

## **ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS KUAT TEKAN BETON DAN PRODUKTIVITAS PENGECORAN PONDASI RAKIT**

**Bagus Soebandono**

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Indonesia

E-mail: bagus\_soebandono@umy.ac.id

### **Abstrak**

Tahapan pelaksanaan konstruksi beton untuk menyelesaikan suatu proyek, salah satunya adalah pengecoran dan beton menjadi bahan utamanya. Dalam memenuhi mutu yang direncanakan, pengendalian mutu beton penting dilakukan guna mendapatkan produk beton yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengendalian mutu pada struktur pondasi rakit. Metode analisis yang digunakan yaitu SQC peta kendali X dan R, SNI 03-2847-2019, dan regresi linier. Hasil penelitian menunjukkan keseragaman kuat tekan beton menggunakan SQC maupun SNI 03-2847-2019 menunjukkan bahwa dalam pengerjaan beton terkendali dan masuk dalam kriteria. Sedangkan, hasil dari regresi linier menggunakan SPSS dengan variabel bebas suhu awal dan nilai slump, diperoleh persentase nilai determinan (R square) variabel suhu awal terhadap kuat tekan beton sebesar 2,4% dan variabel nilai slump terhadap kuat tekan beton sebesar 5,3% . Produktivitas yang diperlukan truck mixer untuk pengecoran raft foundation dengan volume total 7.040 m<sup>3</sup> sebesar 6,960 m<sup>3</sup>/menit.

**Kata Kunci:** SQC, beton, suhu, produktivitas

### **Abstract**

*The stages of concrete construction implementation to complete a project, one of which is casting and concrete is the main material. In meeting the planned quality, concrete quality control is important to obtain concrete products produced in accordance with the planned specifications. The purpose of this study is to analyze quality control on raft foundation structures. The analysis methods used are SQC X and R control maps, SNI 03-2847-2019, and linear regression. The results showed the uniformity of compressive strength of concrete using SQC and SNI 03-2847-2019 showed that in concrete work it was controlled and included in the criteria.*

<b>How to cite:</b>	Bagus Soebandono (2022) Analisis Pengendalian Kualitas Kuat Tekan Beton dan Produktivitas Pengecoran Pondasi Rakit, (7) 10. Doi: 10.36418/syntax-literate.v7i10.13349
<b>E-ISSN:</b>	2548-1398
<b>Published by:</b>	Ridwan Institute

*Meanwhile, the results of linear regression using SPSS with independent variables of initial temperature and slump value, obtained the percentage of determinant value (R square) of the initial temperature variable against the compressive strength of concrete by 2.4% and the variable value of slump against concrete compressive strength by 5.3%. The productivity required for truck mixer for raft foundation casting with a total volume of 7,040 m<sup>3</sup> is 6,960 m<sup>3</sup> / minute.*

**Keywords:** *SQC, concrete, temperature, productivity.*

## **Pendahuluan**

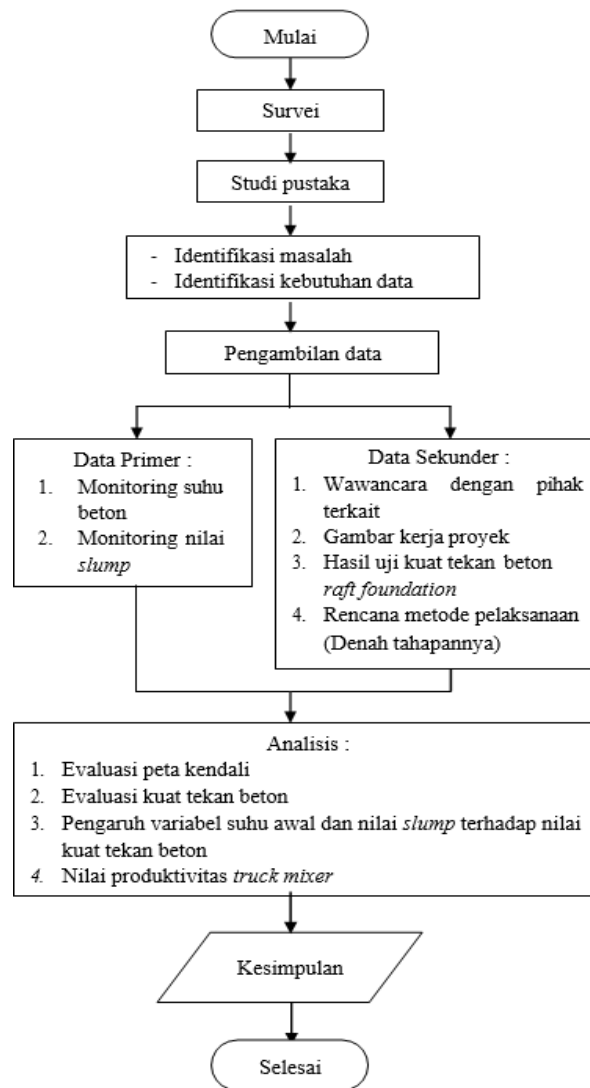
Pelaksanaan pekerjaan konstruksi sering mengalami beberapa hambatan atau kendala pelaksanaan yang dapat mengurangi kualitas pekerjaan tersebut (SINAGA, 2021). Maka dalam bidang konstruksi mengutamakan efektivitas kerja pada segala tahapan untuk menyelesaikan suatu proyek, tahapan yang dilakukan oleh pekerjaan suatu proyek salah satunya, yaitu pekerjaan pengecoran (Pratama, 2021). Pada tahap ini sering terjadi kesalahan dalam proses pengerjaannya, disebabkan membutuhkan waktu yang lama, biaya besar, dan keterlibatan banyak tenaga kerja (Agustina, 2021). Maka dari itu, dalam memenuhi rencana mutu yang dihendaki, dilakukan pengendalian mutu beton dengan uji kuat tekan beton (Pratiwi & Pudyastuti, 2023). Dalam upaya pengendalian kualitas dan faktor-faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian kualitas produk yang di produksi menyebabkan ketidaksesuaian produk pada mesin penggiling material (Renilaili, 2022). Sedangkan pada produksi batako guna menemukan solusi permasalahan mutu digunakan metode Statistical Process Control (SPC) sehingga diperoleh peningkatan kapabilitas yang cukup signifikan (Dwi P, 2023). Keseragaman pada kuat tekan beton (Hijah dkk., 2020) adanya penurunan kuat tekan rata-rata kurang dari standar, ditambah dengan koefisien variasi 6% memperparah tingkat keseragaman beton. Pengendalian mutu konstruksi dapat dilakukan secara kualitatif dengan melakukan pengamatan dan wawancara dan sudah memenuhi dokumen RMK dan spesifikasi teknis (Kenedi, 2023).

Pengaruh variasi mutu beton pada pengujian dengan menggunakan cepat rambat gelombang didapatkan nilai regresi yang cukup baik dan kuat tekan aktual memiliki hubungan cukup erat yang mempengaruhi antar variabel (Aribawa, Wijatmiko, & Simatupang, 2019). Analisis produktivitas alat konstruksi seperti truck mixer dan concrete pump pada pekerjaan pengecoran (Muhammad, 2022). Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas seperti kondisi alat, waktu siklus, metode pekerjaan, kondisi area pekerjaan, dan volume pengecoran pada struktur plat dan balok (Randan, Mara, & Tangdiialla, 2021).

Analisis produktivitas peralatan pengecoran, analisis perbandingan biaya dan waktu dibantu dengan metode regresi dan korelasi, serta titik impas metode pelaksanaan pengecoran beton ready mix pada balok dan pelat lantai gedung bertingkat menggunakan lift cor dan concrete pump (Frederika & Widhiawati, 2017). Analisis produktivitas dapat

digunakan untuk mengetahui masa kerja dan pengaruh usia pada kinerja karyawan (Kumbadewi, Suwendra, & Susila, 2021). Dengan latar belakang tersebut maka tujuan penelitian ini untuk menganalisis mutu beton dan produktivitas truck mixer pada pengerjaan pondasi rakit.

### Metode Penelitian



**Gambar 1. Bagan alir penelitian**

### Analisis Data

Penelitian ini menggunakan analisis data untuk memeriksa memeriksa tingkat keseragaman kuat tekan beton dalam pengecoran pondasi rakit:

1. Pengendalian kualitas. Hasil nilai kuat tekan beton umur 7 hari dan 28 hari direkap kemudian dianalisis menggunakan rumus untuk menentukan nilai CL, UCL, LCL yang dapat dinyatakan dalam bentuk grafik X Chart dan R Chart menggunakan software Microsoft Excel, kemudian dilakukan pengecekan dengan evaluasi mutu menggunakan SNI 03-2847- 2019.
2. Kuat tekan beton. Data yang diperoleh dari lapangan dapat direkap menggunakan software Microsoft Excel agar memperoleh rata-rata tiap zona pengecoran, kemudian dianalisis pengaruh variabel suhu awal dan nilai slump terhadap nilai kuat tekan beton menggunakan software IBM SPSS 22.
3. Produktivitas truck mixer. Saat proses pengecoran didapatkan data lapangan berupa waktu memasukkan beton kedalam truck mixer saat di batching plan, waktu pengangkutan menuju proyek, waktu pengambilan posisi sebelum dibongkar, waktu tunggu sebelum proses penuangan beton ke concrete pump, waktu kembali ke batching plan. Dari data tersebut dilakukan perhitungan produktivitas truck mixer menggunakan rumus.

## Hasil dan Pembahasan

### A. Keseragaman Kuat Tekan Beton Berdasarkan Peta Kendali.

Proses analisis keseragaman kuat tekan beton menggunakan alat bantu pengendalian statistik berupa peta kendali atau control chart dengan jenis X Chart (peta kendali rata-rata) dan R Chart (peta kendali rentang). Langkah awal untuk analisis peta kendali X Chart dan R Chart yaitu menentukan garis pusat control limit (CL) seperti dalam tabel 1.

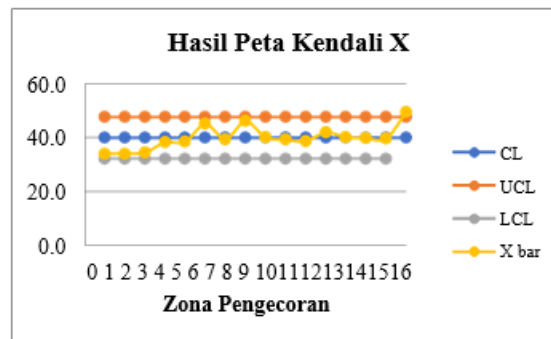
Tabel 1 Hasil perhitungan  $\bar{x}$  dan R

Zona	$x_1$	$x_2$	$\bar{x}$	R
1	36,6	31,3	34,0	5,3
2	36,5	31,5	34,0	5,1
3	35,1	33,7	34,4	1,4
4	43,6	32,7	38,2	10,9
5	45,6	31,2	38,4	14,5
6	49,5	40,6	45,1	9,0
7	43,3	35,2	39,3	8,1
8	48,9	43,2	46,1	5,7
9	37,4	42,6	40,0	5,2
10	38,9	39,5	39,2	0,7
11	40,0	37,3	38,6	2,7
12	45,7	38,1	41,9	7,6
13	43,9	36,2	40,1	7,6
14	41,7	37,7	39,7	4,1
15	40,1	39,2	39,6	0,9
16	58,5	40,5	49,5	17,9
Rata-rata			39,9	6,7
Standar Deviasi				4,1

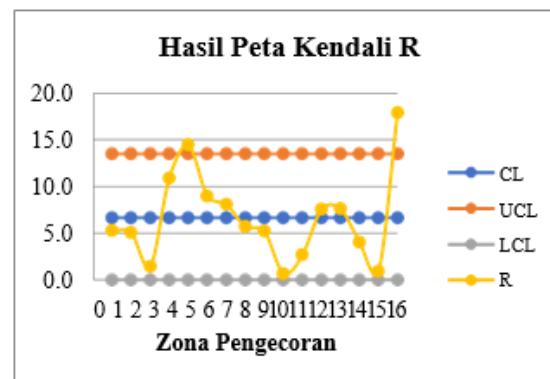
Sehingga dapat diketahui nilai Control Limit (CL), Upper Control Limit (UCL), dan Lower Control Limit (LCL) seperti dalam tabel 2.

Tabel 2 Hasil perhitungan CL, UCL, dan LCL

	CL	UCL	LCL
X	39,9	47,6	32,2
R	6,7	13,5	0



Gambar 1 Peta kendali X



Gambar 2 Peta kendali R

Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2 terlihat bahwa data yang dihasilkan dilapangan sebagian besar berada diantara UCL dan LCL atau batas terkendali yang telah ditentukan, sehingga dapat dinyatakan bahwa dalam pengerjaan beton terkendali dan tidak adanya penyimpangan dalam pembuatan beton.

**B. Keseragaman Kuat Tekan Beton Berdasarkan SNI 03-2847-2019**

Evaluasi penerimaan kuat tekan beton benda yang diuji harus memenuhi syarat yang ditentukan (Yusmar, Damara, & Sandra, 2023). Menurut Nasional (2019) mengenai Persyaratan Beton Struktural Bangunan Gedung pasal 26.12.3.1, disebutkan bahwa benda yang di uji harus memenuhi dua syarat, diantaranya (1) Nilai rata-rata dari ketiga buah benda uji yang saling berurutan memiliki nilai yang sama dengan  $f'c$  30 MPa atau

bahkan lebih, sedangkan (2) Kuat tekan yang diperoleh tidak boleh rendah dari  $f'c$  sebesar  $0,10f'c$  ( $0,10 \times 30$ ) = 3 MPa atau sama dengan  $f'c - 3$  MPa = 27 Mpa, dapat dilihat dalam tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3

Evaluasi penerimaan hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari (dikonversi 28 hari)

Zona	Kuat Tekan Silinder (MPa)	Rata2	Syarat Pasal 26.12.3.1	
		Kuat Tekan Silinder (MPa)	(1)	(2)
1	36,6	-	-	OK
2	36,5	-	-	OK
3	35,1	36,1	OK	OK
4	43,6	38,4	OK	OK
5	45,6	41,5	OK	OK
6	49,5	46,3	OK	OK
7	43,3	46,2	OK	OK
8	48,9	47,3	OK	OK
9	37,4	43,2	OK	OK
10	38,9	41,7	OK	OK
11	40,0	38,7	OK	OK
12	45,7	41,5	OK	OK
13	43,9	43,2	OK	OK
14	41,7	43,7	OK	OK
15	40,1	41,9	OK	OK
16	58,5	46,7	OK	OK

Tabel 4 Evaluasi penerimaan hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari

Zona	Kuat Tekan Silinder (MPa)	Rata2	Syarat Pasal 26.12.3.1	
		Kuat Tekan Silinder (MPa)	(1)	(2)
1	31,3	-	-	OK
2	31,5	-	-	OK
3	33,7	32,2	OK	OK
4	32,7	32,6	OK	OK

5	31,2	32,5	OK	OK
6	40,6	34,8	OK	OK
7	35,2	35,7	OK	OK
8	43,2	39,7	OK	OK
9	42,6	40,4	OK	OK
10	39,5	41,8	OK	OK
11	37,3	39,8	OK	OK
12	38,1	38,3	OK	OK
13	36,2	37,2	OK	OK
14	37,7	37,3	OK	OK
15	39,2	37,7	OK	OK
16	40,5	39,1	OK	OK

Evaluasi penerimaan hasil pengujian kuat tekan beton umur 7 hari dan 28 hari telah termasuk syarat yang ditetapkan baik syarat 1 ataupun 2 pada SNI 03-2847-2019 pasal yaitu tidak ada satupun hasil pengujian yang berada dibawah  $f'c$  -3 MPa atau sama dengan 27 MPa dan nilai rata-rata dari pengujian ketiga benda uji berurutan berada diatas 30 Mpav(Mufaizah & Soebandono, 2020).

**C. Pengaruh 2 variabel terhadap nilai kuat tekan beton**

Analisis menggunakan regresi dengan variabel suhu awal dan nilai slump terhadap kuat tekan beton, dilihat dalam tabel 5.

**Tabel 5**  
**Hasil analisis model summaryb**

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistic				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.249*	.062	-.082	4.4085	.062	.430	2	13	.659

Hasil analisis model summaryb bahwa pada nilai Sig. F Change lebih dari 0,05, yaitu sebesar 0,659 sehingga 2 variabel tersebut tidak berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Nilai R Square sebesar 0,062 maka suhu awal (X1) dan nilai slump (X2) tidak mempengaruhi nilai kuat tekan beton sebesar 6,2% sedangkan (100-6,2%) = 93,8% dipengaruhi oleh faktor-faktor yang diakibatkan dari luar variabel suhu awal (X1) dan nilai slump (X2).

Pengaruh tersebut akan dijabarkan menggunakan analisis regresi linier seperti dibawah ini.

- a. Suhu awal terhadap nilai kuat tekan beton Dari data suhu awal dibawah maka dapat dianalisis mengenai pengaruh suhu awal yang digunakan terhadap nilai kuat tekan beton, dapat dilihat dalam tabel 6 hingga tabel 8.

Tabel 6 Data suhu awal

Zona	Suhu Awal
1	22,0
2	19,8
3	21,4
4	19,4
5	20,0
6	15,4
7	17,4
8	19,7
9	18,3
10	19,3
11	18,0
12	18,6
13	20,4
14	21,0
15	20,5
16	22,5

Tabel 7 Hasil analisis model *summary*<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistic				
					R Square Change	F	df 1	df 2	Sig. F Change
1	.155 <sup>a</sup>	.024	-.046	4.3334	.024	345	1	14	.566

Tabel 8 Hasil *coefficients*

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	47.015	12.199		3.854	.002
	Suhu Awal	-.364	.620	-.155	-.587	.566

Berdasarkan tabel 8 didapatkan persamaan regersi  $Y = 47,015 - 0,364x$ , dimana nilai konstanta 47,015 hal ini menunjukkan bahwa kuat tekan beton bernilai 47,015 apabila suhu awal sama dengan 0. Variabel suhu awal (X) memiliki pengaruh negatif pada kuat tekan beton dengan koefisien regresi bernilai -0,364 yang menyatakan jika suhu awal bertambah 1% maka kuat tekan beton akan semakin turun dengan nilai sebesar 0,36% dengan mengasumsikan bahwa variabel tidak terikat yang lain adalah konstan.



Nilai signifikan (sig.) sebesar 0,566, dimana nilai 0,566 lebih tinggi dibanding dengan nilai signifikan maksimum yaitu 0,05 maka dengan ini pengaruh suhu awal terhadap kuat tekan beton adalah tidak signifikan. Nilai koefisien determinan (R square) sebesar 0,024 yang berarti bahwa sebesar 2,4% variasi variabel suhu awal yang mempengaruhi variabel kuat tekan.

- b. Nilai slump terhadap nilai kuat tekan beton Pengambilan sampel nilai slump dilakukan pada masing-masing zona, dari data slump dapat dianalisis mengenai pengaruh nilai slump yang digunakan terhadap nilai kuat tekan beton, dapat dilihat dalam tabel 9 hingga tabel 11.

Tabel 9 Data nilai slump

Zona	Nilai slump
1	14,5
2	14,9
3	14,9
4	14,5
5	14,3
6	14,6
7	14,2
8	14,1
9	13,6
10	14,4
11	13,7
12	14,2
13	13,8
14	14,6
15	14,0
16	14,5

Tabel 10 Hasil analisis model summary<sup>b</sup>

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistic				
					R Square Change	F	df 1	df 2	Sig. F Change
1	.230 <sup>a</sup>	.053	-.015	4.2692	.053	.779	1	14	.392

Tabel 11 Hasil coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	
	B	Std. Error	Beta			
1	(Constant)	75.569	40.445		1.868	.083
	Slump	-2.496	2.827	-.230	-.883	.392

Berdasarkan tabel 11 didapatkan persamaan regresi  $Y = 75,569 - 2,496x$ , dimana nilai konstanta 75,569 hal ini menunjukkan bahwa kuat tekan beton bernilai 47,015 apabila nilai slump sama dengan 0. Variabel nilai slump (X) memiliki pengaruh negatif pada kuat tekan beton dengan koefisien regresi bernilai -2,496x yang menyatakan jika

nilai slump bertambah 1% maka kuat tekan beton akan semakin turun dengan nilai sebesar 2,496% dengan mengasumsikan bahwa variabel tidak terikat yang lain adalah konstan. Nilai signifikan (sig.) sebesar 0,392, dimana nilai 0,392 lebih tinggi dibanding dengan nilai signifikan maksimum yaitu 0,05 maka dengan ini pengaruh nilai slump terhadap kuat tekan beton adalah tidak signifikan. Nilai koefisien determinan (R square) sebesar 0,053 yang berarti bahwa sebesar 5,3% variasi variabel nilai slump yang mempengaruhi variabel kuat tekan.

Pengaruh 2 variabel keseluruhan terhadap kuat tekan beton dari tabel 5 bernilai 6,2%, sedangkan untuk persenan tiap variabel suhu awal dan nilai slump terhadap kuat tekan beton sebesar 2,4% dan 5,3%.

Kemungkinan penyebab lain sebesar  $(100 - 6,2\%) = 93,8\%$  dari nilai kuat tekan beton bisa disebabkan adanya human error yaitu pembacaan suhu dan nilai slump yang kurang akurat. Maka dari itu untuk pembacaan suhu maupun pembacaan nilai slump harus lebih teliti dan pembaca lebih dari satu orang. Sedangkan untuk penyebab data yang tidak signifikan kemungkinan bahwa adanya kesalahan memilih metode analisis, disebabkan range data kurang banyak.

#### D. Analisis Produktivitas Truck Mixer

Pada saat melakukan perhitungan truck mixer perlu adanya perhitungan mengenai waktu siklus yang dibutuhkan alat mulai dari lokasi batching plant menuju lokasi pengecoran dan kembali ke batching plant, hasil perhitungan waktu siklus truck mixer dapat dilihat dalam tabel 12.

Tabel 12 Waktu siklus truck mixer

Zona	Total waktu	Produktivitas TM	Volume m3	Durasi (d) menit
	menit	m3/menit		
1	7988	0,462	510	73,3
2	7801	0,421	452,5	65,0
3	4542	0,515	316,5	45,5
4	5674	0,531	420	60,3
5	5292	0,519	385	55,3
6	6576	0,370	366	52,6
7	7003	0,476	473	68,0
8	7529	0,275	300	43,1
9	7294	0,642	684	98,3
10	6479	0,507	470	67,5
11	7789	0,318	351	50,4
12	8009	0,612	690	99,1
13	9260	0,369	480	69,0
14	8745	0,376	460	66,1
15	11819	0,305	502	72,1
16	4960	0,263	180	25,9
<b>Total</b>	<b>116760</b>	<b>6,960</b>	<b>7040</b>	<b>1011,524</b>

Perhitungan produktivitas truck mixer dengan asumsi bahwa proses perawatan mesin dari truck mixer dikerjakan dengan baik dan alat beroperasi dengan baik pula, sehingga efisiensi alat yang digunakan sebesar 0,75. (Raynonto et al., 2023)

$$\begin{aligned} P &= \{(60 \times Et) / Cmt\} \times M \\ &= \{(60 \times 0,75) / 1.011,524\} \times 10 \\ &= 6,960 \text{ m}^3/\text{menit}. \end{aligned}$$

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dipaparkan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa: (1) Berdasarkan hasil analisis control chart (peta kendali) menggunakan X Chart dan R Chart diperoleh bahwa grafik keseragaman kuat tekan beton masuk dalam kategori terkendali, apabila terjadi penyimpangan tidak terlalu signifikan. (2) Evaluasi keseragaman kuat tekan beton dengan menggunakan SNI 03-2847-2019 diperoleh bahwa mutu beton telah masuk kriteria yang telah ditentukan, yaitu pada syarat 1 dan syarat 2 sebesar 100%. (3) Suhu awal yang digunakan pada pengecoran raft foundation memiliki pengaruh terhadap kuat tekan beton sebesar 2,4%, sedangkan pada nilai slump memiliki pengaruh sebesar 5,3%. (4) Produktivitas yang diperlukan truck mixer 6,960 m<sup>3</sup>/menit dengan volume total pengecoran 7.040 m<sup>3</sup>

## BIBLIOGRAFI

- Agustina, Dwi. (2021). *Analisis Penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) Dalam Meningkatkan Kualitas Kerja Karyawan Bengkel Auto Dakar Ponorogo*. IAIN PONOROGO.
- Aribawa, Bagas Bhanu, Wijatmiko, Indradi, & Simatupang, Roland Martin. (2019). Studi Evaluasi Pengaruh Variasi Mutu Beton Terhadap Kekuatan Struktur Beton Normal Menggunakan Metode Non-Destructive Test dan Destructive Test. *Rekayasa Sipil*, 13(3), 184–192.
- Dwi P, Mohammad Adha. (2023). *Analisis Pengendalian Kualitas Batako Menggunakan Metode SPC (statistical Procces Control)(Studi Kasus UD. Mandiri)*. Universitas Islam Sultan Agung.
- Frederika, Ariany, & Widhiawati, Ida Ayu Rai. (2017). Analisis Produktivitas Metode Pelaksanaan Pengecoran Beton Ready Mix pada Balok dan Pelat Lantai Gedung. *Jurnal Spektran*, 5(1), 56–63.
- Kenedi, Kenedi. (2023). *Peran Konsultan Supervisi Dalam Pengendalian Biaya, Mutu Dan Waktu (BMW) Pada Proyek Pengawasan Pembangunan Gedung Ruang Kelas Baru Madrasah Aliah Negeri Man. 2 Kota Bengkulu Tahun 2022*. Universitas Andalas.
- Kumbadewi, Luh Sri, Suwendra, I. Wayan, & Susila, Gede Putu Agus Jana. (2021). Pengaruh umur, pengalaman kerja, upah, teknologi dan lingkungan kerja terhadap produktivitas karyawan. *Jurnal Manajemen Indonesia*, 9(1), 1–9.
- Mufaizah, Sekar Arum, & Soebandono, Bagus. (2020). Analisis Pengendalian Mutu Dan Produktivitas Pengecoran Beton Pada Retaining Dan Shear Wall. *Prosiding UMY Grace*, 1(2), 132–141.
- Muhammad, Bayu Nur Cahya Utama. (2022). *Analisis Produktivitas Alat Berat Concrete Pump dan Pada Pembangunan Gedung MPP di Klaten*. Universitas Tunas Pembangunan.
- Pratama, Muhammad Febriansyah Reski. (2021). *Analisa Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Konstruksi*. Universitas Hasanuddin.
- Pratiwi, Sekar Arum, & Pudyastuti, Purwanti Sri. (2023). Pengawasan dan Pengendalian Mutu Beton pada Pelaksanaan Pembangunan Bendungan Jlantah. *Prosiding Seminar*

*Nasional Teknik Sipil UMS, 50–57.*

Randan, Fedelia, Mara, Junus, & Tangdialla, Lintje Tammu. (2021). Produktivitas Alat Berat Pengecoran Kolom pada Pembangunan Apartemen 31 Sudirman Suites Makassar. *Paulus Civil Engineering Journal, 3*(3), 303–313.

Raynonto, Muhammad Yusril, Isdyanto, Andi, Rustam, Muhammad Syarif Prasetya Adiguna, Chyntia, Jessica, Syahrir, Muhammad, Fauzi, Mohammad, Hamdi, Fauzan, Bachtiar, Erniati, Kusuma, Ari, & Sopacua, Helen Adry Irene. (2023). *Perencanaan Produktivitas Alat Berat Bagi Pemula*. Tohar Media.

Renilaili, Renilaili. (2022). Pengendalian Mutu Produk Semen Melalui Pendekatan Statistical Quality Control (SQC)(Studi Kasus Di PT. Semen Baturaja). *Pengendalian Mutu Produk Semen Melalui Pendekatan Statistical Quality Control (SQC)(Studi Kasus Di PT. Semen Baturaja)*.

Sinaga, Richard Edwardo. (2021). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Lanjutan Provinsi Sumatera Utara I Medan*.

Yusmar, Fajri, Damara, Rivaldo, & Sandra, Nevy. (2023). Evaluasi Mutu Material Pekerjaan Struktur Atas Proyek Tower X Berdasarkan SNI 2847 2019 dan SNI 2052 2017. *CIVED, 10*(2), 661–669.

---

**Copyright holder:**

Bagus Soebandono (2022)

**First publication right:**

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

**This article is licensed under:**

