

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyajian Data

Pada sub bab 4.1 tentang penyajian data ini berisikan hasil pengujian uji agregat dari agregat kasar dan agregat halus yang dilakukan sesuai standar yang telah ditetapkan.

4.1.1. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari PT. Jaya Beton Indonesia dan dipasok dari Daerah Sudamanik. Pengujian agregat kasar dilakukan di Laboratorium PT. Jaya Beton Indonesia sesuai dengan standar yang berlaku.

4.1.1.1. Hasil Pengujian Berat Jenis

● Pengujian berat jenis agregat kasar dilakukan sesuai dengan SNI 03-1969-2008 mengenai pengujian berat jenis dan daya penyerapan air agregat kasar. Tabel 4.1 menunjukkan hasil pengujian tersebut.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat keranjang (A)	gr	527	527
2.	Berat sample dan keranjang (B)	gr	2527	2527
3.	Berat sample (C=B-A)	gr	2000	2000
4.	Berat keranjang dalam air (D)	gr	365	365
5.	Berat sample dan keranjang dalam air (E)	gr	1576	1583
6.	Berat sample dalam air (F=E-D)	gr	1211	1218
7.	Berat jenis ($G=C/(C-F)$)		2.53	2.56
8.	Selisih		0.02	
9.	Rata - rata		2.55	

Rata-rata berat jenis agregat kasar yang didapatkan adalah 2,55. Berdasarkan ketentuan SNI 03-1969-2008, berat jenis bulk atau curah agregat

minimal harus mencapai 2,5 gram. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sampel yang diuji memenuhi standar yang ditetapkan.

4.1.1.2. Hasil Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air agregat kasar dilakukan sesuai dengan SNI 03-1969-2008 mengenai pengujian berat jenis dan daya penyerapan air agregat kasar. Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian tersebut.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Daya Serap Air

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat pan (A)	gr	1286	1252
2.	Berat sample dan pan (B)	gr	3286	3252
3.	Berat Sample (C=B-A)	gr	2000	2000
4.	Berat Sample Kering (D)	gr	1944.8	1945.7
5.	Daya Serap air (E=(C-D)/D)	%	2.84	2.79
6.	Selisih			0.05
7.	Rata-rata			2.81

Rata-rata daya serap agregat kasar dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak hingga kering permukaan adalah sebesar 2,81 %. Daya serap agregat kasar telah memenuhi persyaratan SNI 03-1969-2008, karena persentase daya serap tidak melebihi batas maksimum yang ditetapkan, yaitu 3%.

4.1.1.3. Hasil Pengujian Berat Isi

Pengujian densitas agregat kasar dilakukan sesuai dengan SNI 03-4804-1998 mengenai pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat. Tabel 4.3 menunjukkan hasil pengujian densitas tersebut.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Berat Isi

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Volume container (A)	cm ³	2002	2002
2.	Berat container (B)	gr	787	787
3.	Berat sample dan container (C)	gr	3675	3730
4.	Berat sample (D=C-B)	gr	2888	2943
5.	Berat isi (E=D/A)	cm ³ /gr	1.44	1.47
6.	Selisih			0.03

7.	Rata - rata (F)	1.46
8.	Berat jenis (G)	2.55
9.	Persentase volume padat ($H=(F/G)\times 100\%$)	57.11

Rata-rata densitas atau berat isi agregat kasar yang didapatkan adalah 2,55 gr/ cm³. Nilai tersebut masih memenuhi persyaratan SNI 03-4804-1998, yaitu melebihi 1,4 gr/ cm³.

4.1.1.4. Hasil Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur agregat kasar dilakukan sesuai dengan SNI 03-4142-1996 mengenai metode pengujian jumlah bahan dalam agregat. Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengujian kadar lumpur.

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Kadar Lumpur

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat kering material sebelum di cuci (A)	gr	2000	2000
2.	Berat kering material sesudah di cuci (B)	gr	1984.2	1980.3
3.	Material lolos ayakan 0.074 mm $(C=((A-B)/A)\times 100\%$	%	0.79	0.99
4.	Selisih		0.20	
5.	Rata - rata		0.89	

Rata-rata kadar lumpur yang didapatkan adalah 0,89. Nilai tersebut masih memenuhi batas yang ditetapkan oleh SNI 03-4142-1996, yaitu kurang dari 1.

4.1.1.5. Hasil Pengujian Analisis Saringan

Pengujian analisis saringan agregat kasar dilakukan sesuai dengan SNI 03-1968-1990 mengenai analisis saringan agregat halus dan kasar. Tabel 4.5 menunjukkan hasil pengujian analisis saringan.

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Analisis Saringan

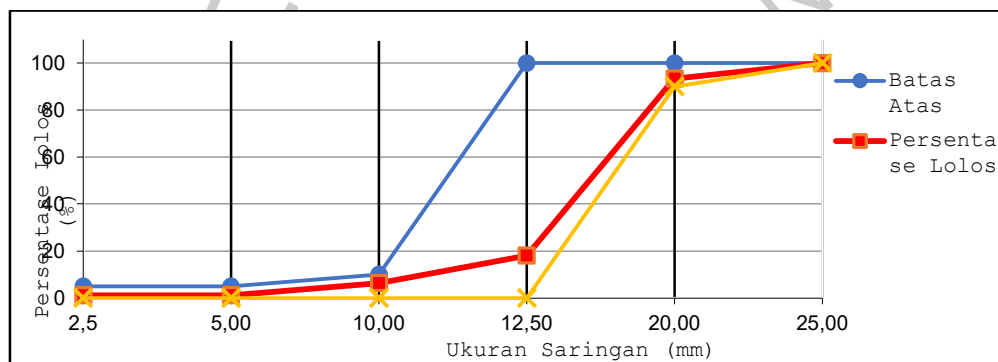
Ukuran Saringan (mm)	Test I		Test II		Rata-rata	Kumulatif	Kumulatif	Spesifikasi	
	Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Lolos	Mi	Max
	(gr)	(%)	(gr)	(%)	(%)	(%)	(%)	n	x

25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	100	100
20	6.15	142.00	7.1	6.63	6.63	93.38	90	100
12.7	74.45	1524	76.2	75.33	81.95	18.05	0	100
10	12.7	212	10.6	11.65	93.6	6.40	0	10
5	5.60	99.00	4.95	5.28	98.88	1.13	0	5
2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	98.88	1.13	0	5
1.2	0.00	0.00	0.00	0.00	98.88	1.13		
0.6	0.00	0.00	0.00	0.00	98.88	1.13		
0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	98.88	1.13		
0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	98.88	1.13		
Pan	1.10	23.00	1.15	1.13	100	0		
Total		2000.00						
FM					7.75			

Dari hasil pengujian, diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 7,75. agregat kasar dengan modulus kehalusan tersebut dianggap kurang baik karena belum sesuai dengan persyaratan SK SNI S-04-1989 F, yang membutuhkan nilai modulus kehalusan antara 6,0 hingga 7,1. Oleh karena itu, di buatlah grafik gradasi analisis saringan agregat kasar berdasarkan pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 4. 6 Persentase Lolos Kumulatif dari Hasil Pengujian Analisis Saringan

Ukuran Ayakan (mm)	25	20	12.5	10	5	2.5
% lolos kumulatif	100	93.38	18.05	6.40	1.13	1.13
Standard	100-100	90-100	0-100	0-10	0-5	0-5



Gambar 4. 1 Grafik Analisis Saringan Agregat Kasar

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa gradasi agregat kasar memenuhi persyaratan, karena garis persentase agregat kasar yang lolos (garis merah) berada di bawah garis batas bawah (garis kuning).

4.1.1.6. Hasil Pengujian Keausan Agregat

Pengujian keausan agregat kasar dilakukan sesuai dengan SNI 2417-2008 mengenai uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles. Tabel 4.7 menunjukkan hasil pengujian keausan agregat kasar.

Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar

Ukuran Saringan (mm)		Sample I	Sample II
Lolos	Tertahan	Berat (gr)	Berat (gr)
76.2	63.5		
63.5	50.8		
50.8	36.1		
36.1	25.4		
25.4	19.1		
19.1	12.7	2500	2500
12.7	9.52	2500	2500
9.52	6.35		
6.35	4.75		
4.75	2.36		
Jumlah Putaran		500	500
Jumlah Bola Baja		11	11
Jumlah Berat (gram) (a)		5000	5000
Berat tertahan saringan no 12 sesudah percobaan (gram) (b)		3921	4012
Keausan (%) =		21.58	19.76
Selisih sample I & II			1.82
Rata-rata Keausan (%)			20.67

Rata-rata keausan agregat yang didapatkan adalah 20,67%. Agregat tersebut dapat digunakan untuk konstruksi karena hasil rata-rata masih memenuhi ketentuan SNI 2417-2008, yaitu keausan agregat di bawah 40%.

4.1.2. Hasil Pengujian Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari PT. Jaya Beton Indonesia dan dipasok dari Daerah Sudamanik. Pengujian agregat kasar dilakukan di Laboratorium PT. Jaya Beton Indonesia sesuai dengan standar yang berlaku.

4.1.2.1. Hasil Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis agregat halus dilakukan sesuai dengan SNI 3-1970-1990 mengenai pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Tabel 4.8 menunjukkan hasil pengujian berat jenis agregat halus.

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Nomor flash		1	2
2.	Berat flash (A)	gr	141	224
3.	Berat sample dan flask (B)	gr	641	724
4.	Berat sample (C=B-A)	gr	500	500
5.	Berat flask, sample, dan air (D)	gr	944.6	1025.7
6.	Berat air (E=D-B)	gr	303.6	301.7
7.	Berat Jenis (F=C/(C-E))		2.55	2.52
8.	Selisih			0.02
9.	Rata - rata			2.53

Rata-rata densitas agregat halus yang didapatkan adalah 2,53. Hasil tersebut masih memenuhi kategori yang ditetapkan oleh SNI 3-1970-1990, yaitu agregat halus dapat digunakan jika masih berada di atas batas yang diizinkan, yaitu di atas 2,5.

4.1.2.2. Hasil Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air agregat halus dilakukan sesuai dengan SNI 3-1970-1990 mengenai pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Tabel 4.9 menunjukkan hasil pengujian daya serap air agregat halus.

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Daya Serap Air

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1	Berat pan (A)	gr	1247.9	654

2	Berat sample dan pan (B)	gr	2247.9	1654
3	Berat sample (C=B-A)	gr	1000	1000
4	Berat sample kering (D)	gr	972.4	971.9
5	Daya serap air (E=(C-D)/D)	%	2.84	2.89
6	Selisih			0.05
7	Rata - rata			2.86

Rata-rata kemampuan agregat halus dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai dengan kering permukaan adalah 2,86%. Daya serap agregat halus sudah memenuhi persyaratan SNI 3-1970-1990, karena persentase daya serap tidak melebihi batas maksimum, yaitu 3%.

4.1.2.3. Hasil Pengujian Berat Isi

Pengujian densitas atau berat isi agregat halus dilakukan sesuai dengan SNI 3-4804-1998 mengenai bobot isi dan rongga udara dalam agregat. Tabel 4.10 menunjukkan hasil pengujian densitas atau berat isi agregat halus.

Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Volume container (A)	cm ³	2002	2002
2.	Berat container (B)	gr	788	788
3.	Berat sample dan container (C)	gr	3695	3724
4.	Berat sample (D=C-B)	gr	2906.5	2935.8
5.	Berat isi (E=D/A)	cm ³ /gr	1.45	1.47
6.	Selisih			0.01
7.	Rata - rata			1.46
8.	Berat Jenis (G)			2.53
9.	Persentase volume padat (H=(F/G)x100%)			57.59

Rata-rata densitas isi agregat halus yang didapatkan adalah 1,46 gr/ cm³. Nilai tersebut masih memenuhi persyaratan SNI 3-4804-1998, yaitu melebihi 1,4 gr/ cm³.

4.1.2.4. Hasil Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur agregat halus dilakukan sesuai dengan SNI 03-4142-1996 mengenai pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan no.200 (0,075 mm). Tabel 4.11 menunjukkan hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.

Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Kadar Lumpur

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat kering material sebelum di cuci (A)	gr	1000	1000
2.	Berat kering material sesudah di cuci (B)	gr	965.6	970.1
3.	Material lolos ayakan 0.074 mm $(C=((A-B)/A) \times 100\%)$	%	3.44	2.99
4.	Selisih			0.45
5.	Rata - rata			3.22

Rata-rata kadar lumpur yang didapatkan adalah 3,22%. Nilai tersebut masih memenuhi batas yang ditetapkan oleh SNI 03-4142-1996, yaitu kurang dari 7%.

4.1.2.5. Hasil Pengujian Analisis Saringan

Pengujian analisis saringan agregat halus dilakukan sesuai dengan SNI 03-1968-2008 mengenai pengujian analisis saringan agregat halus dan kasar. Tabel 4.12 menunjukkan hasil pengujian analisis saringan agregat halus.

Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus

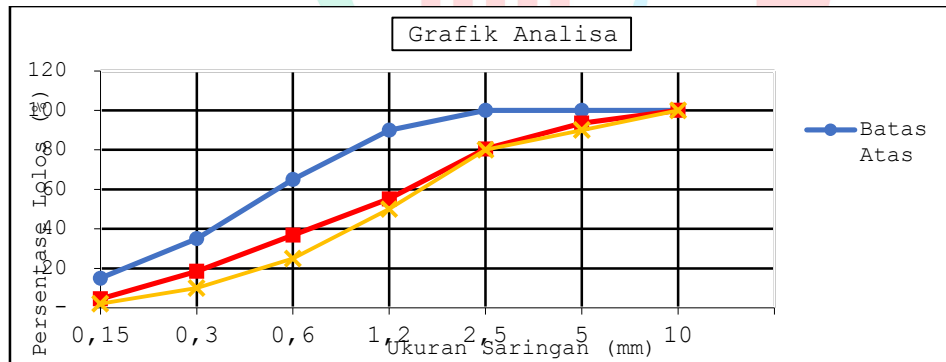
Ukuran Saringan (mm)	Test I		Test II		Rata-rata Persentas e Tertahan (%)	Kumulatif Persentas e Tertahan (%)	Kumulatif Persentas e Lolos (%)
	Berat Tertaha n (gr)	Persentas e Tertahan (%)	Berat Tertaha n (gr)	Persentas e Tertahan (%)			
10	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
5	25.0	2.50	101.00	10.10	6.30	6.30	93.70
2.5	144.0	14.40	120.00	12.00	13.20	19.50	80.50
1.2	321.0	32.10	185.00	18.50	25.30	44.80	55.20
0.6	115.0	11.50	254.00	25.40	18.45	63.25	36.75
0.3	203.0	20.30	164.00	16.40	18.35	81.60	18.40

0.15	127.0	12.70	150.00	15.00	13.85	95.45	4.55
Pan	65.00	6.50	26.00	2.60	4.55	100.00	0.00
Total	1000.00	100.00	1000.00	100.00			
FM	3.11						

Dari hasil pengujian, diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 3,11. agregat halus dengan modulus kehalusan tersebut dianggap baik dan memenuhi persyaratan sebagai bahan konstruksi karena sudah sesuai dengan persyaratan SK SNI S-04-1989 F, yang membutuhkan nilai modulus kehalusan antara 1,5 hingga 3,8.

Tabel 4. 13 Persentase Lolos Kumulatif dari Hasil Pengujian Analisis Saringan

Ukuran Ayakan (mm)	3	2	2	1	0.1							
	0	5	0	5	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3		
% lolos kumulatif					100.	0	93.7	80.5	55.2	36.8	18.4	4.6
Standard						90-	80-	50-	25-	10-	2-	
					100	100	100	90	65	35	15	



Gambar 4. 2 Grafik Analisis Saringan Agregat Halus

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa gradasi agregat halus memenuhi persyaratan, karena garis persentase agregat halus yang lolos (garis merah) berada di antara garis batas atas (garis biru) dan garis batas bawah (garis kuning).

4.1.3. Hasil Pengujian Terak Baja

Terak Baja yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari PT. Krakatau Steel (Persero), Tbk. dan dipasok dari Daerah Serang. Pengujian agregat kasar dilakukan di Laboratorium PT. Jaya Beton Indonesia sesuai dengan standar yang berlaku. Pengujian ini disesuaikan

4.1.3.1. Hasil Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis terak baja di samakan dengan agregat kasar yang dilakukan sesuai dengan SNI 03-1969-2008 mengenai pengujian berat jenis dan daya penyerapan air agregat kasar. Tabel 4.14 menunjukkan hasil pengujian tersebut.

Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Berat Jenis Terak Baja

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat keranjang (A)	gr	527	527
2.	Berat sample dan keranjang (B)	gr	2527	2527
3.	Berat sample (C=B-A)	gr	2000	2000
4.	Berat keranjang dalam air (D)	gr	365	365
5.	Berat sample dan keranjang dalam air (E)	gr	1739	1740
6.	Berat sample dalam air (F=E-D)	gr	1374	1375
7.	Berat jenis ($G=C/(C-F)$)		3.19	3.20
8.	Selisih			0.01
9.	Rata - rata			3.20

Rata-rata berat jenis terak baja yang didapatkan adalah 3,20. Berdasarkan ketentuan SNI 03-1969-2008, berat jenis bulk atau curah agregat minimal harus mencapai 2,5 gram. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sampel yang diuji memenuhi standar yang ditetapkan.

4.1.3.2. Hasil Pengujian Daya Serap Air

Pengujian daya serap air terak baja dilakukan sesuai dengan SNI 03-1969-2008 mengenai pengujian berat jenis dan daya penyerapan air agregat kasar. Tabel 4.15 menunjukkan hasil pengujian tersebut.

Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Daya Serap Air

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat pan (A)	gr	1253	1252
2.	Berat sample dan pan (B)	gr	3302	3303
3.	Berat Sample (C=B-A)	gr	2049	2051
4.	Berat Sample Kering (D)	gr	1983.0	1986.0
5.	Daya Serap air ($E=(C-D)/D$)	%	3.33	3.27

6.	Selisih	0.06
7.	Rata-rata	3.30

Rata-rata daya serap terak baja dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak hingga kering permukaan adalah sebesar 3,3 %. Daya serap terak baja tidak memenuhi persyaratan SNI 03-1969-2008, karena persentase daya serap sudah melebihi batas maksimum yang ditetapkan, yaitu 3%. Daya serap ini dipengaruhi oleh porositas dan permeabilitas pada terak baja. Hal ini juga disebabkan struktur pori yang kompleks dari terak baja.

4.1.3.3. Hasil Pengujian Berat Isi

Pengujian densitas terak baja dilakukan sesuai dengan SNI 03-4804-1998 mengenai pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat. Tabel 4.16 menunjukkan hasil pengujian densitas tersebut.

Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Berat Isi

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Volume container (A)	cm ³	2002	2002
2.	Berat container (B)	gr	787	787
3.	Berat sample dan container (C)	gr	4396	4401
4.	Berat sample (D=C-B)	gr	3609	3614
5.	Berat isi (E=D/A)	cm ³ /gr	1.80	1.81
6.	Selisih		0.00	
7.	Rata - rata (F)		1.80	
8.	Berat jenis (G)		3.20	
9.	Persentase volume padat (H=(F/G)x100%)		56.44	

Rata-rata densitas atau berat isi terak baja yang didapatkan adalah 1,8 gr/cm³. Nilai tersebut masih memenuhi persyaratan SNI 03-4804-1998, yaitu melebihi 1,4 gr/ cm³.

4.1.3.4. Hasil Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur terak baja dilakukan sesuai dengan SNI 03-4142-1996 mengenai metode pengujian jumlah bahan dalam agregat. Tabel 4.17 menunjukkan hasil pengujian kadar lumpur.

Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Kadar Lumpur

No.	Percobaan	Satuan	1	2
1.	Berat kering material sebelum di cuci (A)	gr	2000	2000
2.	Berat kering material sesudah di cuci (B)	gr	1983.0	1986.0
3.	Material lolos ayakan 0.074 mm $(C=((A-B)/A) \times 100\%)$	%	0.85	0.70
4.	Selisih			0.15
5.	Rata - rata			0.78

Rata-rata kadar lumpur yang didapatkan adalah 0,78. Nilai tersebut masih memenuhi batas yang ditetapkan oleh SNI 03-4142-1996, yaitu kurang dari 1.

4.1.3.5. Hasil Pengujian Analisis Saringan

Pengujian analisis saringan terak baja dilakukan sesuai dengan SNI 03-1968-1990 mengenai analisis saringan agregat halus dan kasar. Tabel 4.18 menunjukkan hasil pengujian analisis saringan.

Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Analisis Saringan

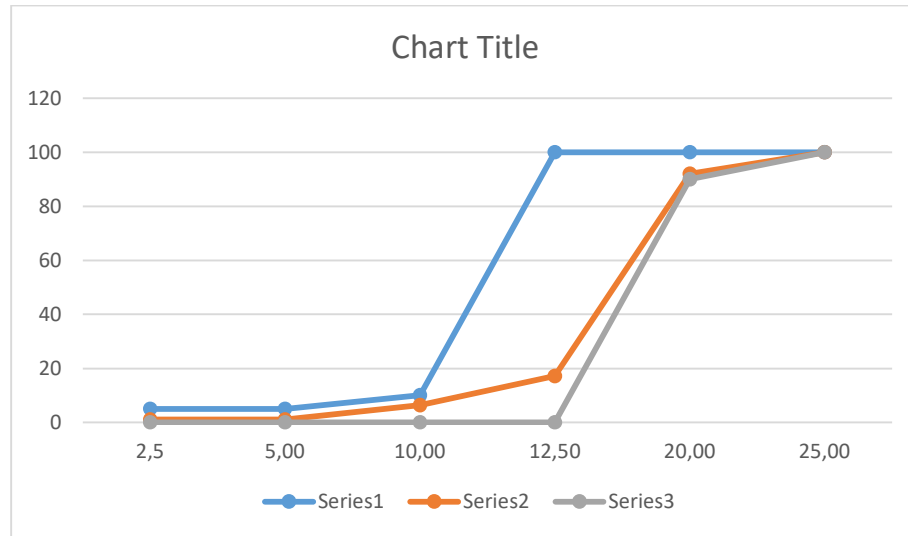
Ukur an Sarin gan (mm)	Test I		Test II		Rata- rata	Kumul atif	Kumul atif	Spesifikasi	
	Berat Terta han (gr)	Persen tase Tertah an (%)	Berat Terta han (gr)	Persen tase Tertah an (%)	Persen tase Tertah an (%)	Persen tase Tertah an (%)	Persen tase Lolos (%)	Min	Max
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
20	154.00	7.70	167.00	8.35	8.03	8.03	91.98	90.00	100.00
12.7	1494.00	74.70	1499.00	74.95	74.83	82.85	25.18	0.00	100.00
10	220.00	11.00	212.00	10.60	10.80	93.65	89.20	0.00	10.00
5	112.00	5.60	99.00	4.95	5.28	98.93	94.73	0.00	5.00

Ukur an Sarin gan (mm)	Test I		Test II		Rata- rata Persen	Kumul atif Persen	Kumul atif Persen Lolos	Spesifikasi (%) Min Max	
	Berat Terta han (gr)	Persen tase Tertah an (%)	Berat Terta han (gr)	Persen tase Tertah an (%)	tase Tertah an (%)	tase Tertah an (%)	(%)		
0									
2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.93	100.00	0.00	5.00
1.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.93	100.00		
0.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.93	100.00		
0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.93	100.00		
0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.93	100.00		
Pan	20.00	1.00	23.00	1.15	1.08	100.00	98.93		
Total	2000. 00		2000. 00						
FM						7.78			

Dari hasil pengujian, diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 7,78. Terak baja dengan modulus kehalusan tersebut dianggap kurang baik karena belum sesuai dengan persyaratan SK SNI S-04-1989 F, yang membutuhkan nilai modulus kehalusan antara 6,0 hingga 7,1. Oleh karena itu, di buatlah grafik gradasi analisis saringan terak baja berdasarkan pengujian yang telah dilakukan.

Tabel 4. 19 Persentase Lolos Kumulatif dari Hasil Pengujian Analisis Saringan

Ukuran Ayakan (mm)	25	20	12.5	10	5	2.5
% lolos komulatif	100	91.98	17.15	6.35	1.07	1.07
Standard	100-100	90-100	0-100	0-10	0-5	0-5



Gambar 4. 3 Grafik Analisis Saringan Terak Baja

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa gradasi terak baja memenuhi persyaratan, karena garis persentase agregat kasar yang lolos (garis orange) berada di bawah garis batas bawah (garis abu-abu).

4.1.3.6. Hasil Pengujian Keausan Terak Baja

Pengujian keausan terak baja dilakukan sesuai dengan SNI 2417-2008 mengenai uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles. Tabel 4.20 menunjukkan hasil pengujian keausan terak baja.

Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Keausan Terak Baja

Ukuran saringan (mm)		Sample I	Sample II
Lolos	Tertahan	Berat (gr)	Berat (gr)
76.2	63.5		
63.5	50.8		
50.8	36.1		
36.1	25.4		
25.4	19.1		
19.1	12.7	2500	2500
12.7	9.52	2500	2500
9.52	6.35		
6.35	4.75		
4.75	2.36		

Ukuran saringan (mm)		Sample I	Sample II
Lolos	Tertahan	Berat (gr)	Berat (gr)
Jumlah Putaran		500	500
Jumlah Bola Baja		11	11
Jumlah Berat (gram) (a)		5000	5000
Berat tertahan saringan no 12 sesudah percobaan (gram) (b)		3812	3824
Keausan (%) =		23.76	23.52
Selisih sample I & II		0.24	
Rata-rata Keausan (%)		23.64	

Rata-rata keausan agregat yang didapatkan adalah 23.64%. Agregat tersebut dapat digunakan untuk konstruksi karena hasil rata-rata masih memenuhi ketentuan SNI 2417-2008, yaitu keausan agregat di bawah 40%.

4.1.4. Rekapitulasi Hasil pengujian

Hasil pengujian yang telah dilakukan pada agregat kasar, agregat halus, dan terak baja menghasilkan rekapitulasi pengujian yang disajikan dalam Tabel 4.21.

Tabel 4. 21 Rekapitulasi Hasil Pengujian

Rekapitulasi Agregat Kasar				
No.	Percobaan	SNI	Standar	Hasil
1	Berat Jenis	03-1969-2008	≥ 2.5	2.55
2	Berat Isi	03-4804-1998	≥ 1.4	1.46
3	Kadar Lumpur	03-4142-1996	≤ 1.0	0.89
4	Daya Serap	03-1996-2008	≤ 3.0	2.81
5	Keausan Agregat	2417-2008	≤ 40	20.7
6	Modulus Halus	SK SNI-04-1989-F	6.0-7.1	7.75
Rekapitulasi Agregat Halus				
No.	Percobaan	SNI	Standar	Hasil
1	Berat Jenis	03-1969-2008	≥ 2.5	2.53
2	Berat Isi	03-4804-1998	≥ 1.4	1.46
3	Kadar Lumpur	03-4142-1996	≤ 7.0	3.22

4	Daya Serap	03-1996-2008	≤ 3.0	2.86
5	Modulus Halus	SK SNI-04-1989-F	1.5-3.8	3.11
Rekapitulasi Terak Baja				
No.	Percobaan	SNI	Standar	Hasil
1	Berat Jenis	03-1969-2008	≥ 2.5	3.20
2	Berat Isi	03-4804-1998	≥ 1.4	1.80
3	Kadar Lumpur	03-4142-1996	≤ 1.0	0.75
4	Daya Serap	03-1996-2008	≤ 3.0	3.30
5	Keausan Agregat	2417-2008	≤ 40	23.6
6	Modulus Halus	SK SNI-04-1989-F	6.0-7.1	7.78

Ditinjau berdasarkan jurnal (Gunarto A., 2020), Limbah terak baja dapat digunakan sebagai bahan pengganti agregat kasar meskipun memiliki nilai keausan lebih besar karena bisa digunakan sebagai alternatif untuk menghasilkan biaya yang ekonomis. Dengan hasil penelitian (Saleh, 2018) campuran 100% terak baja dapat digunakan sebagai alternatif pengganti komposisi agregat pada pembuatan *paving block*.

4.1.5. Hasil *Mix Design*

Dalam perencanaan campuran (*mix design*) beton normal untuk setiap 1 m³, ditentukan proporsi bahan-bahan yang diperlukan untuk mencapai kualitas beton yang diinginkan, baik dari segi kekuatan, kekedapan, maupun daya tahan. Proses *mix design* melibatkan penentuan jumlah semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil atau batu pecah), dan air.

Penelitian ini dirancang untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan terak baja sebagai pengganti agregat kasar terhadap sifat mekanik beton, khususnya kuat tekan dan berat jenis. *Mix design* beton dibuat dengan tiga variasi persentase penggantian terak baja, yaitu 0%, 60%, dan 100%.

Meninjau Bab 2.2.5 penggunaan kadar semen dengan perencanaan nilai kuat tekan 25 MPa mendapatkan Faktor Air Semen sebesar 0,61. Perhitungan berat semen didapatkan pada persamaan 4.1.

$$\text{Faktor Air} \quad \text{Air} \quad \text{Semen} \quad = \quad \text{W/C} \quad \dots\dots\dots(4.1)$$

$$0,61 = 179/C$$

$$C = 179/0,61$$

$$C = 293,442 \text{ kg/m}^3$$

Meninjau Bab 2.2.7 dengan ukuran agregat 25 mm mendapatkan perkiraan awal berat beton adalah 2380 kg/m^3 . Perhitungan berat total agregat adalah dengan persamaan 4.2 dan dikonversi pada persamaan 4.3 dan 4.4 untuk perhitungan Berat Agregat Kasar dan Berat Agregat Halus

$$\text{Berat Total Agregat} = \text{Perkiraan awal berat beton} - \text{Berat Air} - \text{Berat semen...}(4.2)$$

$$\text{Berat Total Agregat} = 2380 - 179 - 293,442$$

$$\text{Berat Total Agregat} = 1907,558 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat Agregat Kasar} = \text{Berat Total Agregat} \times 0,65 \dots\dots\dots(4.3)$$

$$\text{Berat Agregat Kasar} = 1907,558 \text{ kg/m}^3 \times 0,65$$

$$\text{Berat Agregat Kasar} = 1239,913 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat Agregat Halus} = \text{Berat Total Agregat} - \text{Berat Agregat Kasar} \dots\dots\dots(4.4)$$

$$\text{Berat Agregat Halus} = 1907,558 - 1239,913$$

$$\text{Berat Agregat Halus} = 667,645 \text{ kg/m}^3$$

Berikut Tabel 4.22 Hasil Mix Design pada pembuatan beton normal dalam satuan 1 m^3

Tabel 4. 22 Kebutuhan Beton Normal dalam 1 m^3

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan rencana dalam 28 hari	25	MPa
2	Deviasi Standar	3,5	MPa
3	Nilai Tambah	0	MPa
4	Kuat tekan rata-rata yang direncanakan (f_{cr})	28,5	MPa

5	Jenis Semen	PCC/biasa
6	Jenis Agregat Kasar	Pecah
7	Jenis Agregat Halus	Alami
8	Faktor Air Semen	0,61
9	Nilai <i>Slump</i>	.7 - 10 cm
10	Ukuran maksimum agregat kasar	25 mm
11	Kebutuhan Air	179 liter
12	Kebutuhan Semen Portland	293,442 kg
12	Berat Jenis Agregat Campuran	-
14	Berat Jenis Beton	2380 kg
15	Kebutuhan Agregat	1907,558 kg
16	Kebutuhan Agregat Kasar	1239,9127 kg
17	Kebutuhan Agregat Halus	667,6453 Kg

Pada perhitungan hasil *mix design* untuk menghasilkan 1 m³ beton normal dengan kekuatan tekan $f_c'25$ Mpa, di dapatkan 293,442 kg semen, 667,645 kg pasir, 1239,913 kg kerikil, dan air secukupnya untuk mencapai nilai slump yang diinginkan, yaitu pada 179 liter. *Mix design* yang tepat memastikan beton memiliki performa optimal dan sesuai dengan standar yang berlaku, seperti Standar Nasional Indonesia pada penelitian ini SNI 7656:2012.

Tabel 4. 23 Kebutuhan Beton Campuran 0%

Kebutuhan Material F'c 25 MPa dalam Silinder 10x20 (Kg)				
10x20	Air	Semen	Agregat Halus	Agregat Kasar
1 Cetakan	0,281	0,461	1,048	1,947
3 Cetakan	0,843	1,382	3,145	5,840
9 Cetakan	2,529	4,146	9,434	17,520

Hasil perancangan *mix design* selanjutnya dikonversikan dari 1 m³ ke silinder yang akan digunakan yaitu 10x20 cm dengan volume 0,00157 m³. Kebutuhan pada campuran terak baja 0% dengan satu cetakan adalah 0,461 semen, 1,048 kg agregat halus, dan 1,947 agregat kasar.

Tabel 4. 24 Kebutuhan Beton Campuran Terak Baja 60%

Kebutuhan Material F`c 25 MPa dalam Silinder 10x20 dan Proporsi Campuran Slag Baja 60% pada Agregat Kasar (Kg)					
10x20	Air	Semen	Agregat Halus	Agregat Kasar	Slag Baja
1 Cetakan	0,281	0,461	1,048	0,779	1,168
3 Cetakan	0,843	1,382	3,145	2,336	3,504
9 Cetakan	2,529	4,146	9,434	7,008	10,512

Hasil perancangan *mix design* selanjutnya mengkonversi dari penggunaan agregat kasar yang di pisahkan dengan slag baja. Penggunaan agregat kasar adalah 40% dari 1,947 dan terak baja adalah 60% dari 1,947. Kebutuhan pada campuran terak baja 60% dengan satu cetakan adalah 0,461 semen, 1,048 kg agregat halus, 0,779 agregat kasar, dan 1,168 terak baja dengan cetakan 10x20 cm.

Tabel 4. 25 Kebutuhan Beton Campuran Terak baja 100%

Kebutuhan Material F`c 25 MPa dalam Silinder 10x20 (kg) dan Proporsi Campuran Slag Baja 100% pada Agregat Kasar					
10x20	Air	Semen	Slag Baja	Agregat Halus	
1 Cetakan	0,281	0,461	1,947	1,048	
3 Cetakan	0,843	1,382	5,840	3,145	
9 Cetakan	2,529	4,146	17,520	9,434	

Hasil perancangan *mix design* selanjutnya mengkonversi dari penggunaan agregat kasar yang di pisahkan dengan slag baja. Penggunaan agregat kasar adalah digantikan dengan terak baja seluruhnya yaitu 1,947. Kebutuhan pada campuran terak baja 100% dengan satu cetakan adalah 0,461 semen, 1,048 kg agregat halus, dan 1,947 terak baja dengan cetakan 10x20 cm.

Pada pengujian ini mengacu pada Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal yang tertera pada SNI 03-2834-2000. Pada pengujian ini mengacu pada Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal yang tertera pada SNI 03-2834-2000 sebagai acuan dasar dari pembentukan beton campuran dan juga SNI 2493-2011 sebagai acuan yang menjelaskan Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton pada Laboratorium.

4.2 Analisis Data

Pada sub bab 4.2 tentang analisis data ini berisikan hasil uji slump, uji kuat tekan dan uji berat jenis dengan penggunaan campuran terak baja yang di variasikan sebagai berikut.

4.2.1. Hasil Uji Slump

Pada penelitian ini, dilakukan pengujian slump sebelum mencetak adukan beton ke dalam silinder. Tujuannya adalah untuk mengevaluasi *workability* beton campuran terak baja yang telah disiapkan untuk penelitian ini. Hasil pengujian slump dapat ditemukan dalam Tabel 4.26.

Tabel 4. 26 Hasil Uji Slump terhadap Persentase Campuran Terak Baja

Komposisi Terak Baja P. Beton (%)	Slump (cm)
0%	12
60%	7
100%	11

Dari hasil pengujian slump, bahwa semakin dikombinasi terak baja dengan kerikil, maka nilai slump pada beton campuran terak baja tidak memenuhi standard optimal. Gambar 4.4 proses terjadinya pengujian slump pada beton campuran dengan terak baja.



Gambar 4. 4 Pengujian Slump pada Beton Campuran Terak Baja

4.2.2. Hasil Kuat Tekan

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini memiliki bentuk silinder dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm. Terdapat 3 variasi campuran terak baja dengan nilai persentase yang berbeda. Totalnya, terdapat benda uji yang digunakan. Uji kuat tekan dilakukan setelah beton mencapai umur 7, 14, 28 hari. Pada Persamaan 2.1 diterapkan contoh pada perhitungan yang digunakan pada kuat tekan (SNI 03- 6805 – 2002).

$$F'c = \frac{P}{A}$$

$$F'c = \frac{184}{3.14 \times 50 \times 50}$$

$$F'c = 23,4 \text{ MPa}$$

Hasil kuat tekan dapat di lihat di Tabel 4.27 dengan beban kuat tekan dengan satuan kN yang dimana rumusnya dikalikan 1000 karena dikonversikan pada satuan Newton (N).

Tabel 4. 27 Hasil Uji Kuat Tekan

Beton Campuran Terak Baja	Umur Beton	Massa (Kg)	Uji Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (Mpa)	
0%	Beton 7 Hari	3.701	184	23.4	
		3.837	186	23.7	
		3.866	178	22.7	
	Beton 14 Hari	3.782	214	27.3	
		3.794	143	18.2	
		3.83	121	15.4	
	Beton 28 Hari	3.793	227	28.9	
		3.804	221	28.2	
		3.84	233	29.7	
	60%	Beton 7 Hari	3.952	104	13.2
			3.923	108	13.8
			3.989	107	13.6
Beton 14 Hari		3.957	126	16.1	
		3.841	110	14.0	

Beton Campuran Terak Baja	Umur Beton	Massa (Kg)	Uji Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (Mpa)
100%	Beton 28 Hari	3.915	118	15.0
		3.966	124	15.8
		3.85	136	17.3
	Beton 7 Hari	3.924	130	16.6
		4.08	275	35.0
		4.041	267	34.0
	Beton 14 Hari	4.012	260	33.1
		3.941	268	34.1
		4.039	293	37.3
	Beton 28 Hari	4.051	221	28.2
		3.945	298	38.0
		4.044	344	43.8
		4.055	353	45.0

Tabel 4.28 tersebut memberikan informasi mengenai kuat tekan beton pada setiap umur pengujian.

Tabel 4. 28 Rekapitulasi Uji Kuat Tekan

Campuran	Rata Rata (Mpa)		
	BTB 0%	BTB 60%	BTB 100%
Beton 7 Hari	23.27	13.55	34.06
Beton 14 Hari	20.30	15.03	33.21
Beton 28 Hari	28.92	16.56	42.25

4.2.3. Hasil Berat Jenis Beton

Dalam penelitian ini, dilakukan pengukuran berat jenis beton menggunakan rumus tertentu dan hasilnya disajikan dalam bentuk tabel. Pengukuran berat jenis beton ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik berat jenis beton yang telah dibuat dalam konteks penelitian ini. Hasil pengukuran berat jenis beton tersebut dapat memberikan

pemahaman yang lebih mendalam tentang sifat-sifat fisik dan kualitas beton yang dihasilkan.

Hasil pengukuran berat jenis beton tersebut dirangkum dalam tabel 4.29 sebagai hasil dari pengujian pada berbagai campuran beton dengan terak baja yang berbeda. Tabel ini menyajikan data berat jenis beton, yang memberikan informasi yang berguna dalam memahami karakteristik fisik beton yang dihasilkan.

Tabel 4. 29 Hasil Uji Berat Jenis Beton

Terak	Baja	Umur Beton	Massa (Kg)	Berat Jenis (Kg/m³)
			3.701	2357.32
		Beton 7 Hari	3.837	2443.95
			3.866	2462.42
			3.782	2408.92
0%		Beton 14 Hari	3.794	2416.56
			3.83	2439.49
			3.793	2415.92
		Beton 28 Hari	3.804	2422.93
			3.84	2445.86
			3.952	2517.20
		Beton 7 Hari	3.923	2498.73
			3.989	2540.76
			3.957	2520.38
60 %		Beton 14 Hari	3.841	2446.50
			3.915	2493.63
			3.966	2526.11
		Beton 28 Hari	3.85	2452.23
			3.924	2499.36
			4.08	2598.73
		Beton 7 Hari	4.041	2573.89
			4.012	2555.41
100 %			3.941	2510.19
		Beton 14 Hari	4.039	2572.61

Terak			
Baja	Umur Beton	Massa (Kg)	Berat Jenis (Kg/m ³)
		4.051	2580.25
		3.945	2512.74
	Beton 28 Hari	4.044	2575.80
		4.055	2582.80

Melalui analisis hasil yang terdapat dalam tabel tersebut, dapat dilihat perbedaan berat jenis beton antar sampel yang diuji. Hal ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang pengaruh variasi komposisi bahan dan perbandingan campuran terhadap berat jenis beton yang dihasilkan.

Tabel 4.26 berikut merupakan hasil rekapitulasi uji berat jenis pada beton dengan campuran terak baja pada umur 7, 14, dan 28 hari.

Tabel 4. 30 Rekapitulasi Uji Berat Jenis

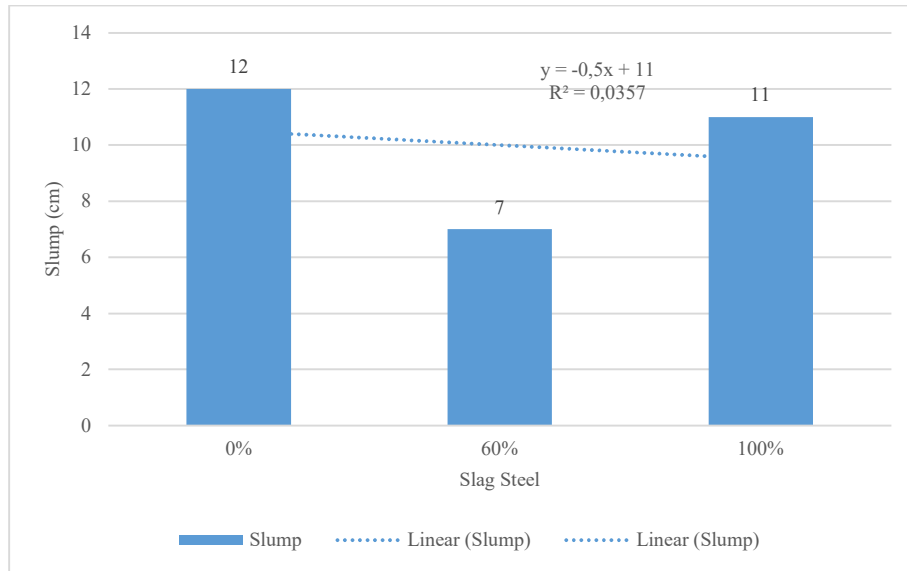
Campuran	Rata - Rata (Kg/m ³)		
	BTB 0%	BTB 60%	BTB 1000%
Beton 7 Hari	2421.23	2518.90	2576.01
Beton 14 Hari	2421.66	2486.84	2554.35
Beton 28 Hari	2428.24	2492.57	2557.11
Rata-Rata	2423.71	2499.43	2562.49

4.3 Pembahasan

Pada sub bab 4.3 tentang pembahasan data ini berisikan hasil uji slump, uji kuat tekan dan uji berat jenis dengan penggunaan campuran terak baja yang di variasikan sebagai berikut.

4.3.1. Analisis Uji Slump

Gambar 4.5 menampilkan hasil grafik pengujian slump pada ketiga jenis campuran beton dengan variasi terak baja yang berbeda.



Gambar 4. 5 Grafik Uji Slump Beton Campuran Terak Baja

Dari hasil pengamatan tersebut, terlihat bahwa nilai slump beton dipengaruhi oleh persentase terak baja. Pada beton dengan campuran terak baja 0% ke campuran terak baja 60% mengalami penurunan hingga 41.7%, lalu campuran terak baja 60% ke campuran terak baja seutuhnya atau 100% naik hingga 91.7% ke titik optimal pada beton campuran 0%. Nilai slump yang berkurang menunjukkan bahwa campuran terak baja mengurangi *workability* beton. Hal ini penting untuk diperhatikan dalam aplikasi praktis, karena *workability* yang rendah dapat mempengaruhi proses pengerjaan beton. Hal ini dapat dijelaskan pengaruh campuran terak baja pada beton campuran sangat berpengaruh kedalam tingkat kualitas beton, secara pengujian analisis agregat sudah mempunyai perbedaan dalam daya serap yang di terima. Daya serap agregat kasar 2,8% dan terak baja sebesar 3,3% serta menurut SNI 03-1996-2008 yang digunakan 3%. Selain itu, dari hasil pengamatan juga terlihat bahwa penggunaan terak baja 100% memiliki nilai slump yang menyentuh optimal.

Hubungan antara persentase campuran terak baja dan nilai slump beton dapat diestimasi menggunakan persamaan regresi linear, yang dapat dinyatakan sebagai berikut:

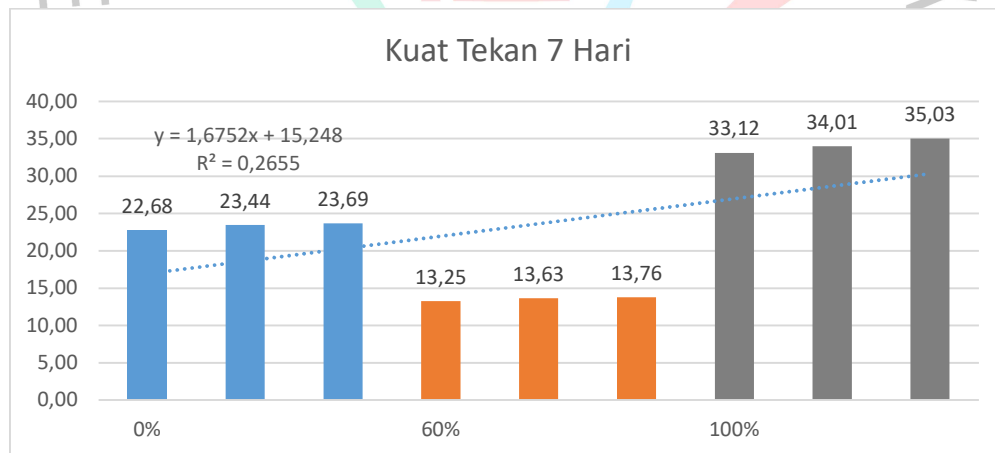
$$y = -0,5x + 0,0357 \dots\dots\dots(4.1)$$

Dalam persamaan tersebut, variabel y merupakan nilai slump beton dalam centimeter (cm), dan variabel x merupakan bilangan persentase campuran terak baja. Persamaan regresi linear ini memberikan gambaran tentang hubungan antara persentase campuran terak dengan nilai slump beton.

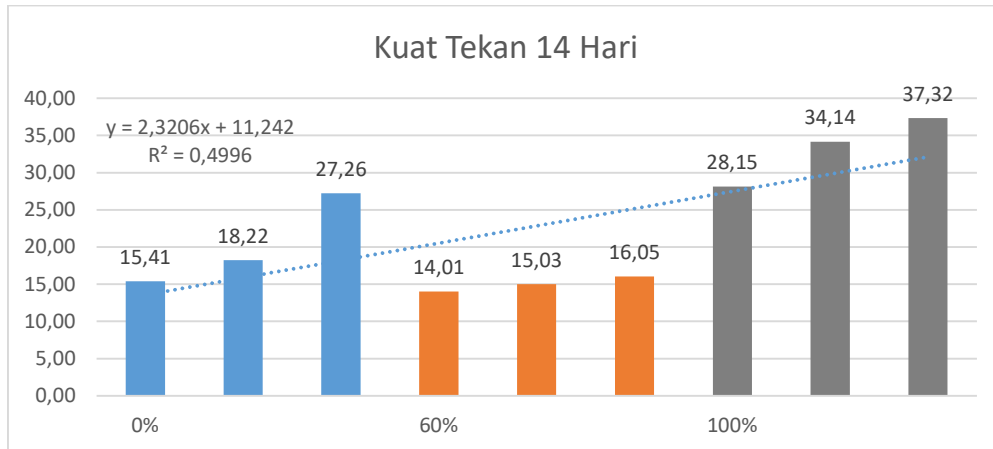
Hasil ini memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang pengaruh persentase campuran terak baja terhadap karakteristik slump beton campuran. Informasi ini dapat digunakan dalam penyesuaian proporsi bahan, perancangan campuran beton, dan pengendalian kualitas adukan beton dengan mempertimbangkan faktor persentase terak baja yang digunakan.

4.3.2. Analisis Uji Kuat Tekan

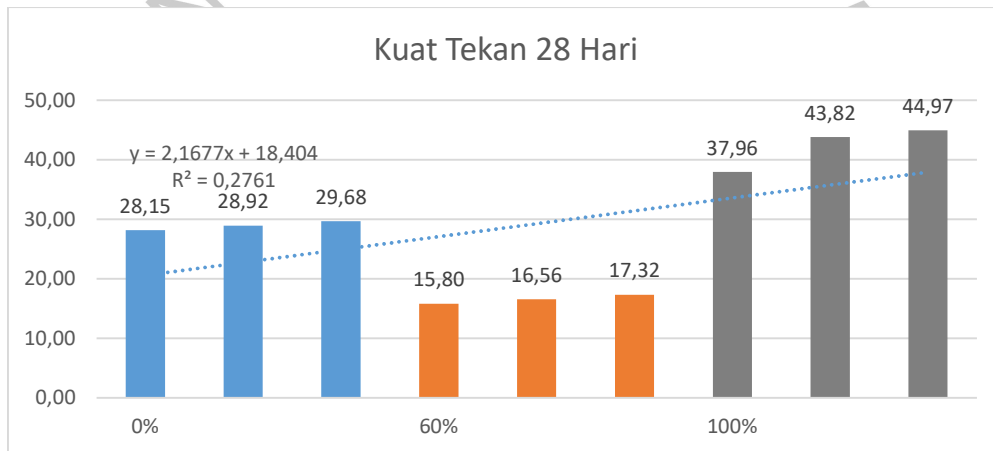
Pada uji kuat tekan, dilakukan pengujian untuk mengetahui kemampuan beton campuran dalam kekuatan ketahanan beton sesuai dengan f_{cr} yang sudah ditentukan yaitu 25 MPa pada umur 7, 14, dan 28 hari. Terak baja yang digunakan dalam campuran ini juga sudah melewati analisis seperti agregat kasar karena campuran terak baja sebagai pengganti agregat kasar. Dilakukan pengujian uji kuat tekan dan hasilnya dicatat dalam tabel rekapitulasi. Berikut grafik pada uji kuat tekan beton campuran terak baja.



Gambar 4. 6 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Terhadap Campuran Terak Baja diumur 7 Hari



Gambar 4. 7 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Terhadap Campuran Terak Baja diumur 14 Hari



Gambar 4. 8 Grafik Hasil Uji Kuat Tekan Terhadap Campuran Terak Baja diumur 28 Hari

Hasil Gambar 4.6, 4.7 dan 4.8 adalah hasil uji penelitian dari hasil kuat tekan beton dengan campuran terak baja tertentu. Gambar 4.9 adalah rata-rata pada hasil kuat tekan pada campuran terak baja yang meninjau umur hari beton.

Hubungan antara penambahan terak baja 0%,60%, dan 100% terhadap hasil kuat tekan pada beton normal di umur 7 hari.

$$y = 1,6752x + 15,248 \dots \dots \dots (4.2)$$

Hubungan antara penambahan terak baja 0%,60%, dan 100% terhadap hasil kuat tekan pada beton normal di umur 14 hari.

$$y = 2,3206x + 11,242 \dots \dots \dots (4.3)$$

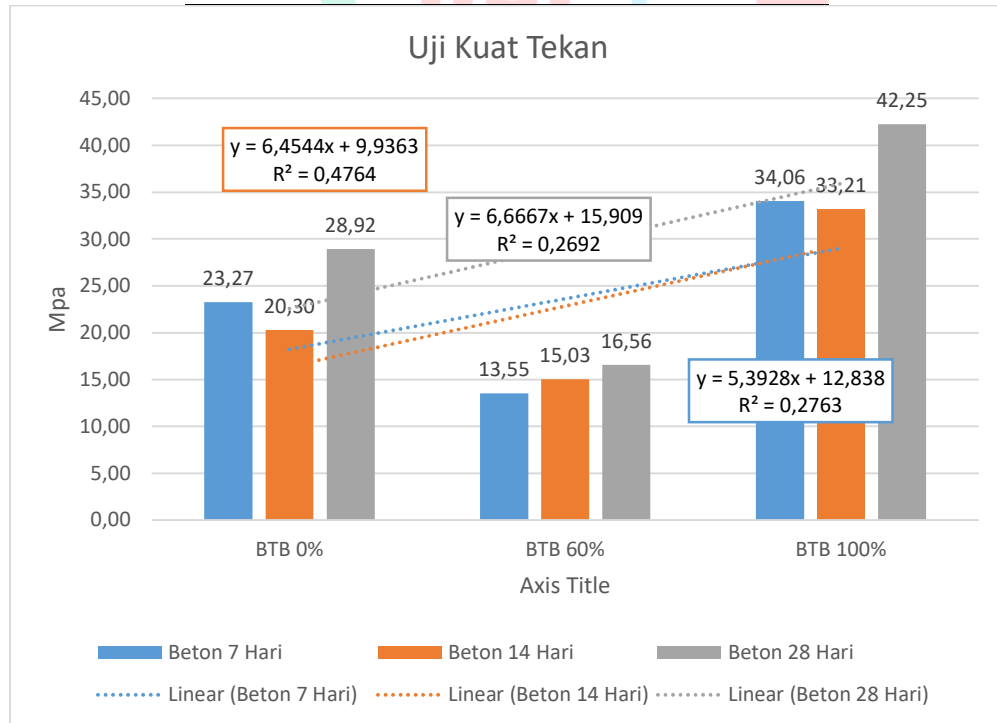
Hubungan antara penambahan terak baja 0%,60%, dan 100% terhadap hasil kuat tekan pada beton normal di umur 28 hari.

$$y = 2,1677x + 18,404 \dots \dots \dots (4.4)$$

Dalam persamaan tersebut, variabel y merupakan hasil kuat tekan beton dengan satuan MPa, dan variabel x merupakan bilangan persentase terak baja. Untuk warna biru mengartikan sebagai beton dengan campuran terak baja 0%, warna jingga sebagai campurann 60% dan warna abu-bau sebagai campuran terak baja 100%. Persamaan regresi linear ini memberikan gambaran tentang hubungan antara persentase terak dengan hasil kuat tekan beton diuji sesuai hari.

Tabel 4. 31 Hasil Uji Rekapulasi Kuat Tekan Beton Campuran Terak Baja

Campuran	Rata Rata (Mpa)		
	BTB 0%	BTB 60%	BTB 100%
Beton 7 Hari	23,27	13,55	34,06
Beton 14 Hari	20,30	15,03	33,21
Beton 28 Hari	28,92	16,56	42,25



Gambar 4. 9 Grafik rekapulasi uji kuat tekan

Dari gambar 4.9, dapat diamati bahwa kekuatan kuat tekan dengan benda uji campuran terak baja 0% mengalami penurunan sangat signifikan pada beton dengan campuran terak baja 60%. Peningkatan terak juga dapat dilihat dari hari masa pengujian pada 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Pada 7 hari keadaan BTB 0% ke BTB 60% menurun hingga 41,8%, lalu nilai kuat tekan meningkat pada campuran beton terak baja 100% yaitu kenaikan hingga 2,5 kali dari BTB 60%. Pada hasil pengujian dengan nilai kuat tekan beton optimal berada pada 100% pencampuran terak baja sejalan dengan hasil pengujian (Palimbu, 2019), serta (kurniawaty, 2006). Namun tidak dapat dipungkiri bahwa pada hasil pengujian (Ardana Dika Anggara, 2017) menyatakan bahwa nilai optimal berada pada variasi pencampuran 60% terak baja. Pada 14 hari mengalami juga penurunan hingga 36% pada BTB 0% menuju BTB 60% dan meningkat kembali pada beton campuran BTB 100% sebesar 2,2 kali BTB 60%. Pada 28 hari campuran terak yang mengganti agregat kasar (BTB 100%) sebagai komposisi beton normal mengalami keadaan yang sama seperti 7 dan 14 hari. Reaksi terjadi hingga 2,5x dari hasil kuat tekan BTB 60%. Selain itu, penambahan campuran terak baja memiliki nilai kuat tekan yang kecil sehingga dioptimalkan pada keadaan agregat kasar diganti dengan terak baja. Hal ini diungkapkan melalui persamaan 4.6, 4.7, dan 4.8.

Menurut penelitian (Vesti Triana Dewi, 2017), mengemukakan hasil pengujian menyatakan nilai kuat tekan pada beton normal (BTB 0%) memberikan kuat tekan yang besar dari f_c rencana. Dengan f_{cr} 30 MPa hasil yang ditest pada beton campuran 0% adalah 36,279 MPa dan untuk 10-40% campuran yang digunakan dalam beton campuran memiliki nilai yang lebih rendah dari beton campuran terak baja 0%.

Menurut (Ardana Dika Anggara, 2017), mengemukakan hasil yang berbanding terbalik dengan penelitian ini yaitu mendapatkan persentase yang optimal pada keadaan beton campuran terak baja 60% pada penelitian 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%. Nilai kuat tekan nya pada saat 28 hari adalah 18,29 MPa dengan f_{cr} 25 MPa tetapi tetap pada beton 0% memiliki nilai mutu yang tinggi hingga 19,04 MPa pada 28 hari. Pada beton campuran 100% pun berbanding terbalik dengan penelitian ini yaitu 11,12 MPa.

Menurut (Nurfadilah Said, 2021), meneliti tentang agregat kasar dan agregat halus pada mutu beton tinggi yaitu f_{cr} 50 MPa yang diganti dengan terak baja dengan persentase 0%, 50%, 100%. Pada pergantian agregat halus memiliki nilai yang tinggi pada komposisi 100% terak baja yaitu 57,08 Mpa. Sedangkan agregat kasar yang diganti memiliki nilai yang tinggi pada beton 0% yaitu 51,79 MPa dan semakin menurun pada komposisi 100% terak baja, ini pun menjadikan penelitian berbanding terbalik dengan penelitian ini.

Menurut (Baldo, 2011), beton campuran yang mengalami penurunan karena sifat kimia terak baja yang terdapat pada terak baja. Kandungan kimia dalam terak baja, seperti oksida logam, dapat berinteraksi dengan semen dalam beton dan mempengaruhi proses hidrasi semen. Hal ini bisa mengurangi kekuatan ikatan dalam beton dan mengurangi kuat tekan.

Menurut (Saand, 2013), Komposisi campuran yang tidak seragam antara agregat kasar dengan terak baja. mengakibatkan distribusi beban yang tidak merata saat pengujian kuat tekan. Ini dapat menghasilkan hasil yang lebih rendah pada beberapa campuran.

Menurut (Mufti Amir Sultan, 2018), Daya serap agregat kasar juga memengaruhi porositas beton. Agregat kasar yang berongga atau memiliki banyak pori akan mengakibatkan nilai porositas beton menjadi besar, karena rongga atau pori dari agregat kasar tersebut akan menyerap air yang berada di sekelilingnya. Oleh karena itu, daya serap agregat kasar dapat mempengaruhi besarnya persentase porositas pada beton.

Menurut (Nurul Afif, 2018) meneliti bagaimana porositas berpengaruh pada kuat tekan beton normal dengan meneliti campuran terak baja 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100% dengan hasil penggunaan campuran terak baja 60% memiliki nilai porositas yang tinggi. Porositas yang tinggi juga dapat meningkatkan jumlah ruang kosong dalam beton, mengurangi luas permukaan yang berkontribusi terhadap kuat tekan, mengurangi kepadatan dan kekuatan beton.

Penelitian (Palimbu, 2019), tentang beton dengan campuran terak baja ditinjau metode rendam menggunakan asam sulfat dan metode *water curing*. Penelitian ini menggunakan proporsi campuran 0%, 50%, dan 100% memperoleh

hasil kuat tekan maksimum pada campuran terak baja 100% dengan metode *water curing* adalah 31,58 Mpa. Metode rendam dengan menggunakan asam sulfat mendapatkan nilai kuat tekan sebesar 17,27 MPa. Untuk proporsi 0% hanya mendapatkan nilai kuat tekan 20.85 MPa dan 50% 26.70 MPa. Ini menggunakan f_c rencana 20 MPa.

Menurut penelitian (kurniawaty, 2006), tentang pencampuran terak baja sebagai pengganti kerikil pada pembuatan campuran beton dengan proporsi 0%, 20%,40%,60%, 80%, dan 100%. Penggunaan *mix design* dengan perbandingan semen, agregat halus, dan agregat kasar adalah 1 : 1,64 : 3,29 menghasilkan kuat tekan optimal pada campuran terak baja 100% sebesar 38,44 MPa. Penelitian ini menggunakan f_c rencana 30 MPa.

Hubungan antara penambahan terak baja pada umur 7 hari dan kuat tekan pada beton:

$$y = 5,3928x + 12,838 \dots\dots\dots (4.5)$$

Hubungan antara penambahan terak baja pada umur 14 hari dan kuat tekan pada beton:

$$y = 6,4544x + 9,9363 \dots\dots\dots (4.6)$$

Hubungan antara penambahan terak baja pada umur 28 hari dan kuat tekan pada beton:

$$y = 6,6667x + 15,909 \dots\dots\dots (4.7)$$

Dalam persamaan tersebut, variabel y merupakan nilai kuat tekan dalam MPa, dan variabel x merupakan bilangan persentase terak baja. Untuk warna biru mengartikan sebagai beton 7 hari, warna jingga sebagai beton 14 hari dan warna abu-bau sebagai beton 28 hari. Persamaan regresi linear ini memberikan gambaran tentang hubungan antara persentase terak dengan uji kuat tekan.

Adapun konversi yang dibahas pada PBI 1971 N.I.-2 ke SNI 03-2847-2002 tentang satuan dan benda uji beton dan dikuatkan oleh buku (A.M.Neville, 1923).

Tabel 4. 32 Tabel Konversi menurut PBI 1971 N.I-2

Ukuran Silinder		Kuat Tekan	Faktor
Diameter	Tinggi	(%)	Pengali

50	100	108	0.917
75	150	106	0.943
100	200	104	0.962
150	300	100	1.000
200	400	96	1.042

Penelitian ini menggunakan silinder 10x20cm maka nilai kuat tekan harus mengalikannya dengan faktor pengali yaitu 0,962. Berikut tabel 4.33 Adalah hasil setelah dikali faktor konversi. Konversi ini kedalam silinder 15x30cm yang dimana faktor pengalinya adalah 1.

Tabel 4. 33 Konversi Nilai Kuat Tekan Beton dengan Silinder 15x30cm

Campuran	Umur Beton	Rata Rata Nilai Kuat Tekan (MPa)	Konversi (Mpa)
0%	Beton 7 Hari	23.27	22.39
	Beton 14 Hari	20.30	19.53
	Beton 28 Hari	28.92	27.82
0,5 %	Beton 7 Hari	13.55	13.03
	Beton 14 Hari	15.03	14.46
	Beton 28 Hari	16.56	15.93
1,0 %	Beton 7 Hari	34.06	32.76
	Beton 14 Hari	33.21	31.94

Campuran	Umur Beton	Rata Rata Nilai Kuat Tekan (MPa)	Konversi (Mpa)
	Beton 28 Hari	42.25	40.65

Pada Tabel 4.33, Hasil yang dihitung adalah konversi silinder dengan diameter 100x200 mm ke 150x200 mm sesuai dengan PBI 1971 N.I.-2. Contoh perhitungannya sebagai berikut.

contoh pada beton 7 Hari dengan campuran terak baja 0%

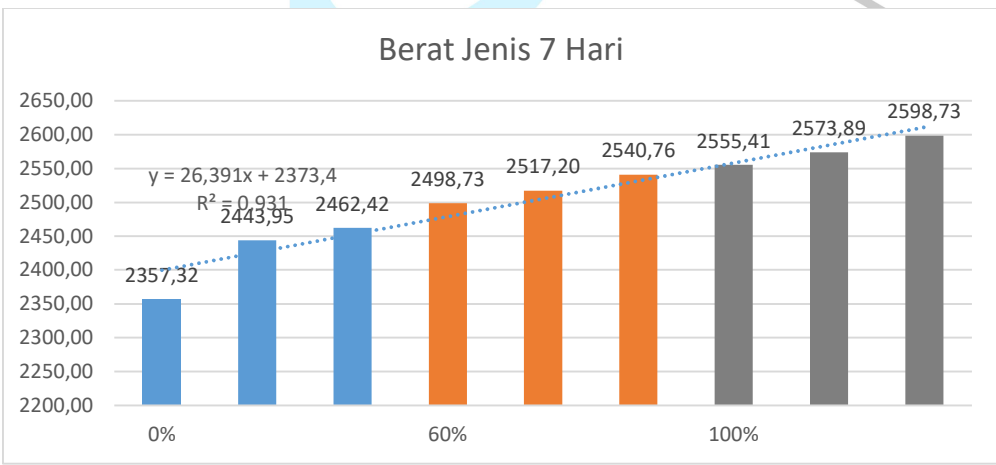
$$= \text{Nilai Kuat Tekan} \times 0,962 \dots\dots\dots(4.8)$$

$$= 23,27 \times 0,962$$

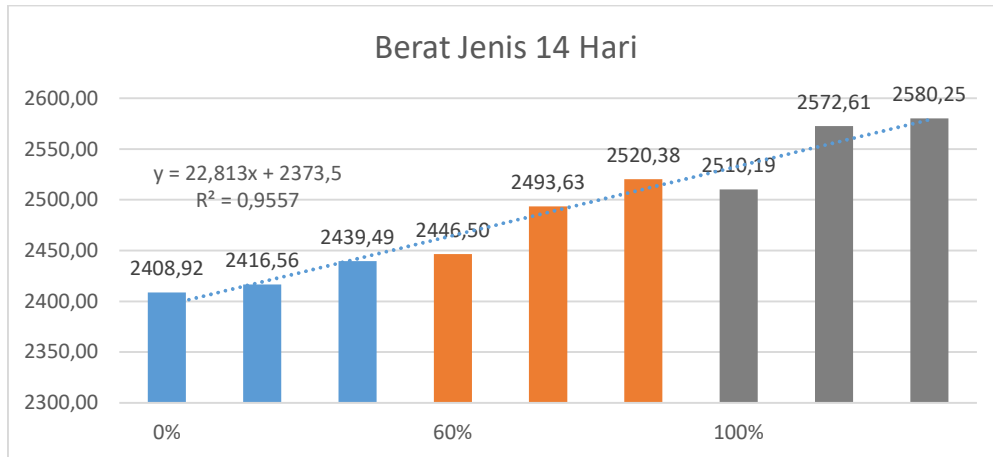
$$= 22,39 \text{ MPa}$$

4.3.3. Analisis Uji Berat Jenis

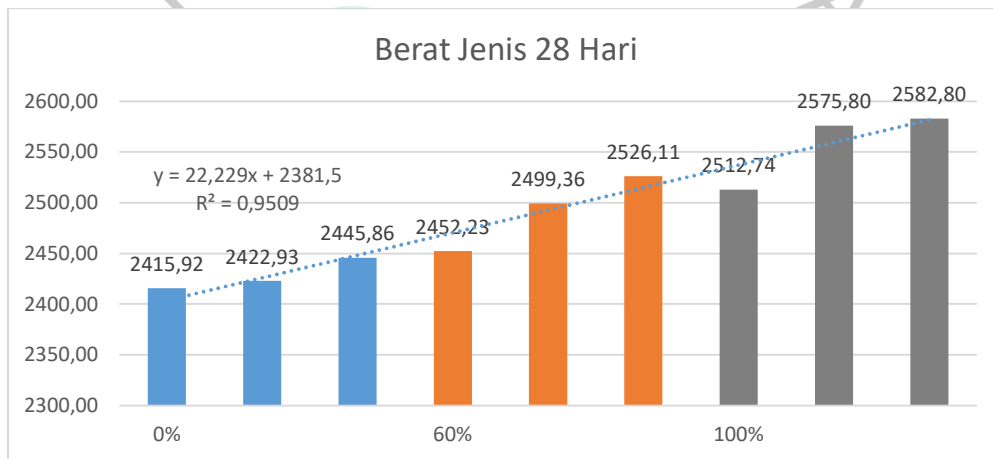
Pada penelitian ini dilakukan uji berat jenis pada campuran beton terak baja sebagai pengganti agregat kasar pada umur 7, 14, dan 28 hari. Uji berat jenis bertujuan untuk mengetahui karakteristik massa jenis dari beton campuran terak baja pada berbagai umur.



Gambar 4. 10 Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis pada Campuran Terak Baja di umur 7 hari



Gambar 4. 11 Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis pada Campuran Terak Baja di umur 14 hari



Gambar 4. 12 Grafik Hasil Pengujian Berat Jenis pada Campuran Terak Baja di umur 28 hari

Hasil Gambar 4.10, 4.11, dan 4.12 adalah hasil uji penelitian dari berat jenis beton dengan campuran terak baja tertentu. Gambar 4.13 adalah rata-rata pada hasil berat jenis pada campuran terak baja yang meninjau umur hari beton.

Hubungan antara penambahan terak baja 0%,60%, dan 100% terhadap berat jenis pada beton normal di umur 7 hari.

$$y = 26,391x + 2373,4 \dots\dots\dots (4.9)$$

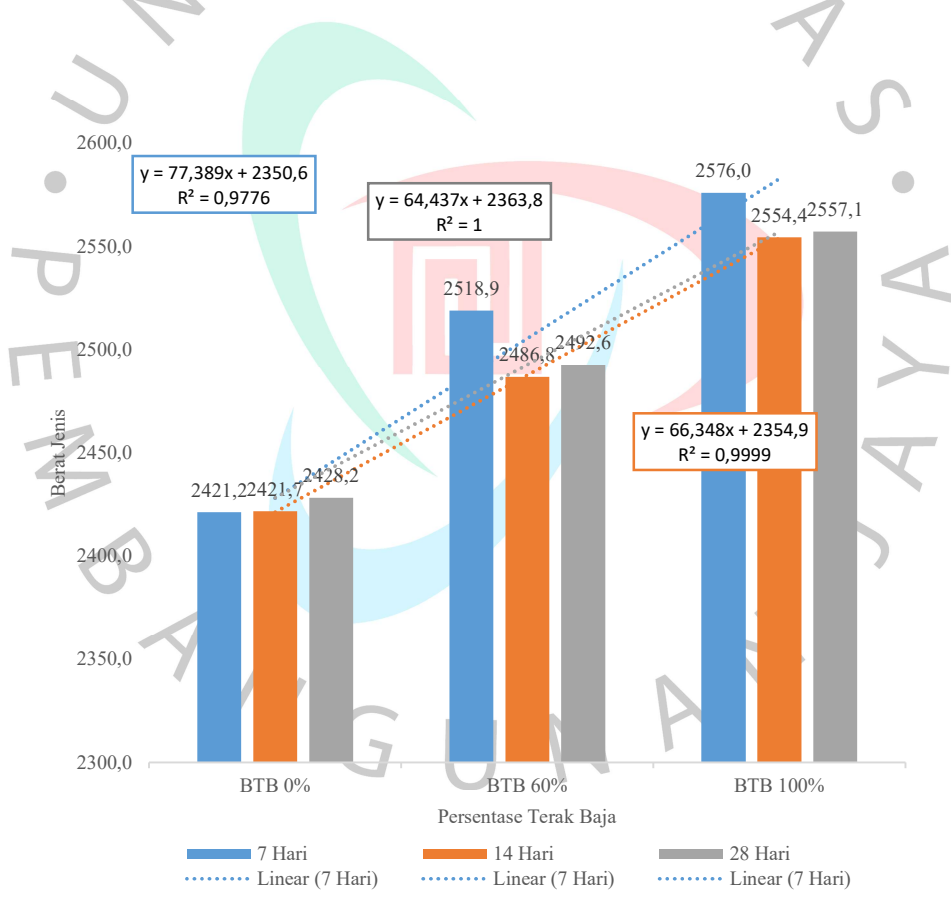
Hubungan antara penambahan terak baja 0%,60%, dan 100% terhadap berat jenis pada beton normal di umur 14 hari.

$$y = 22,813x + 2373,5 \dots\dots\dots (4.10)$$

Hubungan antara penambahan terak baja 0%,60%, dan 100% terhadap berat jenis pada beton normal di umur 28 hari.

$$y = 22,229x + 2381,5 \dots\dots\dots (4.11)$$

Dalam persamaan tersebut, variabel y merupakan nilai berat jenis dalam kg/m^3 , dan variabel x merupakan bilangan persentase terak baja. Untuk warna biru mengartikan sebagai beton dengan campuran terak baja 0%, warna jingga sebagai campurann 60% dan warna abu-bau sebagai campuran terak baja 100%. Persamaan regresi linear ini memberikan gambaran tentang hubungan antara persentase terak dengan nilai berat jenis diuji sesuai hari.



Gambar 4. 13 Grafik Rektulasi Berat Jenis Beton

Hubungan antara penambahan terak baja pada umur 7 hari dan rata-rata berat jenis pada beton pada harinya:

$$y = 77,389x + 2350,6 \dots\dots\dots(4.12)$$

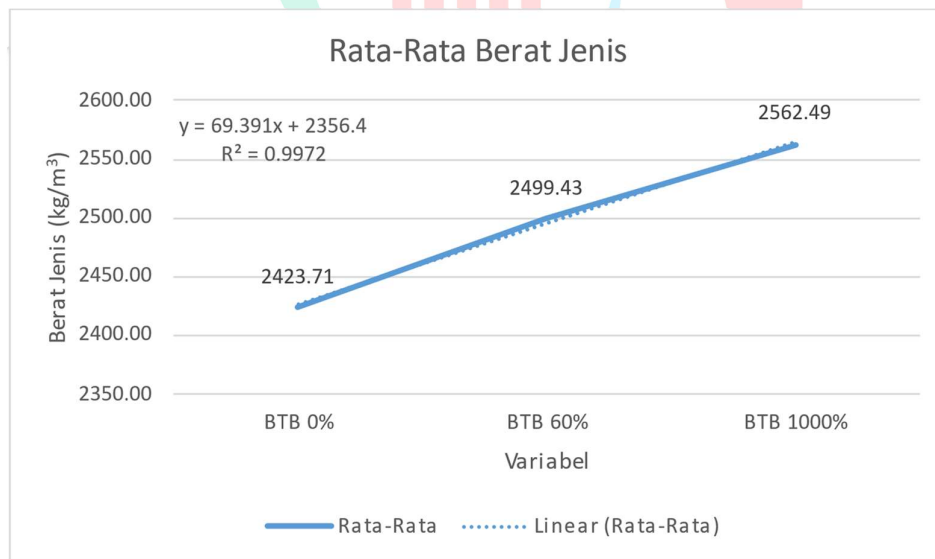
Hubungan antara penambahan terak baja pada umur 14 hari dan rata-rata berat jenis pada beton pada harinya:

$$y = 64,437x + 2363,8 \dots\dots\dots(4.13)$$

Hubungan antara penambahan terak baja pada umur 14 hari dan rata-rata berat jenis pada beton pada harinya:

$$y = 66,348x + 2354,9 \dots\dots\dots(4.14)$$

Dalam persamaan tersebut, variabel y merupakan nilai berat jenis dalam kg/m^3 , dan variabel x merupakan bilangan persentase terak baja. Untuk warna biru mengartikan sebagai beton 7 hari, warna jingga sebagai beton 14 hari dan warna abu-abu sebagai beton 28 hari. Persamaan regresi linear ini memberikan gambaran tentang hubungan antara persentase terak dengan uji kuat tekan.



Gambar 4. 14 Grafik Berat Jenis beton terhadap Campuran Terak Baja

(SNI-03-2847, 2002) menyatakan berat beton normal tipikal memiliki kepadatan (berat jenis) antara 2155 dan 2560 kg/m^3 , normalnya diambil nilai sebesar 2200 hingga 2400 kg/m^3 .

Dari tabel dan grafik tersebut, dapat dilihat bahwa berat jenis beton campuran terak baja mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya campuran terak baja. Kenaikan campuran BTB 60% ini hingga 1,03 % dari berat jenis BTB 0% dan 1,05% dari BTB 0%. Untuk berat jenis yang diteliti sudah memasuki standard SNI 2847 Tahun 2019. Hal ini diungkapkan melalui persamaan 4.15 sebagai berikut.

Hubungan antara penambahan terak baja terhadap berat jenis pada beton normal.

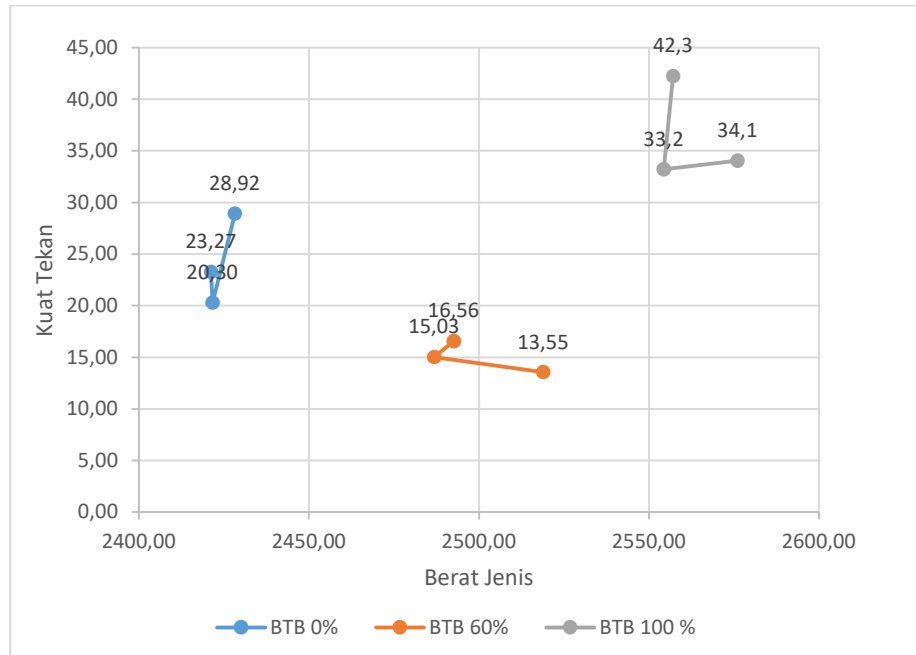
$$y = 69,391x + 2356,4..... \quad (4.15)$$

Dalam persamaan tersebut, variabel y merupakan nilai berat jenis dalam kg/m^3 , dan variabel x merupakan bilangan persentase terak baja. Persamaan regresi linear ini memberikan gambaran tentang hubungan antara persentase terak dengan nilai berat jenis.

Terdapat grafik perbandingan antara berat jenis dengan kuat tekan. Grafik dan Tabel 4.34 ini digunakan untuk melihat hubungan antara berat jenis beton campuran terak baja dengan kuat tekan yang dihasilkan.

Tabel 4. 34 Hasil perbandingan Kuat Tekan dan Berat Jenis terhadap Campuran Terak Baja

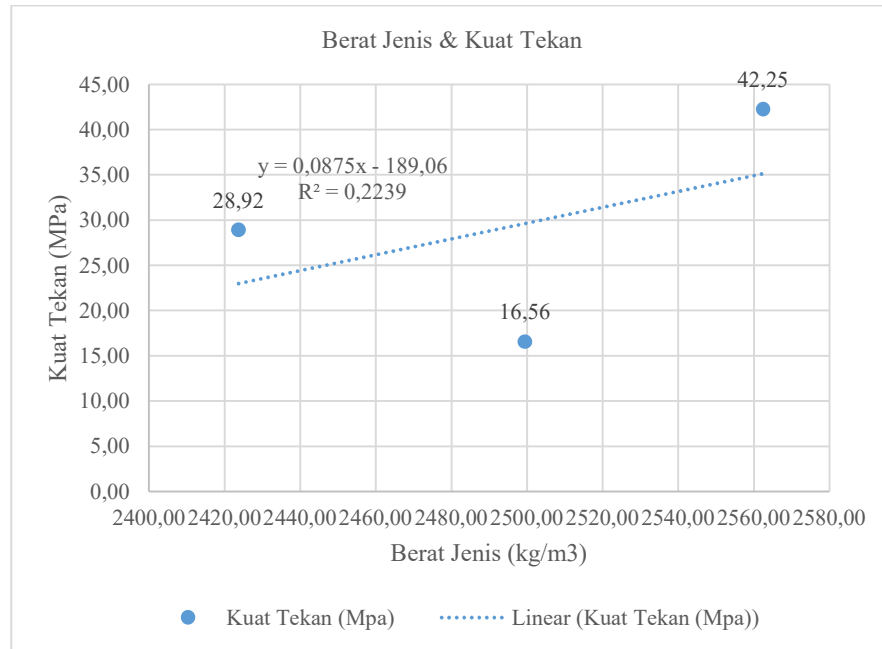
Campuran	7 Hari	14 Hari	28 Hari
BTB 0%	23.27	20.30	28.92
	2421.23	2421.66	2428.24
BTB 60%	13.55	15.03	16.56
	2518.90	2486.84	2492.57
BTB 100%	34.1	33.2	42.3
	2576.01	2554.35	2557.11



Gambar 4. 15 Grafik Perbandingan Kuat Tekan dan Berat jenis terhadap Campuran Terak Baja

Tabel 4. 35 Rekapitulasi Berat Jenis terhadap Kuat Tekan

Campuran	Rata - Rata		
	BTB 0%	BTB 60%	BTB 100%
Berat Jenis (kg/m ³)	2423.71	2499.43	2562.49
Kuat Tekan (Mpa)	28.92	16.56	42.25



Gambar 4. 16 Grafik Berat Jenis terhadap Kuat Tekan

Dari Gambar 4.16, dapat dilihat hubungan antara berat jenis beton campuran terak baja dengan campuran kuat tekan. Terlihat bahwa yang memenuhi kriteria dengan berat jenis sesuai SNI dan f_c rencana 25 MPa adalah BTB 0% dan BTB 100%. Pada penelitian diatas, didapatkan berat jenis pada beton campuran terak baja menghasilkan maksimal 2562,49 kg/m³ pada campuran terak baja 100%. Hal ini diungkapkan melalui persamaan 4.12 sebagai berikut.

Hubungan antara kuat tekan terhadap berat jenis pada beton normal.

$$y = 0,0204x + 43,729 \dots\dots\dots (4.16)$$

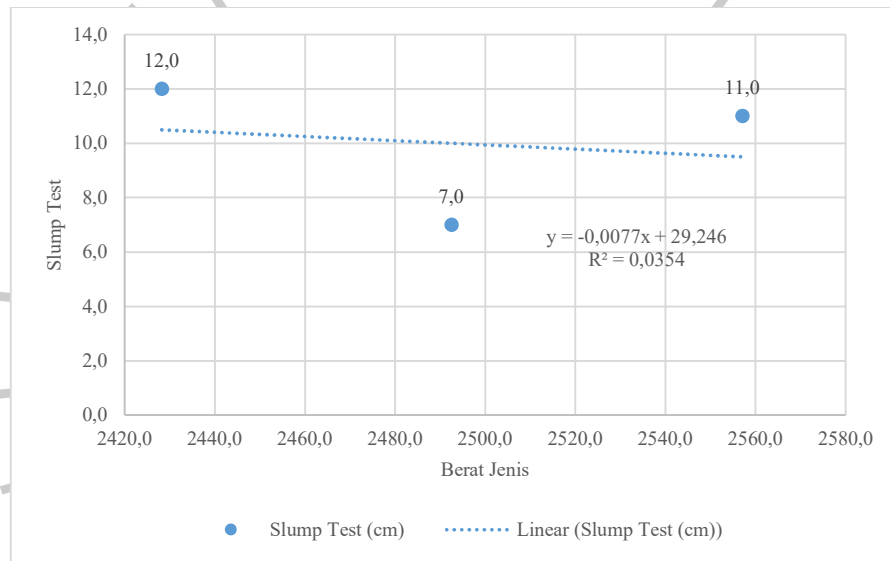
Dalam persamaan tersebut, variabel y merupakan nilai kuat tekan beton (MPa), dan variabel x merupakan berat jenis beton (kg/m³). Persamaan regresi linear ini memberikan gambaran tentang hubungan antara kuat tekan dengan berat jenis beton.

Menurut (Abundant, 2013), mengemukakan penelitian terak baja dengan persentase 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% menggunakan baja tulangan berdiameter 12 mm memiliki berat jenis yang beragam. Persentase terak optimal sebagai pengganti sebagian agregat kasar terhadap berat jenis beton didapat pada persentase 100% dengan hasil 2429,67 kg/m³.

Terdapat grafik perbandingan antara berat jenis dengan uji slump. Grafik 4.17 dan Tabel 4.36 ini digunakan untuk melihat hubungan antara berat jenis beton campuran terak baja dengan uji slump yang dihasilkan.

Tabel 4. 36 Rekapulasi Berat Jenis terhadap nilai Uji Slump

Campuran	Rata - Rata (Kg/m ³)		
	BTB 0%	BTB 60%	BTB 100%
Berat Jenis (kg/m ³)	2428.2	2492.6	2557.1
Slump Test (cm)	12.0	7.0	11.0



Gambar 4. 17 Grafik Berat Jenis terhadap Uji Slump

Berdasarkan grafik yang disajikan, terlihat bahwa nilai slump yang terendah pada BTB 60% yaitu pada 7 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pencampuran agregat kasar dan terak baja tidak efektif karena pada analisis terak baja sebagai pengganti agregat memiliki daya serap yang tidak memenuhi SNI. Grafik ini secara visual menggambarkan hubungan antara slump dan berat jenis dalam campuran beton terak baja. Hal ini diungkapkan melalui persamaan 4.17 sebagai berikut.

Hubungan antara uji slump terhadap berat jenis pada beton normal.

$$y = -0.0077x + 29.246 \dots\dots\dots (4.17)$$

Dalam persamaan tersebut, variabel y merupakan nilai uji slump beton (MPa), dan variabel x merupakan berat jenis beton (kg/m^3). Persamaan regresi linear ini memberikan gambaran tentang hubungan antara nilai slump dengan berat jenis beton. Persamaan tersebut menunjukkan bahwa pergantian campuran terak baja dalam campuran beton dapat mempengaruhi nilai slump. Persamaan linear tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan nilai slump berdasarkan berat jenis beton normal dengan terak baja.

