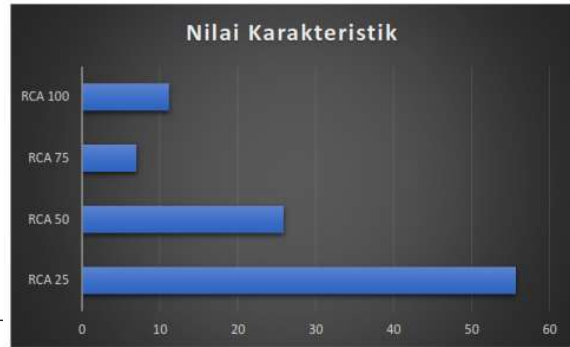
Code	No. Sample					Average	Unit
	1	2	3	4	5		
RCA-25	24,156	24,503	26,936	25,893	24,851	25,268	MPa
RCA-50	22,852	24,764	21,896	23,287	25,459	23,652	MPa
RCA-75	19,811	26,502	29,021	30,846	21,114	25,459	MPa
RCA-100	24,416	25,980	27,718	25,372	25,198	25,737	MPa

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)

Tabel 13. Nilai Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Code	No. Sample					Average	Unit
	1	2	3	4	5		
RCA-25	23,296	21,622	24,454	25,097	21,108	20,318	MPa
RCA-50	20,721	16,539	22,523	25,033	22,459	18,859	MPa
RCA-75	18,340	17,568	18,083	14,544	17,375	15,103	MPa
RCA-100	14,672	18,276	21,301	17,697	18,147	15,838	MPa

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)



Gambar 3. Diagram Nilai Karakteristik *Analytical Hierarchy Process* (Sumber : Andika,2022)

Tabel 14. Nilai Alternatif *Analytical Hierarchy Process*

	RCA 25	RCA 50	RCA 75	RCA 100
RCA 25	1,000	5,000	3,000	3,000
RCA 50	0,200	1,000	0,333	0,333
RCA 75	0,333	3,000	1,000	2,000
RCA 100	0,333	3,000	0,500	1,000
JUMLAH	1,867	12,000	4,833	6,333

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)

Tabel 15. Nilai Eigen *Analytical Hierarchy Process*

	NILAI EIGEN				JUMLAH	RERATA
0,536	0,417	0,621	0,474	2,047	0,512	
0,107	0,083	0,069	0,053	0,312	0,078	
0,179	0,250	0,207	0,316	0,951	0,238	
0,179	0,250	0,103	0,158	0,690	0,172	
1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)

Tabel 16. Perengkingan

Code	1	2	3	4	Jumlah
RCA 25	0,286	0,135	0,038	0,058	0,517
RCA 50	0,043	0,020	0,006	0,009	0,077
RCA 75	0,133	0,062	0,017	0,027	0,238
RCA 100	0,095	0,044	0,011	0,018	0,168

(Andika Serdianto Rizki Syah Putra, 2022)



Gambar 4. Diagram Perengkingan *Analytical Hierarchy Process* RCA Research (Sumber : Andika,2022)

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, sifat-sifat beton semakin banyak RCA yang digunakan maka slump akan semakin rendah, ini disebabkan penyerapan air RCA cukup banyak daripada NA, kuat tekan beton dengan penggunaan RCA mengalami ketidakstabilan di setiap pengujian harinya.

Pengaruh penggantian RCA terhadap campuran beton didapatkan hasil kuat tekan beton RCA 0% sebesar 24,533 MPa, RCA 25% sebesar 25,415 MPa, RCA 50% sebesar 22,914 MPa, RCA 75% sebesar 26,023 MPa, dan RCA 100% sebesar 25,256 MPa.

Berdasarkan hasil dari *Analytical Hierarchy Process* menggunakan *Expert Choice* Versi 11 dapat dilihat bahwa desain optimal dari penggantian RCA terdapat pada RCA 25% sebanyak 51,7%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amran, Y., & Daud, Y. (2018). *Analisa penggunaan silicafume, superplastizicer serta penambahan serbuk kaca terhadap peningkatan mutu beton pada perencanaan beton mutu tinggi (K-600) menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI)*. TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil, 7(2), 150-162.
- Andreu, G., & Miren, E. (2014). *Experimental Analysis Of Properties Of High Performance Recycled Aggregate Concrete*. Construction and Building Materials, 52, 227-235.
- Bai, G., Zhu, C., Liu, C., & Liu, B. (2020). *An Evaluation Of The Recycled Aggregate Characteristics And The Recycled Aggregate Concrete Mechanical Properties*. Construction and Building Materials, 240, 117978.
- Bidabadi, M. S., Akbari, M., & Panahi, O. (2020). *Optimum Mix Design Of Recycled Concrete Based On The Fresh And Hardened Properties Of Concrete*. Journal of Building Engineering, 32, 101483.
- Chen, Y., Chen, Z., Xu, J., Lui, E. M., & Wu, B. (2019). *Performance Evaluation Of Recycled Aggregate Concrete Under Multiaxial Compression*. Construction and Building Materials, 229, 116935.
- Damdelen, O. (2018). *Investigation Of 30% Recycled Coarse Aggregate Content In Sustainable Concrete Mixes*. Construction and Building Materials, 184, 408-418.
- Darwin, D., Dolan, C. W., & Nilson, A. H. (2016). *Design of concrete structures (Vol. 2)*: McGraw-Hill Education New York, NY, USA:.
- Dewi, S. U., & Jaya, F. H. (2022). *ANALISIS PEMANFAATAN BAHAN LIMBAH RUMAH TANGGA SEBAGAI CAMPURAN BETON MUTU RENDAH*. TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil, 12(1), 71-78.
- Hamad, B. S., & Dawi, A. H. (2017). *Sustainable Normal And High Strength Recycled Aggregate Concretes Using Crushed Tested Cylinders As Coarse Aggregates*. Case Studies in Construction Materials, 7, 228-239.
- Kou, S.-C., & Poon, C.-S. (2013). *Long-Term Mechanical And Durability Properties Of Recycled Aggregate Concrete Prepared With The Incorporation Of Fly Ash*. Cement and Concrete Composites, 37, 12-19.
- Kou, S.-C., Poon, C.-S., & Wan, H.-W. (2012). *Properties Of Concrete Prepared With Low-Grade Recycled Aggregates*. Construction and Building Materials, 36, 881-889.
- Manzi, S., Mazzotti, C., & Bignozzi, M. C. (2013). *Short And Long-Term Behavior Of Structural Concrete With Recycled Concrete Aggregate*.

- Cement and Concrete Composites, 37, 312-318.
- Masherni, M., & Amran, Y. (2020). *Analisis Kuat Tekan Beton Menggunakan Bahan Lapangan Dengan Campuran Adiktif Dan Tanpa Adiktif Pada Beton Mutu K. 300*. TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil, 10(1), 95-104.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Nedeljković, M., Mylonas, A., Wiktor, V., Schlangen, E., & Visser, J. (2022). *Influence Of Sand Drying And Mixing Sequence On The Performance Of Mortars With Fine Recycled Concrete Aggregates*. Construction and Building Materials, 315, 125750.
- Pedro, D. d., De Brito, J., & Evangelista, L. (2017). *Structural Concrete With Simultaneous Incorporation Of Fine And Coarse Recycled Concrete Aggregates: Mechanical, Durability And Long-Term Properties*. Construction and Building Materials, 154, 294-309.
- Penyusun, T. (2020). *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah*. Edisi Revisi IV. In: Metro. Universitas Muhammadiyah Metro.
- Pepe, M., Toledo Filho, R. D., Koenders, E. A., & Martinelli, E. (2014). *Alternative Processing Procedures For Recycled Aggregates In Structural Concrete*. Construction and Building Materials, 69, 124-132.
- Zhao, Z., Wang, S., Lu, L., & Gong, C. (2013). *Evaluation Of Pre-Coated Recycled Aggregate For Concrete And Mortar*. Construction and Building Materials, 43, 191-196.