

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

5.1 Analisis Hasil Uji

5.1.1 Hasil Pemeriksaan Bahan/Material Penyusun Beton

a. Kandungan Lumpur Agregat Halus

Tabel 5.1 Data kandungan lumpur pasir Krasak

Uraian	Sampel 1	sampel 2	Rata-rata
Ukuran maks. Agregat (kering tungku, mm)	4,8	4,8	4,8
Berat agregat awal (W1), gram	500	500	500
Berat setelah dicuci (W2), gram	493	495	494
Berat yang lewat ayakan no. 200 (W3), gram	8,6	7,1	7,85
Berat yang lewat ayakan no. 200, persen (W3 / W1) x 100 %	1,72	1,42	1,57

Tabel 5.2 Data kandungan lumpur Slag

Uraian	Sampel 1	sampel 2	Rata-rata
Ukuran maks. Agregat (kering tungku, mm)	4,8	4,8	4,8
Berat agregat awal (W1), gram	500	500	500
Berat setelah dicuci (W2), gram	496	497	496,5
Berat yang lewat ayakan no. 200 (W3), gram	5,6	4	4,8
Berat yang lewat ayakan no. 200, persen (W3 / W1) x 100 %	1,12	0,8	0,96

Dari hasil pemeriksaan diketahui kandungan lumpur yang terkandung dalam pasir Krasak adalah 1,57% dan kandungan lumpur yang terkandung dalam *Slag* sebesar 0,96%. Kedua jenis pasir yang telah diperiksa memenuhi persyaratan menurut PUBI-1982 dengan kandungan Lumpur tidak melebihi 5% dari berat total agregat halus.

b. Analisa Saringan dan MHB Agregat Halus

Tabel 5.3 Data Modulus Halus Butir agregat halus pasir Krasak

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)		Berat tertinggal (%)		Berat tertinggal kumulatif (%)		Persen lolos kumulatif (%)	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Percobaan ke								
40								
20								
10	0	0	0	0	0	0	100	100
4,8	10,5	5,6	0,42	0,224	0,42	0,224	99,58	99,776
2,4	195	158,8	7,8	6,352	8,22	6,576	91,78	93,424
1,2	605,9	585,4	24,236	23,416	32,456	29,992	67,544	70,008
0,6	953,9	975,8	38,156	39,032	70,612	69,024	29,388	30,976
0,3	472,6	477,3	18,904	19,092	89,516	88,116	10,484	11,884
0,15	127,7	202,6	5,108	8,104	94,624	96,22	5,376	3,78
sisia	134,4	94,5	5,376	3,78	100	100	0	0
Jumlah	2500	2500	100	100	295,848	290,152		
Rata-rata	2500		100		293			
MODULUS HALUS BUTIR (MHB)					2,93			

Tabel 5.4 Data Data Modulus Halus Butir agregat halus *Slag*

Lubang ayakan (mm)	Berat tertinggal (gram)		Berat tertinggal (%)		Berat tertinggal kumulatif (%)		Persen lolos kumulatif (%)	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Percobaan ke								
40								
20								
10	0	0	0	0	0	0	100	100
4,8	25,7	23,5	1,028	0,94	1,028	0,94	98,972	99,06
2,4	156,2	158,8	6,248	6,352	7,276	7,292	92,724	92,708
1,2	702,9	705	28,116	28,2	35,392	35,492	64,608	64,508
0,6	1050,2	995,8	42,008	39,832	77,4	75,324	22,6	24,676
0,3	396,5	406,7	15,86	16,268	93,26	91,592	6,74	8,408
0,15	116,5	120,4	4,66	4,816	97,92	96,408	2,08	3,592
sisa	52	89,8	2,08	3,592	100	100	0	0
Jumlah	2500	2500	100	100	312,276	307,048		
Rata-rata	2500				309,662			
MODULUS HALUS BUTIR (MHB)					3,097			

Dari hasil pemeriksaan diketahui MHB pasir Krasak = 2,93 dan MHB Slag = 3,097.

c. Berat Jenis Agregat

Tabel 5.5 Data Berat Jenis dan Kadar Air agregat halus pasir Krasak

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	494	490	492
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	975	972	973,5
Berat piknometer berisi air, gram (B)	662,4	662,4	662,4
Berat jenis curah, gram/cm ³(1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,636	2,574	2,605
Berat jenis jenuh kering muka, gram/cm ³(2) $500 / (B + 500 - Bt)$	2,668	2,626	2,647
Berat jenis semu, gram/cm ³(3) $Bk / (B + Bk - Bt)$	2,723	2,716	2,719
Penyerapan air.....(4) $(500 - Bk) / Bk \times 100\%$	1,215	2,041	1,628

Tabel 5.6 Data Berat Jenis dan Kadar Air agregat halus *Slag*

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat pasir kering mutlak, gram (Bk)	488	490	489
Berat pasir kondisi jenuh kering muka, gram	500	500	500
Berat piknometer berisi pasir dan air, gram (Bt)	986	988,8	987,4
Berat piknometer berisi air, gram (B)	662,4	662,4	662,4
Berat jenis curah, gram/cm ³(1) $Bk / (B + 500 - Bt)$	2,7664	2,8226	2,7945
Berat jenis jenuh kering muka, gram/cm ³(2) $500 / (B + 500 - Bt)$	2,8345	2,8802	2,8573
Berat jenis semu, gram/cm ³(3) $Bk / (B + Bk - Bt)$	2,9684	2,9951	2,9817
Penyerapan air.....(4) $(500 - Bk) / Bk \times 100\%$	2,4590	2,0408	2,2499

Tabel 5.7 Data Berat Jenis dan Kadar Air agregat kasar

Uraian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat kerikil kering mutlak, gram (Bk)	4881	4909	4895
Berat kerikil kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)	5000	5000	5000
Berat kerikil dalam air, gram (Ba)	3027	3043	3035
Berat jenis curah, gram/cm ³(1) $Bk / (Bj - Ba)$	2,474	2,508	2,491
Berat jenis jenuh kering muka, gram/cm ³(2) $Bj / (Bj - Ba)$	2,534	2,559	2,545
Berat jenis semu, gram/cm ³(3) $Bk / (Bk - Ba)$	2,633	2,631	2,632
Penyerapan air.....(4) $(Bj - Bk) / Bk \times 100\%$	2,438	1,854	2,145

Dari hasil pemeriksaan berat jenis agregat diketahui :

- Berat Jenis pasir Krasak (*SSD*) = 2,647
- Berat Jenis pasir *Slag* (*SSD*) = 2,857
- Berat Jenis agregat kasar (*SSD*) = 2,545

d. Berat Isi Padat Satuan Agregat

Tabel 5.8 Data Berat Isi Padat Satuan pasir Krasak

Uraian	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat cetakan silinder (<i>W1</i>), gram	7005	7005
Berat cetakan silinder + Agregat (<i>W2</i>), gram	15871	15870
Volume Silinder $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	5301,4376	5301,4376
Berat isi padat Agregat $\frac{W2 - W1}{V}$	1,6724	1,6722
Berat isi padat Agregat Rata-Rata	1,6723	

Tabel 5.9 Data Berat Isi Padat Satuan pasir *Slag*

Uraian	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat cetakan silinder (<i>W1</i>), gram	7005	7005
Berat cetakan silinder + Agregat (<i>W2</i>), gram	16877	16878
Volume Silinder $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	5301,4376	5301,4376
Berat isi padat Agregat $\frac{W2 - W1}{V}$	1,8621	1,8623
Berat isi padat Agregat Rata-Rata	1,8622	

Tabel 5.10 Data Berat Isi Padat agregat kasar

Uraian	Benda Uji I	Benda Uji II
Berat cetakan silinder (W1a), gram	7005	7005
Berat cetakan silinder+Agregat (W2a), gram	15092	15088
Volume Silinder $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$	5301,4376	5301,4376
Berat isi padat Agregat $\frac{W2a - W1a}{V}$	1,5254	1,5247

Dari hasil pemeriksaan berat jenis agregat diketahui :

- Berat Isi Padat Satuan pasir Krasak = 1,672 gr/cm³
- Berat Isi Padat Satuan *Slag* = 1,862 gr/cm³
- Berat Isi Padat Satuan agregat kasar = 1,525 gr/cm³

e. **Kandungan Kimia *Slag***

Tabel 5.11 Data Analisa Unsur Kimia *Slag*

Unsur	Pasir <i>Slag</i>
Ni	0,12 – 0,22
Fe	15,7 – 18,9
Co	0,019 – 0,024
SiO ₂	43,4 – 53,9
S	0,18 – 0,25
Al ₂ O ₃	2,48 – 2,79
MgO	23,1 – 25,7

Dari data analisa unsur kimia slag diketahui bahwa slag mengandung SiO_2 (*silika*) yang tinggi yaitu sebesar 43,4% – 53,9%.

f. Nilai Slump

Hasil pengujian slump ditampilkan pada tabel 5.12 dibawah ini.

Tabel 5.12 Nilai Slump

VARIASI SUBSTITUSI	NILAI SLUMP (cm)
	PENGADUKAN 1
0 %	9,3
20 %	9,8
40 %	9,5
60 %	10,0
80 %	9,8
100 %	10,5

Nilai slump yang terjadi sesuai nilai slump rencana yang ditampilkan pada tabel 3.4 halaman 23 yaitu antara 25,4 mm – 101,6 mm.

5.1.2 Kuat Desak Beton

Analisis terhadap hasil uji kuat desak beton mengacu pada tujuan penelitian dengan menggunakan metode penelitian seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Analisis kuat desak dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat desak rata-rata dan kuat desak karakteristik beton pada tiap kelompok variasi yang diamati. Contoh hasil perhitungan disajikan dalam bentuk tabel seperti yang tertera dalam tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.13 Perhitungan kuat desak rata-rata beton variasi 0 %

	DIAMETER	TINGGI	LUAS	BERAT	BERAT/ VOLUME	BEBAN MAKS	KUAT TEKAN	$(f_{ci} - f_{cr})^2$
	cm	cm	mm ²	Kg	Kg/cm ³	KN	Mpa (N/mm ²)	Mpa (N/mm ²)
1	15,1050	30,0750	17919,7250	12,9000	0,002394	680,0000	37,9470	0,1978
2	15,0600	30,0600	17813,1131	12,8000	0,002390	690,0000	38,7355	0,1182
3	15,0200	30,1750	17718,6140	12,8500	0,002403	640,0000	36,1202	5,1600
4	15,1350	30,0950	17990,9763	12,8000	0,002364	670,0000	37,2409	1,3245
5	15,0400	30,1650	17765,8321	12,9000	0,002407	655,0000	36,8685	2,3203
6	15,0500	30,0100	17789,4648	12,8000	0,002398	710,0000	39,9113	2,3089
7	15,1500	30,0150	18026,6550	12,8000	0,002366	750,0000	41,6051	10,3253
8	15,1200	30,1400	17955,3330	12,9000	0,002384	690,0000	38,4287	0,0014
9	15,0400	30,1600	17765,8321	12,9000	0,002408	650,0000	36,5871	3,2569
10	15,0500	30,1050	17789,4648	12,8000	0,002390	720,0000	40,4734	4,3332
			17853,5010	12,8450	0,002390	685,5000	38,3918	29,3462

Kuat tekan rerata dihitung dengan rumus :

$$f_{cr} = \frac{\sum_{i=1}^n f_{ci}}{n}$$

$$f_{cr} = 383,9176 / 10 = 38,3918 \text{ Mpa}$$

Standar Deviasi dihitung dengan rumus :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (f_{ci} - f_{cr})^2}{n-1}}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{29,3462}{(10-1)}}$$

$$= 1,8057$$

$$f_c = f_{cr} - 1,64 \cdot Sd$$

$$= 38,3918 - (1,64 \cdot 1,8057) = 35,4304 \text{ Mpa}$$

Dengan cara yang sama hasil perhitungan untuk seluruh variasi substitusi ditampilkan pada Tabel 5.14 dan perhitungan secara lengkap dapat dilihat pada lampiran B.

Tabel 5.14 Hasil uji kuat desak beton

Variasi Substitusi	Sd	f _{cr}	f _c	Peningkatan Kuat Tekan (%)	Selisih Peningkatan (%)
0 %	1,8057	38,3918	35,4304	100	
20 %	1,7240	38,9416	36,1143	101,9303	1,9303
40 %	1,7322	40,1658	37,3250	105,3474	3,4171
60 %	1,3362	41,6496	39,4582	111,3682	6,0208
80 %	1,4834	42,5630	40,1302	113,2649	1,8967
100 %	1,6110	43,1699	40,5279	114,3874	1,1225

Berdasarkan perolehan data kuat tekan rerata benda uji dari masing-masing kelompok variasi substitusi kemudian dianalisis menggunakan metode regresi yang dapat menggambarkan kurva hubungan antara variabel variasi (X) dan variabel kuat tekan karakteristik (Y). Kurva hasil regresi dapat berbentuk garis lurus (*regresi berpangkat satu*) dan lengkung (*regresi berpangkat dua*). Pemilihan persamaan regresi terbaik didasarkan atas nilai koefisien korelasi (*r*) dari masing-masing persamaan regresi. Nilai *r* yang terbesar adalah yang terbaik.

Data yang digunakan sebagai variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y) untuk perhitungan regresi dapat dilihat pada Tabel 5.15, perhitungan awal untuk mendapatkan persamaan regresi kurva ditampilkan pada tabel 5.16

Tabel 5.15 Data variabel X dan variabel Y

Variasi Substitusi (%) (Variabel X)	0	20	40	60	80	100
f _{cr} (Mpa) (Variabel Y)	38,3918	38,9416	40,1658	41,6496	42,5630	43,1699

Tabel 5.16 Hasil perhitungan numerik pada regresi linear.

No	xi	yi	xi.yi	xi ²	yj	(yi-yr) ²	(yi-yj) ²
1	0	38,3918	0	0	38,2252	5,8652	0,0278
2	20	38,9416	778,8320	400	39,2605	3,5044	0,1017
3	40	40,1658	1606,6320	1600	40,2959	0,4197	0,0169
4	60	41,6496	2498,9760	3600	41,3313	0,6989	0,1013
5	80	42,5630	3405,0400	6400	42,3667	3,0603	0,0385
6	100	43,1699	4316,9900	10000	43,4021	5,5521	0,0539
JUMLAH	300	244,8817	12606,4700	22000		19,1006	0,3402

Bentuk persamaan regresi

$$y_j = a + bx$$

$$b = \frac{n \sum xi.yi - \sum xi \sum yi}{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}$$

$$b = \frac{(6 * 12606,4700) - (300 * 244,8817)}{(6 * 22000) - (22000)^2}$$

$$b = 0,051769$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

$$\begin{aligned}\bar{y} &= \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \\ &= 244,8817 / 6 \\ &= 40,81362\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \\ &= 300 / 6 \\ &= 50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}a &= 40,81362 - (0,051769 * 50) \\ &= 38,22515\end{aligned}$$

Sehingga bentuk persamaan garis regresi yang diperoleh adalah

$$y_j = 38,22515 + 0,051769x$$

Derajat kesesuaian dari persamaan garis regresi linear diperoleh melalui nilai koefisien korelasi (r)

$$r = \sqrt{\frac{Dt^2 - D^2}{Dt^2}}$$

$$Dt^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

$$Dt^2 = 19,1006$$

$$D^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - bx)^2$$

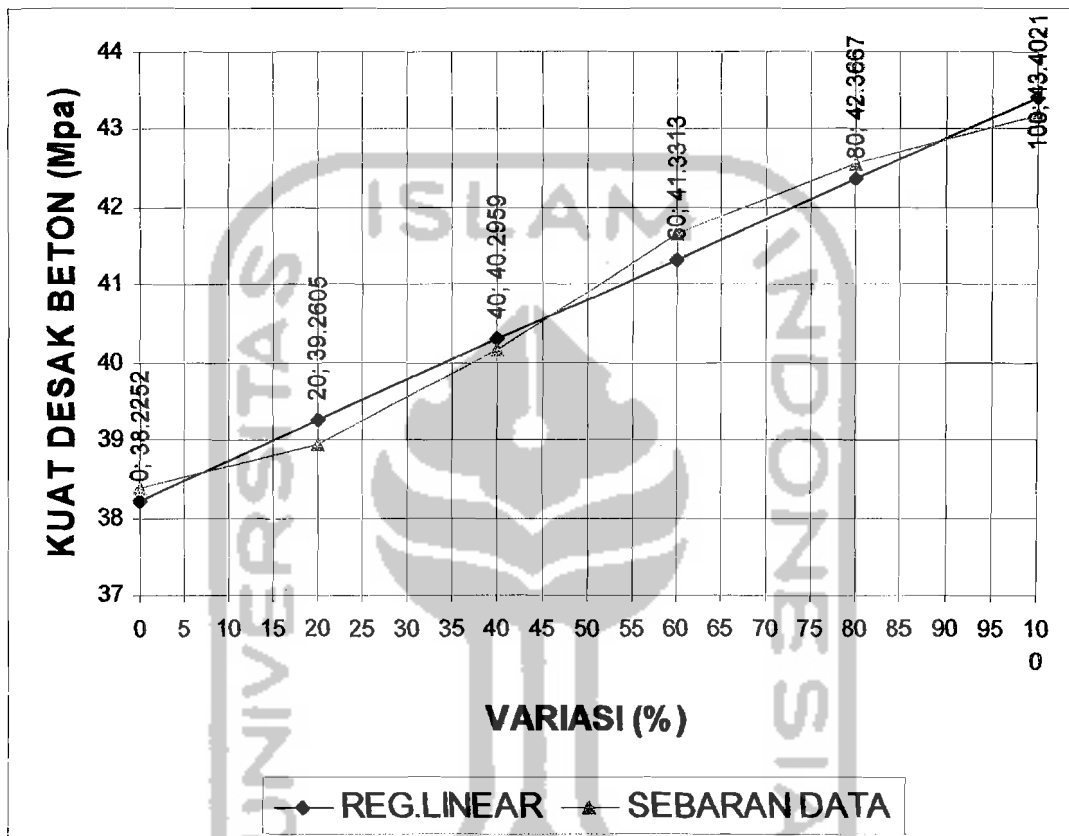
$$D^2 = 0,3402$$

$$r = \sqrt{[(19,1006 - 0,3402) / 19,1006]}$$

$$= 0,991055 = 99,1055 \%$$

Dari persamaan kurva regresi linear dapat digambarkan kurva hubungan dalam bentuk grafik sebagaimana terlihat pada gambar 5.1.

Gambar 5.1 Grafik hasil regresi linear hubungan kuat desak beton dan variasi substitusi



Untuk regresi berpangkat dua digunakan regresi *polinomial* orde dua. Data awal perhitungan regresi yang digunakan sebagai variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y) sama dengan data awal pada perhitungan regresi linear sebelumnya yaitu pada tabel 5.15. Hasil perhitungan numerik untuk regresi *polinomial* orde dua ini dapat dilihat pada tabel 5.17 berikut.

Tabel 5.17 Hasil perhitungan numerik pada regresi *polinomial* orde dua.

No	x_i	y_i	x_i^2	x_i^3	x_i^4	$x_i \cdot y_i$	$x_i^2 \cdot y_i$
1	0	38,3918	0	0	0	0	0
2	20	38,9416	400	8000	160000	778,832	15576,640
3	40	40,1658	1600	64000	2560000	1606,632	64265,280
4	60	41,6496	3600	216000	12960000	2498,976	149938,560
5	80	42,5630	6400	512000	40960000	3405,040	272403,200
6	100	43,1699	10000	1000000	100000000	4316,990	431699,000
JUMLAH	300	244,8817	22000	1800000	156640000	12606,470	933882,680

Hasil perhitungan pada tabel diatas kemudian dimasukkan kedalam sistem persamaan berikut

$$\begin{aligned}
 6 a_0 &+ 300 a_1 + 22000 a_2 = 244,8817 \\
 300 a_0 &+ 22000 a_1 + 1800000 a_2 = 12606,470 \\
 22000 a_0 &+ 1800000 a_1 + 156640000 a_2 = 933882,680
 \end{aligned}$$

Penyelesaian dari persamaan diatas diperoleh

$$\begin{aligned}
 a_0 &= 38,16815 \\
 a_1 &= 0,056045 \\
 a_2 &= -0,0000427544642857067
 \end{aligned}$$

sehingga diperoleh persamaan kurva *polinomial* orde dua yaitu

$$\begin{aligned}
 y_j &= a_0 + a_1 x + a_2 x^2 \\
 y_j &= 38,16815 + 0,056045 x - 0,00004275446 x^2
 \end{aligned}$$

Dari persamaan kurva *polinomial* diatas, dapat dicari koefisien korelasi (r) melalui hasil perhitungan yang telah ditabelkan berikut ini

Tabel 5.18 Perhitungan koefisien korelasi (r)

x_i	y_i	$(y_i - \bar{y})^2$	y_j	$(y_i - y_j)^2$
0	38,3918	5,8651960	38,16815	0,0500209
20	38,9416	3,5044464	39,27194	0,1091240
40	40,1658	0,4196664	40,34153	0,0308805
60	41,6496	0,6988681	41,37691	0,0743575
80	42,5630	3,0603420	42,37810	0,0341893
100	43,1699	5,5520711	43,34508	0,0306863
\bar{y}	40,8136	19,1005901		0,3292586

$$r = \sqrt{\frac{Dt^2 - D^2}{Dt^2}} = \sqrt{\frac{19,1005901 - 0,3292586}{19,1005901}}$$

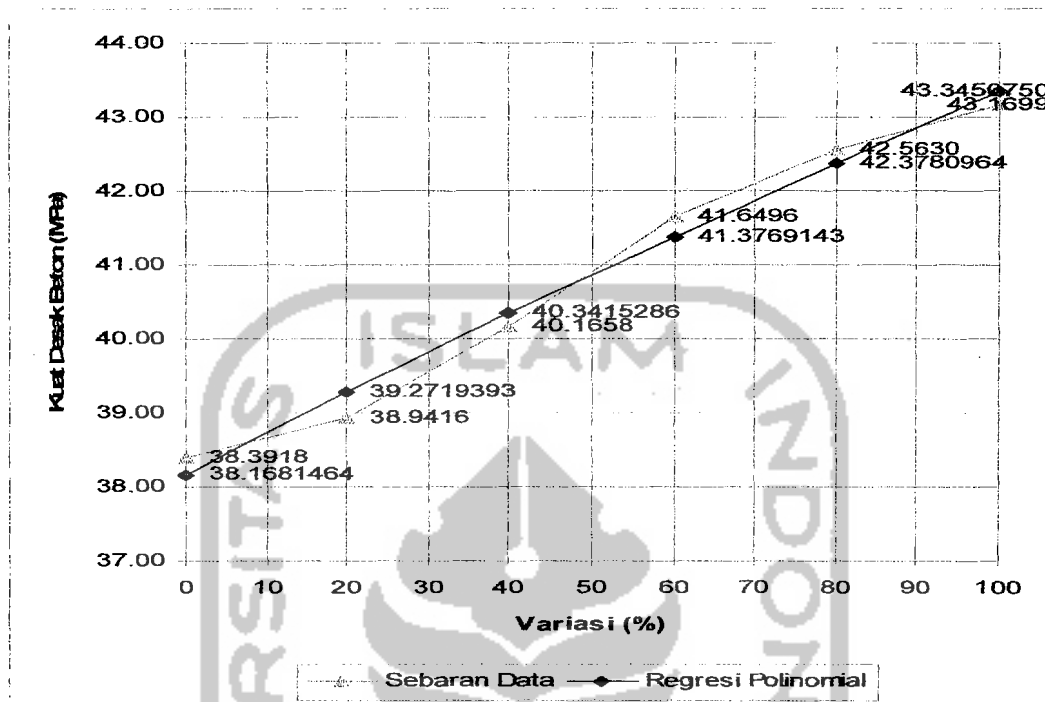
$$r = 0,99134346$$

$$= 99,134346 \%$$

$$Dt^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = 19,1005901$$

$$D^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - y_j)^2 = 0,3292586$$

Gambar 5.2 Grafik hasil regresi *polinomial* orde dua hubungan kuat desak beton dan variasi substitusi



Berdasarkan atas nilai koefisien korelasi (r) tertinggi antara kedua persamaan regresi kemudian ditentukan kurva regresi *polinomial* orde dua sebagai kurva hubungan yang dipakai.

5.1.3 Berat Volume Beton

Nilai Berat Volume Beton rerata hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel

5.19 dibawah ini.

Tabel 5.19 Nilai Berat Volume Beton rerata

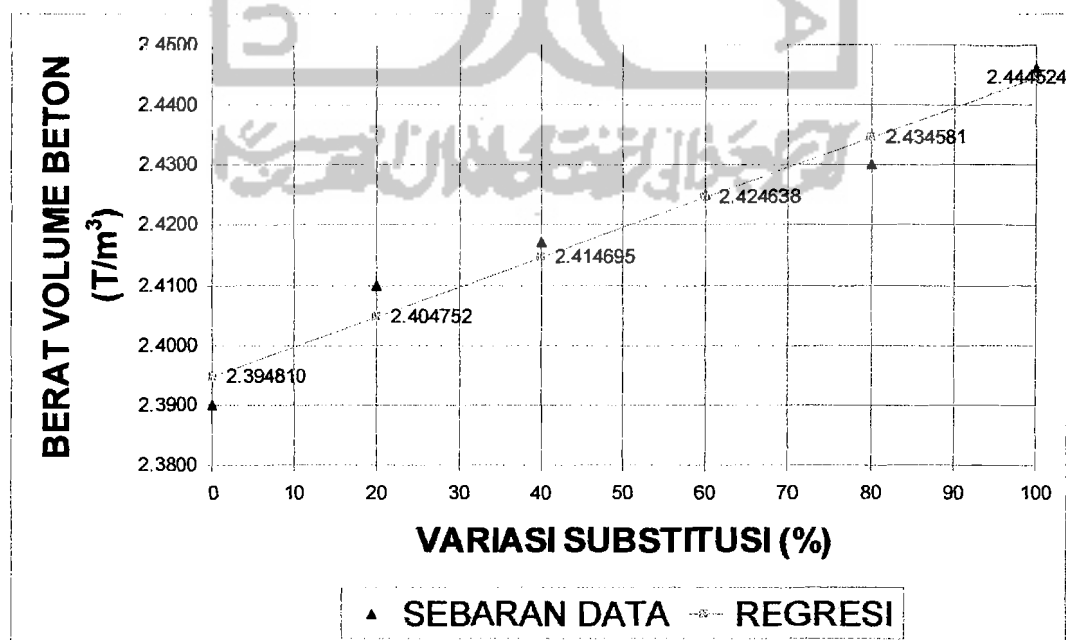
Variasi Substitusi (%)	0	20	40	60	80	100
Berat Volume Beton (T/m ³)	2,390	2,410	2,417	2,425	2,430	2,446

Tabel 5.20 Hasil perhitungan numerik regresi *linear* Berat Volume Beton

no	xi	yi	xi.yi	xi ²	yj	(yi-yr) ²	(yi-yj) ²
1	0	2,390000	0	0	2,394810	0,0008801111111	0,000023131519
2	20	2,410000	48,2000	400	2,404752	0,0000934444444	0,000027537506
3	40	2,417000	96,6800	1600	2,414695	0,0000071111111	0,000005311927
4	60	2,425000	145,5000	3600	2,424638	0,0000284444444	0,000000130975
5	80	2,430000	194,4000	6400	2,434581	0,0001067777778	0,000020985125
6	100	2,446000	244,6000	10000	2,444524	0,0006934444444	0,000002179138
	300	14,51800	729,3800	22000		0,0018093333333	0,000079276190

Dengan cara yang sama kemudian diperoleh kurva hasil regresi linear yang ditampilkan pada gambar 5.3. Kurva ini menunjukkan hubungan antara variasi substitusi dan nilai berat volume beton. Nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,9778

Gambar 5.3 Grafik hasil regresi linear hubungan variasi substitusi (%) dan Berat Volume Beton



5.2 Pembahasan

5.2.1 Kuat Tekan beton

a. Kandungan Silika dan Alumina pada agregat halus

Dari hasil analisis terlihat bahwa kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya jumlah kandungan slag pada campuran beton. Peningkatan kuat tekan beton ini merupakan salah satu pengaruh dari substitusi agregat halus menggunakan limbah nikel (*Slag*) pada campuran beton terhadap kuat desak beton.

Faktor yang mempengaruhi peningkatan kuat desak beton pada benda uji yang menggunakan substitusi agregat halus *Slag* adalah adanya kandungan SiO_2 dan Al_2O_3 pada *Slag* yaitu masing-masing berkisar antara 43,4% hingga 53,9% dan 2,48% hingga 2,79%.

Unsur-unsur ini tidak bersifat seperti semen, namun dalam bentuknya yang halus jika dicampur dengan kapur padam aktif dan air pada suhu kamar akan mengeras dalam beberapa waktu, sehingga membentuk massa padat dan sukar larut dalam air.

SiO_2 dan Al_2O_3 bereaksi dengan hasil sampingan hidrasi semen Ca(OH)_2 menjadi senyawa $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$ dan C_3AH_6 . Sebagian besar hasil hidrasi semen tersebut terhidrasi ulang dan membentuk senyawa-senyawa $\text{C}_3\text{S}_2\text{H}_3$ dan C_3AH_6 . Unsur-unsur ini kemudian mengisi pori yang masih kosong pada beton lalu mengeras sehingga beton semakin padat sehingga kekuatan beton meningkat.

b. Analisa Saringan dan Modulus Halus Butir agregat

Telah diketahui bahwa Modulus Halus Butir (*MHB*) adalah suatu indeks yang dipakai sebagai ukuran kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat. Semakin besar nilai *MHB* menunjukkan semakin besar ukuran butir-butir agregatnya.

Tabel 5.21 Hasil analisa saringan dan Standar gradasi

Lubang (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan							
	Jenis Agregat Halus							
	P.Krasak		P.Slag		Kasar	Agak Kasar	Agak Halus	Halus
10	100	100	100	100	100	100	100	100
4,8	99,58	99,776	98,972	99,06	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	91,78	93,424	92,724	92,708	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	67,544	70,008	64,608	64,508	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	29,388	30,976	22,6	24,676	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	10,484	11,884	6,74	8,408	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	5,376	3,78	2,08	3,592	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15
	MHB = 2,930		MHB = 3,097					

Melalui analisa saringan diketahui bahwa pasir Krasak dan pasir *Slag* termasuk jenis pasir kasar. Dari nilai *MIIB* agregat halus menunjukkan bahwa pasir *Slag* lebih kasar dari pasir Krasak. Butir-butir pasir ini bersama pasta semen dengan pemadatan yang cukup mengisi seluruh ruang diantara butiran agregat yang lebih besar sehingga mengurangi pori pada beton. Beton yang padat memiliki kadar pori yang kecil dan kuat tekan yang tinggi.

c. Nilai *Slump* dan Faktor Air-Semen

Dari hasil pengamatan dan pengujian *slump* (tabel 5.12 hal 60) tidak terlihat adanya perbedaan yang mencolok pada nilai *slump* masing-masing variasi. Hasil pemeriksaan penyerapan air agregat halus kedua jenis pasir diketahui terdapat selisih nilai sekitar 0,6 %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.22 Penyerapan air oleh agregat halus.

No	Variasi (%)	Jumlah Pasir Krasak (kg)	Jumlah Pasir Slag (kg)	Penyerapan air Oleh agregat halus (kg)	Selisih Penyerapan (kg)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	0	46,6900	0,0000	0,7601	
2	20	37,3520	10,0800	0,8349	0,0747
3	40	28,0140	20,1590	0,9096	0,0747
4	60	18,6760	30,2390	0,9844	0,0747
5	80	9,3380	40,3190	1,0592	0,0747
6	100	0,0000	50,3980	1,1339	0,0747

Persamaan yang digunakan adalah :

$$(4) = [(2).(1,628/100)] + [(3).(2,249/100)]$$

$$(5) = (4)_i - (4)_{i-1}$$

Penyerapan air oleh agregat halus diatas didasarkan pada hasil pemeriksaan laboratorium yaitu untuk pasir Krasak sebesar 1,628% dan Slag sebesar 2,249%. Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa terjadi penyerapan air oleh agregat halus dengan selisih sebesar 0,0747 kg per variasi tiap adukan beton.

Selisih jumlah air yang diserap agregat walaupun dalam jumlah yang kecil seharusnya menyebabkan terjadinya perbedaan nilai *slump* pada adukan beton, tetapi pada pelaksanaan tidak terjadi. Hal ini disebabkan oleh kesalahan dalam penakaran dan penuangan air untuk masing-masing variasi adukan beton. Namun karena nilai *slump* yang terjadi masih dalam batas-batas rencana maka nilai FAS pun tidak banyak terpengaruh oleh penyerapan air ini sehingga kuat tekan beton yang terjadi tetap tinggi.

d. Workability

Tingkat kemudahan dalam pengerjaan beton (*workability*) pada penelitian ini direpresentasikan melalui nilai *slump* yang terjadi pada masing-masing variasi. Tercatat bahwa nilai *slump* yang terjadi masih dalam batas yang telah direncanakan sehingga beton dapat dikerjakan. Tidak terjadi gangguan dalam proses pengerjaannya, terutama pada saat penuangan dan pemadatan adukan. Proses pemadatan dilakukan sesuai rencana agar diperoleh beton dengan kepadatan optimum. Kepadatan yang optimum pada beton dapat menghasilkan kuat tekan maksimum.

5.2.2 Berat volume beton

Dari hasil pengamatan dan penghitungan dapat diketahui bahwa berat volume beton bertambah seiring dengan bertambahnya persentase penggunaan *Slag* pada campuran beton. Peningkatan nilai berat volume beton ini dipengaruhi oleh nilai berat jenis *Slag* yang lebih tinggi dari pasir Krasak. Persentase peningkatan tertinggi dialami oleh kelompok benda uji beton pada variasi substitusi *Slag* 100% dengan nilai berat volume beton sebesar 2,446 Ton/m³

5.2.3 Jumlah Optimum Penggunaan Slag

Dari nilai kuat tekan karakteristik beton pada masing-masing kelompok variasi (*tabel 5.14 hal 62*) dapat diketahui selisih perbedaan nilai kuat tekannya. Selisih ini dinyatakan dalam persen (%). Nilai selisih peningkatan kuat tekan beton tertinggi dialami oleh variasi 60% *Slag* – 40% pasir Krasak, sehingga variasi ini menjadi jumlah penggunaan *Slag* optimum.