

Uji Banding Antar Laboratorium dan Analisis Uji Kuat Tekan Beton Silinder sebagai Pengendalian Mutu Laboratorium sesuai ISO 17025:2017

Andika Pangestu Saputra^{1,*}, Eksi Widyananto², Eko Riyanto³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo^{1,2,3}

Email: masdikak@yahoo.com

Abstrak. Berdasarkan Peraturan Presiden nomor 79 tahun 2019 terdapat 3 fokus wilayah pembangunan ekonomi utama di antaranya (Purwomanggung) yang meliputi daerah Purworejo, Wonosobo, Magelang dan Temanggung. Pembangunan infrastruktur pendukung harus memenuhi spesifikasi mutu tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis mutu dan kompetensi laboratorium. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif melalui kegiatan uji banding antar laboratorium/*interlaboratory comparison*. Peserta uji banding antar laboratorium berasal dari Provinsi Jawa Tengah sebanyak 7 peserta, Provinsi Yogyakarta sebanyak 3 peserta, dan Provinsi Jawa Timur sebanyak 1 peserta. Benda uji yang digunakan adalah beton normal dengan $f'c$ rencana 15 MPa. Hasil akhir digunakan metode *Z-score* untuk menentukan evaluasi dan kinerja dari laboratorium peserta. Hasil pengujian peserta uji banding mendapatkan nilai kuat tekan rata-rata 16.7792 MPa. Hasil analisis data menunjukkan bahwa homogenitas dan stabilitas benda uji memenuhi persyaratan dengan hasil Uji F menunjukkan nilai F hitung sebesar 1.386 dan nilai F tabel = 3,1789 (dari F tabel) dengan F hitung \leq F tabel sampel dinyatakan homogen. Uji t menghasilkan nilai t hitung = 0,4755 dan nilai t tabel = 2,101 dan sampel memenuhi t hitung \leq t tabel sehingga sampel dinyatakan sama. Uji homogenitas dengan ISO 13528 menunjukkan nilai $S_s \leq 0,3 \sigma_{pt}$ sebesar $0,5236 \leq 0,5491$ maka sampel peserta dinyatakan homogen. Hasil analisis stabilitas menunjukkan $|\bar{y}_1 - \bar{y}_2| \leq 0,3 \sigma_{pt}$, yaitu $0,5154 \leq 0,5491$ sampel dinyatakan stabil. Hasil evaluasi akhir digunakan metode *Z-score* dengan hasil penelitian menunjukkan 10 dari 11 peserta mendapatkan hasil akhir “memuaskan/*in-lie*” dan 1 laboratorium dengan hasil “peringatan/*straggler*”. Secara garis besar berdasarkan hasil uji banding menunjukkan laboratorium peserta menunjukkan kinerja mutu yang baik.

Kata Kunci : uji banding, laboratorium, kuat tekan beton, beton normal, *Z-score*.

Abstrack. Based on Presidential Regulation No. 79 of 2019, there are three primary focus areas for economic development, one of which is Purwomanggung, encompassing the regions of Purworejo, Wonosobo, Magelang, and Temanggung. The development of supporting infrastructure in these areas must meet certain quality specifications. This study aims to analyze the quality and competence of laboratories. This research employs a quantitative method through *interlaboratory comparison tests*. The participants in the *interlaboratory comparison* include seven from Central Java, three from Yogyakarta, and one from East Java. The test material used is normal concrete with a planned compressive strength ($f'c$) of 15 MPa. The final evaluation method used is the *Z-score* to determine the performance and evaluation of the participating laboratories. The test results from the participants yielded an average compressive strength of 16.7792 MPa. Data analysis indicates that the homogeneity and stability of the test objects meet the required standards. The *F-test* results show that $F_{calculated}$ is 1.386 and F_{table} is 3.1789 (from the *F-table*), and since $F_{calculated} \leq F_{table}$, the sample is considered homogeneous. The *t-test* results yield $t_{calculated} = 0.4755$ and $t_{table} = 2.101$, with $t_{calculated} \leq t_{table}$, indicating that the sample is statistically equivalent. The homogeneity test according to ISO 13528 shows that $S_s \leq 0.3 \sigma_{pt}$, with a value of $0.5236 \leq 0.5491$, confirming that the participants' samples are homogeneous. The stability analysis results show that $|\bar{y}_1 - \bar{y}_2| \leq 0.3 \sigma_{pt}$.

$|\bar{y}_2| \leq 0.3 \sigma_{pt}$, with a value of $0.5154 \leq 0.5491$, indicating that the sample is stable. The final evaluation using the Z-score method shows that 10 out of 11 participants achieved a “satisfactory/in-lier” result, while 1 laboratory received a “warning/straggler” result. Overall, the results of the interlaboratory comparison indicate that the participating laboratories demonstrate good quality performance..

Keyword : interlaboratory comparison, laboratory, compressive strength of concrete, normal concrete, Z-score

1. Pendahuluan

Kabupaten Purworejo terletak di Provinsi Jawa Tengah merupakan salah satu kabupaten yang mendapatkan instruksi percepatan ekonomi di Jawa Tengah berdasarkan Peraturan Presiden nomor 79 tahun 2019. Terdapat tiga fokus wilayah yaitu Kendal, Demak, Semarang, Salatiga (Kedungsepur), Purworejo, Wonosobo, Magelang dan Temanggung (Purwomanggung), serta Brebes, Tegal dan Pemalang (Bregasmalang). Purwomanggung berfokus pada bidang pertanian, pariwisata, dan industri pertanian. (Syukri & Widiastuti, 2021). Perkembangan ekonomi mengakibatkan pertumbuhan pembangunan yang signifikan. Pembangunan yang baik harus memenuhi spesifikasi pengujian tertentu, salah satu bahan komposit yang paling umum digunakan dalam pembuatan suatu bangunan adalah beton. Material penyusun beton terdiri dari beberapa bahan meliputi semen, agregat halus, agregat kasar, dan air (Hamdi, Lopian, *et al.*, 2022).

Uji banding menjadi salah satu bagian penting dalam manajemen dan unjuk kerja dari kompetensi laboratorium. Tujuan umum dari pelaksanaan uji banding antar laboratorium meliputi evaluasi kinerja laboratorium uji, identifikasi permasalahan dalam laboratorium, pembacaan efektivitas dan kesebandingan dalam metode maupun pengukuran, serta peningkatan kepercayaan *customer* maupun kepada publik (ISO/IEC:13528, 2015). Laboratorium konstruksi dan alat berat DPUPR Kabupaten Purworejo merupakan salah satu laboratorium yang sudah terakreditasi oleh KAN (Komite Akreditasi Nasional) dengan nomor sertifikat LP-1836-IDN. Laboratorium uji yang sudah terakreditasi harus melaksanakan evaluasi unjuk kerja dari luaran yang dihasilkan dari pengujian setiap tahunnya. Penelitian dilakukan pada uji kuat tekan beton silinder. Nilai ketetapan (*Assigned Value*) yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode dari nilai konsensus peserta uji banding dari hasil pengujian laboratorium peserta (*Robust Analysis Alghoritm A*) (Hadi, 2018).

2. Metode Penelitian

Penelitian yang digunakan dalam uji banding antar laboratorium menggunakan metode kuantitatif melalui kegiatan uji banding antar laboratorium/*interlaboratory comparison* yaitu dengan membandingkan sampel yang sama untuk dilakukan pengujian kepada laboratorium peserta. Studi untuk penelitian kegiatan uji banding antar laboratorium dilaksanakan di laboratorium konstruksi DPUPR Kabupaten Purworejo jl. Yogyakarta KM.5 Purworejo. Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian meliputi data primer dan data sekunder sebagai berikut:

a. Data Primer

Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan meliputi pemeriksaan agregat halus, agregat kasar untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari agregat.

Mix Design

Pada penelitian ini digunakan mutu beton normal $f'c$ 15 MPa pada umur beton 28 hari. Pembuatan *mix design* menggunakan acuan dari SNI-03-2834-2000.

Kode Sampel

Kode sampel yang digunakan untuk uji homogenitas, uji stabilitas dan peserta uji banding diacak menggunakan *random number generator* melalui bantuan *website random.org*.

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan berdasarkan SNI-03-1974-2011.

b. Data Sekunder

Data peserta uji banding didapatkan dari formasi dan pendaftaran peserta uji banding DPUPR tahun 2023.

Analisis data untuk uji banding antar laboratorium menggunakan ISO 13528:2016. Perhitungan data analisa dibantu dengan aplikasi *microsoft excel*. Langkah-langkah analisis data sebagai berikut:

a. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilaksanakan melalui Uji F, Uji T, dan Uji homogenitas sesuai ISO 13528 menggunakan hasil dari uji banding peserta.

b. Uji Stabilitas

Analisis uji stabilitas menggunakan sampel dari uji homogenitas dibandingkan dengan sampel uji stabilitas.

c. Evaluasi dengan *Z-Score*

Analisis statistik *Z-score* menggunakan ISO 13528:2016 untuk menentukan unjuk kerja laboratorium peserta uji banding.

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil uji kuat tekan beton silinder dari peserta uji banding. Analisis data pengujian berdasarkan ISO 13528. Hasil pengujian dianalisis dengan metode *Z-score* digunakan sebagai unjuk kerja laboratorium terhadap proses dan hasil pengujian dalam upaya pengendalian mutu laboratorium.

3.1 Pemeriksaan Bahan

a. Agregat Halus

Pengujian agregat halus meliputi pemeriksaan kadar lumpur, uji kadar zat organik, uji kadar air, uji berat jenis atau *specific gravity* dan uji kadar lumpur. Hasil pemeriksaan bahan sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Rekap Pengujian Agregat Halus

Uji Bahan	Hasil	Standar	Keterangan
Kadar Lumpur	1,65%	<5%	Memenuhi persyaratan
Kadar Zat Organik	Kuning Muda	Kuning Muda	Memenuhi persyaratan
Kadar Air	2,3%	1-3%	Memenuhi persyaratan
<i>Bulk Specific Gravity SSD</i>	2,70	2,0-2,9	Memenuhi persyaratan
Modulus Kehalusan	3,91	1,5-3,8	Tidak memenuhi syarat
Gradasi	Daerah 1		Kategori sebagai pasir kasar

Sumber : hasil pegujian

b. Agregat Kasar

Pengujian agregat kasar yang dilakukan meliputi uji abrasi kerikil, uji berat jenis *specific gravity*, dan uji gradasi kerikil. Hasil pengujian yang dilakukan pada pengujian agregat kasar sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Rekap Pengujian Agregat Kasar

Uji Bahan	Hasil	Standar	Keterangan
<i>Bulk Specific Gravity SSD</i> kerikil	2,56	2,5-2,7	Memenuhi persyaratan
Modulus Kehalusan Kerikil (Gradasi)	8,5111	6 - 7,1	Agregat kasar tidak normal
Zona Gradasi	40 mm	-	Ukuran maksimum agregat 40 mm
Penyerapan Air	3,48%	0,2%-4%	Memenuhi syarat
Abrasi Kerikil	35,78%	<40%	Memenuhi persyaratan

Sumber : hasil pegujian

3.2 Mix Design Adukan Beton

Pembuatan benda uji perlu dilakukan perhitungan rencana adukan beton untuk menentukan kebutuhan bahan yang dibutuhkan meliputi semen, agregat halus, agregat kasar dan juga air. Pada penelitian ini menggunakan acuan SNI-03-2834-2000.

Tabel 3. Rekap Kebutuhan Bahan

Bahan	Kebutuhan Bahan Dalam Sekali Adukan	
	2 mold	4 mold
Semen (kg)	3,9014	7,8028
Agregat Halus (kg/m ³)	9,7820	19,5640
Kerikil (kg/m ³)	12,9670	25,9340
Air (liter/m ³)	2,3408	4,6816

Sumber : hasil perhitungan

3.3 Pembuatan Kode Sampel

Kode sampel uji ditulis menggunakan singkatan UB.AL.X yang merupakan kepanjangan dari Uji Banding Antar Laboratorium Data ke-X untuk memudahkan penulisan dalam pelaporan hasil. Pembuatan kode digunakan untuk sampel uji homogenitas, uji stabilitas dan uji banding. Pembuatan kode menggunakan bantuan *website random.org*. Pada kode untuk sampel uji homogenitas dibutuhkan 20 sampel sebagai berikut:

Tabel 4. Tabel Kode Acak Sampel Uji Homogenitas

No. Uji	Data Pengujian Simplo	Data Pengujian Duplo
1	UB.AL.25	UB.AL.48
2	UB.AL.42	UB.AL.10
3	UB.AL.33	UB.AL.31
4	UB.AL.5	UB.AL.37
5	UB.AL.1	UB.AL.17
6	UB.AL.14	UB.AL.7
7	UB.AL.21	UB.AL.19
8	UB.AL.35	UB.AL.3
9	UB.AL.38	UB.AL.18
10	UB.AL.4	UB.AL.45

Sumber : hasil olah data

Data kode uji stabilitas dibutuhkan sampel uji sebanyak 6 sampel dengan hasil kode sebagai berikut:

Tabel 5. Tabel Kode Acak Sampel Uji Stabilitas

No. Uji	Data Pengujian Simplo	Data Pengujian Duplo
1	UB.AL.46	UB.AL.27
2	UB.AL.2	UB.AL.27
3	UB.AL.32	UB.AL.8

Sumber : hasil olah data

Data kode uji banding 11 peserta dibutuhkan sampel uji sebanyak 22 sampel dengan hasil kode sebagai berikut:

Tabel 6. Tabel Kode Acak Sampel Uji Banding

No. Lab	Data Pengujian Simplo	Data Pengujian Duplo
1	UB.AL.16	UB.AL.41
2	UB.AL.36	UB.AL.40
3	UB.AL.24	UB.AL.22
4	UB.AL.30	UB.AL.13

No. Lab	Data Pengujian Simplo	Data Pengujian Duplo
5	UB.AL.39	UB.AL.20
6	UB.AL.44	UB.AL.12
7	UB.AL.15	UB.AL.43
8	UB.AL.9	UB.AL.34
9	UB.AL.28	UB.AL.11
10	UB.AL.6	UB.AL.23
11	UB.AL.30	UB.AL.13

Sumber : hasil olah data

3.4 Analisis Data

a. Analisis Pengujian Homogenitas Sampel

Uji F

Uji F digunakan untuk mengetahui homogenitas varians dari dua kelompok data.

Tabel 7. Perhitungan Uji F

Kode Uji	Kode Sampel Simplo	Hasil Kuat Tekan Simplo (MPa)	Simplo $(X - \bar{x})$	Simplo $(X - \bar{x})^2$	Kode Sampel Duplo	Hasil Kuat Tekan Duplo (MPa)	Duplo $(X - \bar{x})$	Duplo $(X - \bar{x})^2$	
1	UB.AL.46	15,63	0.7035	0.4949	UB.AL.48	11,39	-3.1735	10.0711	
2	UB.AL.2	11,82	-3.1110	9.6783	UB.AL.10	14,85	0.2889	0.0835	
3	UB.AL.32	16,39	1.4627	2.1395	UB.AL.31	13,51	-1.0444	1.0908	
4	UB.AL.5	13,25	-1.6790	2.8190	UB.AL.37	15,70	1.1365	1.2916	
5	UB.AL.1	16,17	1.2370	1.5302	UB.AL.17	15,94	1.3802	1.9050	
6	UB.AL.14	14,76	-0.1675	0.0281	UB.AL.7	15,86	1.2991	1.6877	
7	UB.AL.21	12,12	-2.8061	7.8742	UB.AL.19	14,18	-0.3745	0.1403	
8	UB.AL.35	17,13	2.2039	4.8572	UB.AL.3	14,22	-0.3423	0.1172	
9	UB.AL.38	16,06	1.1284	1.2733	UB.AL.18	16,73	2.1715	4.7154	
10	UB.AL.4	15,96	1.0281	1.0570	UB.AL.45	13,22	-1.3415	1.7996	
<i>Jumlah data (n₁)</i>		10	$\sum(X - \bar{x})^2$	31.7517	<i>Jumlah data (n₂)</i>		10	$\sum(X - \bar{x})^2$	22.9022
<i>Jumlah total data simplo ($\sum x_1$)</i>		149,29	<i>Varians Simplo</i> $(\frac{\sum(X-\bar{x})^2}{n-1})$	3,5280	<i>Jumlah total data duplo ($\sum x_2$)</i>		145,59	<i>Varians Duplo</i> $(\frac{\sum(X-\bar{x})^2}{n-1})$	2,5446
<i>Rata-rata simplo (\bar{x}_1)</i>		14,9290			<i>Rata-rata duplo (\bar{x}_2)</i>		14,5590		

Sumber : hasil perhitungan

Perhitungan untuk data Uji F adalah sebagai berikut:

Fhitung = $\frac{s_1^2}{s_2^2}$, dengan rumus varians sebagai:

$$\text{Rumus Varians (Sx2)} = \frac{\sum(X-\bar{x})^2}{n-1}$$

Diketahui data:

Kumulatif Simplo ($\sum(X - \bar{x})^2 = 31,7517$)

Kumulatif Duplo ($\sum(X - \bar{x})^2 = 22,9022$)

Jumlah Data Simplo (n1) = 10

Jumlah Data Duplo (n2) = 10

Perhitungan varians simplo (1)

$$\begin{aligned} \text{Varians 1 } (S_1^2) &= \frac{31,7517}{10-1} \\ &= 3,5280 \end{aligned}$$

Perhitungan varians duplo (2)

$$\begin{aligned} \text{Varians 2 } (S_2^2) &= \frac{22,9022}{10-1} \\ &= 2,5446 \end{aligned}$$

Perhitungan uji F

$$\begin{aligned} \text{Fhitung} &= \frac{3,5280}{2,5446} \\ &= 1,3864 \end{aligned}$$

Ftabel = 3,1789 (dari Ftabel)

1,3864 ≤ 3,1789, kesimpulan Fhitung ≤ Ftabel Sampel Homogen. H0 diterima sampel dinyatakan homogen.

Uji t

Analisis berdasarkan Uji t digunakan untuk mengetahui ada atau tidak perbedaan dari dua kelompok sampel.

Tabel 8. Perhitungan Uji t

Kode Uji	Kode Sampel Simplo	Hasil Uji Kuat Tekan (MPa) Simplo	Kode Sampel Duplo	Hasil Uji Kuat Tekan (MPa) Duplo
1	UB.AL.46	15.63	UB.AL.48	11.39
2	UB.AL.2	11.82	UB.AL.10	14.85
3	UB.AL.32	16.39	UB.AL.31	13.51
4	UB.AL.5	13.25	UB.AL.37	15.70
5	UB.AL.1	16.17	UB.AL.17	15.94
6	UB.AL.14	14.76	UB.AL.7	15.86
7	UB.AL.21	12.12	UB.AL.19	14.18
8	UB.AL.35	17.13	UB.AL.3	14.22
9	UB.AL.38	16.06	UB.AL.18	16.73
10	UB.AL.4	15.96	UB.AL.45	13.22
	<i>Jumlah data (n₁)</i>	10	<i>Jumlah data (n₂)</i>	10
	<i>Jumlah total data simplo (Σ₁)</i>	149.29	<i>Jumlah total data duplo (Σ₂)</i>	145.59
	<i>Rata-rata simplo (x̄₁)</i>	14.9290	<i>Rata-rata duplo (x̄₂)</i>	14.559
	<i>Standar deviasi S₁²</i>	1.878	<i>Standar deviasi S₂²</i>	1.595

Sumber : hasil perhitungan

Perhitungan nilai uji t sebagai berikut:

$$t \text{ hitung} = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{(n_1+n_2-2)} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$t \text{ hitung} = \frac{|14,929 - 14,559|}{\sqrt{\frac{(10)1,878^2 + (10)1,595^2}{(20)} \left(\frac{1}{11} + \frac{1}{11}\right)}}$$

t hitung = 0,4755

t tabel = 2,101 (dari tabel t)

0,4755 ≤ 2,101 kesimpulan t hitung ≤ t tabel maka data dinyatakan sama atau tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Uji Homogenitas ISO 13528

Hasil dari pengujian homogenitas ISO 13528:2016 dihitung dengan berdasarkan perbandingan antara nilai simpangan baku dari antar sampel (S_s) dengan nilai simpangan baku untuk uji profisiensi (σ). Sampel dapat dikatakan homogen apabila jika nilai $S_s \leq 0.3 \sigma_{pt}$.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Uji Homogenitas dengan ISO 13528

No.	Kode Sampel	Hasil Uji Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata Item (\bar{x}_t)	Selisih Rata-Rata ($\bar{x}_t - \bar{\bar{x}}$)	Selisih Kuadrat ($\bar{x}_t - \bar{\bar{x}}$) ²	Selisih Item Absolut (w_t)	Selisih Absolut Kuadrat (w_t^2)
1	UB.AL.46	15.63	13.51	-1.2350	1.5253	4.2475	18.0415
	UB.AL.48	11.39					
2	UB.AL.2	11.82	13.33	-1.4111	1.9911	3.0294	9.1773
	UB.AL.10	14.85					
3	UB.AL.32	16.39	14.95	0.2092	0.0438	2.8777	8.2812
	UB.AL.31	13.51					
4	UB.AL.5	13.25	14.47	-0.2712	0.0736	2.4449	5.9773
	UB.AL.37	15.70					
5	UB.AL.1	16.17	16.05	1.3086	1.7125	0.2274	0.0517
	UB.AL.17	15.94					
6	UB.AL.14	14.76	15.31	0.5658	0.3201	1.0961	1.2014
	UB.AL.7	15.86					
7	UB.AL.21	12.12	13.15	-1.5903	2.5290	2.0611	4.2481
	UB.AL.19	14.18					
8	UB.AL.35	17.13	15.67	0.9308	0.8663	2.9168	8.5077
	UB.AL.3	14.22					
9	UB.AL.38	16.06	16.39	1.6499	2.7222	0.6725	0.4523
	UB.AL.18	16.73					
10	UB.AL.4	15.96	14.59	-0.1567	0.0245	2.7401	7.5084
	UB.AL.45	13.22					

Sumber : hasil perhitungan

Perhitungan *sampling standard deviation* (S_s) berdasarkan ISO 13528:2015

Diketahui data:

Jumlah data (g) = 10

Rata-rata data ($\bar{\bar{x}}$) = 14,7442

Total selisih rata-rata kuadrat $\sum(\bar{x}_t - \bar{\bar{x}})^2 = 11,8084$

Contoh perhitungan data rata-rata item 1 ($\bar{x}_{t,1}$)

$\bar{x}_t = (x_{t,1} + x_{t,2})/2$

$\bar{x}_{t,1} = (15,63 + 11,39)/2$

= 13,51 MPa

Perhitungan *standard deviation of sample average* (S_x)

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(\bar{x}_t - \bar{\bar{x}})^2}{(g-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{11.8084}{9}}$$

= 1,1454

Contoh perhitungan selisih item absolut ($w_{t,1}$)

$w_t = |x_{t,1} - x_{t,2}|$

$w_{t,1} = |15,63 - 11,39|$

$$= 4,2475$$

Perhitungan *within samples standar deviation* (S_w)

$$S_w = \sqrt{\frac{\sum w_t^2}{(2g)}}$$

$$= \sqrt{\frac{63.4469}{(2 \times 10)}}$$

$$= 1,7811$$

Perhitungan *sampling standard deviation* (S_s)

$$S_s = \sqrt{S_x^2 - \left(\frac{S_w^2}{2}\right)}$$

$$S_s = \sqrt{1.1454^2 - \frac{1.7811^2}{2}}$$

$$= 0,5236$$

Perhitungan homogenitas berdasarkan ISO 13528

$$S_s \leq 0,3 \sigma_{pt}$$

$$0,5236 \leq 0,3 \times 1,8303$$

0,5236 \leq 0,5491, maka sampel dinyatakan HOMOGEN.

$$\sigma_{pt} = 1,8303 \text{ (}\sigma_{pt} \text{ dari perhitungan algoritma a hasil uji banding)}$$

b. Analisis Pengujian Stabilitas Sampel

Uji stabilitas dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh waktu terhadap hasil pengujian apakah terjadi perbedaan homogenitas yang signifikan. Uji stabilitas dihitung berdasarkan absolut dari nilai rata-rata dari hasil perhitungan stabilitas (\bar{y}_1) dibandingkan dengan nilai rata-rata hasil perhitungan homogenitas (\bar{y}_2), apabila hasil perhitungan memiliki nilai $|\bar{y}_1 - \bar{y}_2| \leq 0,3 \sigma_{pt}$ maka hasil uji dapat dikategorikan stabil.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Uji Stabilitas

No. Uji	Kode Sampel Simplo	Hasil Uji Kuat		Kode Sampel Duplo	Hasil Uji Kuat Tekan Duplo (MPa)	Rata-rata pengujian tiap Sampel (Mpa) \bar{y}_t
		Tekan Simplo (MPa)	Tekan Duplo (MPa)			
1	UB.AL.25	13.46	17.72	UB.AL.27	17.72	15.592
2	UB.AL.42	12.97	16.96	UB.AL.27	16.96	14.969
3	UB.AL.33	12.87	17.57	UB.AL.8	17.57	15.218

Rata-rata perhitungan data $\bar{y}_1 = 15.2596$

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 11. Hasil Perhitungan Uji Stabilitas (dari Sampel Homogenitas)

No. Uji	Kode Sampel Simplo	Hasil Uji Kuat		Kode Sampel Duplo	Hasil Uji Kuat Tekan Duplo (MPa)	Rata-rata pengujian tiap Sampel (Mpa) \bar{x}_t
		Tekan Simplo (MPa)	Tekan Duplo (MPa)			
1	UB.AL.46	15.63	11.39	UB.AL.48	11.39	13.51
2	UB.AL.2	11.82	14.85	UB.AL.10	14.85	13.33
3	UB.AL.32	16.39	13.51	UB.AL.31	13.51	14.95
4	UB.AL.5	13.25	15.70	UB.AL.37	15.70	14.47
5	UB.AL.1	16.17	15.94	UB.AL.17	15.94	16.05
6	UB.AL.14	14.76	15.86	UB.AL.7	15.86	15.31
7	UB.AL.21	12.12	14.18	UB.AL.19	14.18	13.15

No. Uji	Kode Sampel Simplo	Hasil Uji Kuat		Kode Sampel Duplo	Hasil Uji Kuat		Rata-rata pengujian tiap Sampel (Mpa) \bar{x}_t
		Tekan Simplo (MPa)			Tekan Duplo (MPa)		
8	UB.AL.35	17.13		UB.AL.3	14.22		15.67
9	UB.AL.38	16.06		UB.AL.18	16.73		16.39
10	UB.AL.4	15.96		UB.AL.45	13.22		14.59
Rata-rata perhitungan data (\bar{y}_2)					14.7442		

Sumber : hasil perhitungan

Perhitungan uji stabilitas ISO 13528 sebagai berikut:

Rata-rata perhitungan data (\bar{y}_1) = 15,2596

Rata-rata perhitungan data (\bar{y}_2) = 14,7442

Rumus perhitungan stabilitas ISO 13528

$|\bar{y}_1 - \bar{y}_2| \leq 0,3 \sigma_{pt}$, $\sigma_{pt} = 1,8303$ (σ_{pt} didapatkan dari algoritma a hasil uji banding)

$|15,2596 - 14,7442| \leq 0,3 \times 1,8303$

$|0,5154| \leq 0,5491$, Maka sampel dinyatakan STABIL.

c. Analisis Robust Analysis Algoritm A

Pada penelitian ini digunakan konsensus peserta sehingga diperlukan perhitungan analisis Robust Analysis Algoritm A untuk menghitung homogenitas sampel akhir dan juga penentuan nilai acuan SDPA. Berdasarkan prinsip kerahasiaan maka perlu dilakukan pemodelan acak dan kode nama laboratorium uji banding dengan kode angka dan kode angka tersebut bukan berdasarkan data urutan peserta uji banding.

Tabel 12. Hasil Robust Analysis Algoritm A

Iteration	0	$ x_i - x^* $	1	2		
$\delta = 1.5 s^*$	---		1,7040		2,7455	
$x^* - \delta$	---		15,0110		14,2297	
$x^* + \delta$	---		18,4190		19,7207	
11	12,86	3,8600	15,0110	3,8579	15,0110	3,8579
10	15,50	1,2150	15,5000	2,1762	15,5000	2,1762
4	15,69	1,0300	15,6850	1,6646	15,6850	1,6646
6	16,25	0,4650	16,2500	0,5259	16,2500	0,5259
5	16,51	0,2050	16,5100	0,2164	16,5100	0,2164
2	16,72	0,0000	16,7150	0,0677	16,7150	0,0677
8	16,90	0,1850	16,9000	0,0057	16,9000	0,0057
3	16,93	0,2100	16,9250	0,0025	16,9250	0,0025
7	17,48	0,7660	17,4810	0,2558	17,4810	0,2558
1	19,40	2,6800	19,3950	5,8555	19,3950	5,8555
9	20,36	3,6400	20,3550	11,4232	20,3550	11,4232
New x^*	16,72					
Median Absolute		0,766				
STDEV	1,9684		1,6140	1,6140		
New s^*	1,1360		1,8303	1,8303		
$x - x_{old}$				0,000000		
$x/1000000$				0,000017		

Sumber : hasil perhitungan

Pada tabel *Robust Analysis Algoritm A* didapatkan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Assigned Value} &= 16,9752 \\ \alpha_{pt} &= 1,8303 \end{aligned}$$

d. Hasil Analisis Uji Banding Peserta

Hasil uji banding antar laboratorium pada parameter uji kuat tekan beton silinder diikuti oleh 11 laboratorium peserta. Seluruh peserta uji banding menggunakan metode pengujian kuat tekan dengan benda uji silinder berdasarkan SNI 1974:2011.

Tabel 13. Hasil Uji Banding Peserta

Kode Lab.	Kode Sampel	Hasil Uji Kuat Tekan (MPa)	Rata-Rata Item \bar{x}_i	Selisih Rata-Rata $(\bar{x}_i - \bar{\bar{x}})$	Z-score	Keterangan
1	UB.AL.16	17.54	16,72	-0.0642	-0.1422	OK
	UB.AL.41	15.89				
2	UB.AL.36	14.24	16,51	-0.2692	-0.2542	OK
	UB.AL.40	18.78				
3	UB.AL.24	14.75	16,90	0.1208	-0.0411	OK
	UB.AL.22	19.05				
4	UB.AL.30	15.86	15,69	-1.0942	-0.7049	OK
	UB.AL.13	15.51				
5	UB.AL.39	12.70	16,25	-0.5292	-0.3962	OK
	UB.AL.20	19.80				
6	UB.AL.44	22.59	20,36	3.5758	1.8466	OK
	UB.AL.12	18.12				
7	UB.AL.15	15.91	17,48	0.7018	0.2764	OK
	UB.AL.43	19.06				
8	UB.AL.9	20.89	19,40	2.6158	1.3221	OK
	UB.AL.34	17.90				
9	UB.AL.28	18.12	16,93	0.1458	-0.0274	OK
	UB.AL.11	15.73				
10	UB.AL.6	18.00	15,50	-1.2791	-0.8060	OK
	UB.AL.23	13.00				
11	UB.AL.30	12,86	12,86	-3,9242	-2.2511	§
	UB.AL.13	13.14				

Sumber : hasil perhitungan

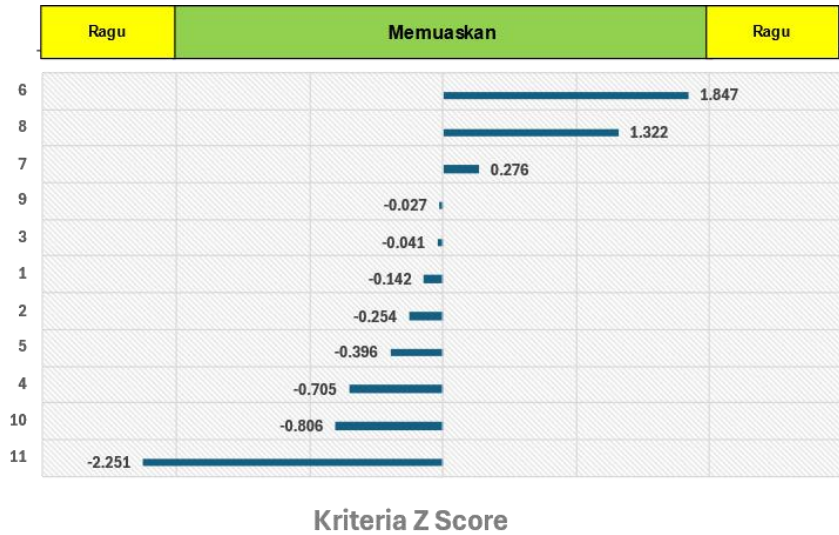
Berdasarkan hasil uji banding peserta didapatkan data sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Nilai Tengah (median)} &= 16.78 \\ \text{Rata-rata Pengujian } (\bar{x}) &= 16.7792 \\ \text{Assigned Value, } (X_{pt}) &= 16.9752 \\ \text{SDPA, } \alpha_{pt} &= 1,8303 \\ \text{Nilai minimum } (X_{min}) &= 12,86 \\ \text{Nilai maximum } (X_{max}) &= 20,36 \\ \text{Range} &= 7,50 \end{aligned}$$

Contoh Perhitungan Z-score Laboratorium 1

$$\begin{aligned} \text{Z-score lab.1} &= \frac{X_i - X_{pt}}{\sigma_{pt}} \\ &= \frac{16,72 - 16,9752}{1,8303} \\ &= -0,1422, \text{ termasuk kategori "Memuaskan/OK"} \end{aligned}$$

Pada tabel dapat dilihat hasil uji banding mendapatkan nilai rata-rata pengujian kuat tekan sebesar 16.7792 MPa. Nilai *Assigned Value*, (X_{pt}) didapatkan hasil 16.9752 MPa. Data uji banding mendapatkan nilai rata-rata maksimal pada 20,36 MPa dan nilai minimum rata-rata pengujian 12,86 MPa. Standar deviasi yang didapatkan atau nilai SDPA, σ_{pt} sebesar 1,8303. Setelah didapatkan data *z-score* kemudian data diurutkan dari nilai *z-score* terkecil hingga data *z-score* terbesar untuk melihat distribusi data dengan diagram batang.



Gambar 1. Hasil *Z-score* setelah Data Diurutkan

Pada diagram batang dapat dilihat dari 11 laboratorium yang berpartisipasi dalam uji banding antar laboratorium terdapat 10 laboratorium dengan hasil “memuaskan” dan terdapat 1 laboratorium dengan kode-11 mendapatkan hasil “peringatan” dengan nilai -2,2511 melebihi batas nilai “memuaskan” pada rentang 2 sampai dengan -2.

3.5 Pembahasan

Hasil penelitian dan analisis data dari 11 laboratorium yang mengikuti kegiatan uji banding dapat diketahui bahwa sampel yang digunakan dalam uji banding memenuhi persyaratan uji homogenitas dan stabilitas, serta hasil pengujian beton silinder pada peserta uji banding dengan menggunakan analisis statistik *Z-score* sebagai berikut:

a. Uji Homogenitas Sampel

Pengujian homogenitas dengan Uji F dan Uji t dilaksanakan pada umur beton 21 hari dengan sampel yang digunakan adalah 20 sampel benda uji. Hasil analisis data dari uji homogenitas Uji F mendapatkan nilai $F_{hitung} = 1,3864$ dan $F_{tabel} = 3,1789$ (dari F_{tabel}) dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) maka nilai $1,3864 \leq 3,1789$, kesimpulan $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka H_0 diterima sampel dinyatakan homogen. Pengujian homogenitas dengan menggunakan Uji t mendapatkan hasil $t_{hitung} = 0,4755$ dan nilai $t_{tabel} = 2,101$ (dari tabel t) dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$) dengan demikian maka $0,4755 \leq 2,101$ kesimpulan $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ maka H_0 terpenuhi dan data dinyatakan sama atau tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

b. Uji Stabilitas Sampel

Pengujian stabilitas dilaksanakan pada umur beton 25 hari sampel yang digunakan sejumlah 6 sampel silinder beton. Pengujian analisis data pada pengujian stabilitas mendapatkan hasil pengujian pertama $\bar{y}_1=14.744$ dan rata-rata pengujian duplo $\bar{y}_2 = 15.260$, nilai dari $|\bar{y}_1 - \bar{y}_2| \leq 0,3 \sigma_{pt}$, maka, $|0,5154| \leq 0,3 \sigma_{pt}$, dengan $\sigma_{pt} = 1,8303$ (σ_{pt} didapatkan dari perhitungan algoritma a hasil uji banding) $0,3 \sigma_{pt} = 0,5491$, $0,5154 \leq 0,5491$ maka H_0 terpenuhi dan dengan demikian sampel dapat dinyatakan stabil.

c. *Robust Analysis Algoritma* A Sebagai Penentuan Nilai Acuan/SDPA

Pengujian *Algoritma* A didapatkan dari hasil pengujian dari masing-masing peserta uji pada umur beton 28 hari. Pengujian *Robust Analysis Algoritma* A digunakan untuk mendapatkan nilai SDPA α_{pt} 1,8303 yang nantinya digunakan untuk perhitungan *Z-score* dan juga homogenitas hasil uji banding dengan ISO 13528 hal ini perlu dilakukan untuk mengetahui dan membuktikan bahwa sampel yang digunakan homogen pada kondisi di dalam laboratorium Penyelenggara Uji Profesiensi (PUP) dan di luar laboratorium atau pada laboratorium peserta uji banding. Pengujian homogenitas dengan ISO 13528 menunjukkan nilai $S_s = 0,5236$ dan nilai $0,3 \sigma_{pt}$ adalah 0,5491 maka berdasarkan nilai $0,5236 \leq 0,5491$, maka sampel dinyatakan homogen di dalam laboratorium (PUP) dan di laboratorium peserta.

d. Hasil Evaluasi *Z-score*

Pengujian *Z-score* oleh peserta uji banding dilaksanakan pada umur beton 28 hari dan dilaksanakan serentak, masing-masing peserta mendapatkan 2 buah sampel untuk diuji secara duplo menggunakan metode masing-masing yang berstandar SNI. Hasil pengujian akhir atau evaluasi dengan *Z-score* mendapatkan nilai rata-rata pengujian beton silinder pada kegiatan uji banding adalah sebesar 16.7792 MPa dengan standar deviasi uji banding sebesar 1,8303. Hasil nilai rata-rata menunjukkan bahwa sampel yang digunakan sudah memenuhi nilai kuat tekan rencana yaitu 15 MPa. Pada hasil perhitungan *Z-score* didapatkan hasil bahwa dari 11 laboratorium yang mengikuti kegiatan uji banding didapatkan 1 laboratorium dengan kode laboratorium 11 mendapatkan hasil “peringatan” dengan nilai *z-score* -2,2511 atau berada pada batas ($2 < |Z| < 3$), dengan 10 laboratorium berhasil mendapatkan nilai “memuaskan” atau OK. Nilai *z-score* negatif menunjukkan bahwa hasil pengujian berada pada di bawah rata-rata populasi, dan nilai *z-score* positif menunjukkan bahwa hasil pengujian berada pada atas rata-rata populasi pengujian.

Dengan demikian hasil uji banding pada parameter kuat tekan beton menunjukkan bahwa sampel uji banding memenuhi syarat homogen dan stabil. Untuk laboratorium yang sudah memenuhi memuaskan/OK untuk dapat mempertahankan hasilnya. Peserta dengan nilai memuaskan/OK dapat menggunakan hasil uji banding sebagai salah satu syarat pengajuan laboratorium yang bersertifikasi KAN.

e. Tindakan Akhir

Laboratorium dengan nilai peringatan atau belum memenuhi nilai yang memuaskan, maka laboratorium harus melaksanakan investigasi audit internal dimulai dari audit pengukuran (*measurement audit*) dengan sesegera mungkin. Investigasi dilaksanakan untuk mengetahui penyebab dari ketidaksesuaian hasil. Rekaman data dari hasil uji dan pengukuran digunakan untuk dokumen pencegahan ketidaksesuaian serupa pada periode uji banding berikutnya (Hadi, 2018).

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis perhitungan dari unjuk kerja uji banding antar laboratorium peserta pada parameter kuat tekan beton silinder tahun 2023 diperoleh hasil dan data sebagai berikut:

- Hasil pengujian peserta uji banding antar laboratorium mendapatkan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 16.7792 MPa.
- Hasil uji homogenitas uji F menunjukkan nilai F_{hitung} sebesar 1.386 dan nilai $F_{tabel} = 3,1789$ (dari F_{tabel}) dengan $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ dan sampel dinyatakan homogen. Hasil Uji T juga menunjukkan sampel yang diuji adalah sama dengan nilai $t_{hitung} = 0,4755$ dan nilai $t_{tabel} = 2,101$, dengan kesimpulan $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ maka sampel yang digunakan adalah sama. Hasil uji homogenitas berdasarkan ISO 13528 menunjukkan benda uji peserta uji banding homogen dengan nilai $S_s \leq 0,3\sigma_{pt}$ sebesar $0,5236 \leq 0,5491$.
- Hasil uji stabilitas menunjukkan sampel yang digunakan stabil dengan nilai hasil uji $|\bar{y}_1 - \bar{y}_2| \leq 0,3 \sigma_{pt}$, yaitu $0,5154 \leq 0,5491$.
- Hasil uji banding antar laboratorium dan analisis sampel beton silinder pada 11 laboratorium yang mengikuti kegiatan uji banding menunjukkan 10 laboratorium dengan hasil “memuaskan” /*in-lie*, dan 1 laboratorium dengan kode laboratorium 11 mendapatkan hasil pengujian “peringatan”/*straggler* hal ini

menunjukkan rata-rata laboratorium pengujian sudah memenuhi manajemen mutu pengujian dengan hasil baik dan perlu dipertahankan.

Daftar Pustaka

- Anonim. (2010). *ISO/IEC 17043: Conformity Assessment-General Requirements for Proficiency Testing*. ISO.
- Anonim. (2015). *ISO/IEC 13528: Statistical Methods for Use In Proficiency Testing By Interlaboratory Comparisons*. ISO.
- Anonim. (2017). *General Requirements for The Competence of Testing and Calibration Laboratories*. ISO/IEC 17025: 2017. In *Geneva, Switzerland*.
- Asiah, H. (2017). Pemetaan Kompetensi Laboratorium Lingkungan Melalui Program Uji Profisiensi Logam Berat Dalam Air Bersih. *Ecolab*. <https://doi.org/10.20886/jklh.2017.11.2.82-91>. Di akses pada 25 Maret 2024.
- ASTM, C. (2011). *127, 2011, "Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate."* *ASTM International*.
- Budiantari, F., Arkeman, Y., & Kantasubrata, J. (2012). Analisis Andal Hasil Uji Profisiensi untuk Produk Agroindustri. *Jurnal Standardisasi*.
- Faridah, D. N., Erawan, D., Sutriah, K., Hadi, A., & Budiantari, F. (2018). Implementasi SNI ISO/IEC 17025: 2017 Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi. *Badan Standardisasi Nasional*.
- Hadi, A. (2018). *Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi*. Jakarta: Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hamdi, F., Lopian, E., & Tumpu, M. (2022). *Teknologi Beton Indonesia* (Issue March). Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Hamdi, F., Lopian, F. E. P., Tumpu, M., & Mabui, D. S. S. (2022). *Teknologi Beton*. books.google.com.
- Harjito, H. (2019). Evaluasi Uji Banding Antar Laboratorium untuk Mengukur Kompetensi Personil. *Indonesian Journal of Laboratory*. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i4.52990>. Di akses pada 12 Mei 2024.
- Haryani, T. (2023). *Penyediaan Bahan Uji Profisiensi untuk Analisis Logam Kromium (Cr) Dalam Air Mineral*. dspace.uui.ac.id.
- Milak, A. S. (2019). *Pada Non-Player Character Menggunakan Algoritma Collision Avoidance System dan Random Number Generator Pada Game 2d* repository.unsil.ac.id.
- Mulyono, T. (2005). *Ir, Teknologi Beton*. Andi. Yogyakarta.
- Nainggolan, R. (2021). Titik Kritis Penyiapan Sampel Uji Profisiensi Residu Pestisida Pada Matriks Kadar Air Tinggi: Studi Kasus Matriks Stroberi. *Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Standardisasi*.
- Nasional, B. S. (1990). SNI 03-1968-1990. *Metode Pengujian Saringan Agregat Halus Dan Kasar*. Jakarta: BSN.
- Nasional, B. S. (1990). SNI 03-1971-1990. *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Jakarta: BSN.
- Nasional, B. S. (2002). SNI 03-6820-2002 Spesifikasi Agregat Halus untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran dengan Bahan Dasar Semen. *Badan Standardisasi Nasional*. Jakarta:BSN.
- Nasional, B. S. (2008). SNI 1969: 2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*.
- Nasional, B. S. (2011). SNI 1974: 2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta: BSN.
- Nasional, B. S. (2011). SNI 2493: 2011. *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton*. Jakarta: BSN.
- Nasional, B. S. (2014). SNI 2816 Metode Uji Bahan Organik dalam Agregat Halus untuk Beton. Jakarta: ICS.
- Nasional, B. S. (2015). *SNI ISO/IEC 17043: 2015: Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi*. Jakarta: BSN.
- Nasional, B. S. (2016). SNI 1970: 2016 Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Jakarta: BSN.
- Nofrianto, H., & Hutrio, H. (2023). Analisis Mutu Paving Block dengan Variasi Agregat Halus. *Jurnal Teknologi dan Vokasi*. <https://doi.org/10.21063/jtv.2023.1.1.8>. Di akses pada 23 Maret 2024.
- Nugraha, P., & Antoni, C. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Oktarina, E. (2021). Uji Profisiensi Agregat dan Beton untuk Penerapan SNI 17025. *Jurnal Rekayasa*.
- Permatasari, K. (2019). *Penilaian Kesiapan Internal Laboratorium UNS sebagai Laboratorium Pengujian*. digilib.uns.ac.id. Di akses pada 26 Juli 2024.
- Puspaningsih, N. L. P., Sujahtra, I. W., & Pramana, I. (2022). *Analisis Penerapan Manajemen Laboratorium Pengujian Tanah Berdasarkan ISO/IEC 17025 Serta Aplikasi Pengujian Tanah dalam Perencanaan Bangunan Sipil*. repository.pnb.ac.id. Di akses pada 27 Mei 2024.

- Ratnawati, R., Sofianti, E., & Frista, R. (2011). Penerapan Sistem Uji Profisiensi untuk Produk Semen. *Jurnal Teknologi Bahan dan Barang Bukti*.
- Riyadi, M., & Amalia, A. (2005). Teknologi Bahan 1. *Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta, Jakarta*.
- Rohman, A. (2014). Statistika dan Kemometrika Dasar Dalam Analisis Farmasi. *Yogyakarta: Pustaka Pelajar*.
- Sianturi, R. (2022). Uji Homogenitas Sebagai Syarat Pengujian Analisis. *Jurnal Pendidikan, Sains Sosial, dan Agama*. <https://doi.org/10.53565/pSsa.v8i1.507>. Di akses pada 26 Mei 2024.
- Simanjuntak, J. G., Handoko, L., & Yufriza, W. A. (2020). Uji Banding Komoditi Baja Tulangan Beton dalam Rangka Penerapan Sni 17025. *Indonesian Journal of Technology*.
- Sugiharto, T., Riyadi, L. S., & ... (2022). Implementasi Algoritma Multiplicative Congruential Random Number Generator Pada Aplikasi Seleksi Mojang Jajaka. *JURNAL MEDIA*. <http://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/index.php/mib/article/view/4619>. Di akses pada 20 Agustus 2024.
- Syukri, A. F., & Widiastuti, W. (2021). Evaluasi Kebijakan Pembangunan Daerah Di Provinsi Jawa Tengah 2019. *J. Ilmu Adm. Publik*. . DOI: Prefix 10.26905.
- Team, R. R. C. (2013). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. apps.dtic.mil. . Di akses pada 2 Agustus 2024.