

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah campuran dari agregat kasar, agregat halus, semen dan juga air. Pekerjaan pengecoran merupakan penuangan beton segar kedalam elemen struktur yang telah dipasang tulangan dan bekisting. Sebelum pengecoran harus dilakukan pengecekan apakah pemasangan tulangan dan bekisting sudah sesuai dengan rencana.

Pada proyek besar pekerjaan pengecoran biasanya menggunakan beton *ready mix* yang berasal dari *batching plant* kemudian dibawa ke lokasi proyek. Sebelum beton sampai ke lokasi akan dihitung *cycle time* agar kualitas beton pada saat sampai ke lokasi proyek sesuai dengan perencanaan. Untuk mengetahui apakah kualitas beton baik maka ketika *mixer truck* datang dilakukan uji *slump test* terlebih dahulu. Jika nilai *slump test* lebih kecil dari *slump* rencana, maka beton terlalu kering dan dikhawatirkan akan terjadi *crack*, sehingga dapat diperbaiki dengan menambahkan air terlebih dahulu. Jika nilai *slump test* lebih besar dari *slump* rencana, maka beton terlalu encer dan dikhawatirkan terjadi segregasi, sehingga diperbaiki dengan menambahkan zat kimia. Selain *slump test* juga ada pengambilan sampel untuk diuji tekan.

Pada proyek gedung bertingkat yang lebih dari dua lantai biasanya dibantu dengan alat berat seperti *concrete pump* untuk mempermudah pekerjaan dan menghemat waktu, karena jika dilakukan secara manual akan membutuhkan banyak waktu dan biaya. Untuk itu menarik untuk mengkaji tentang pengendalian aspek mutu dan waktu dalam suatu proyek.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Adakah pengaruh mutu beton terhadap penggunaan *concrete pump*?
2. Adakah pengaruh *slump* beton terhadap penggunaan *concrete pump*?
3. Berapa produktivitas *concrete pump* dan *mixer truck*?

1.3 Lingkup Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Proyek Gedung *Research and Innovation Center of* Dasron Hamid yang berada di dalam lingkungan kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini memiliki batasan - batasan sebagai berikut :

1. Pengambilan data dilakukan pada proyek Gedung *Research and Innovation Center* lantai 3.
2. Bahan pembuatan benda uji yaitu beton *ready mix* yang berasal dari *batching plant*.
3. Alat berat yang digunakan pada penelitian yaitu *mixer truck* dan *concrete pump*.
4. Pengujian yang dilakukan dilapangan adalah pengambilan sampel *slump test*, uji tekan beton sebelum dan sesudah dipompa menggunakan *concrete pump*.
5. Analisis yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode analisis regresi dengan *software* SPSS dan JASP.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memperoleh perbandingan hasil uji tekan beton sebelum dan sesudah dipompa menggunakan *concrete pump*.
2. Memperoleh perbandingan hasil uji *slump test* beton sebelum dan sesudah dipompa menggunakan *concrete pump*.
3. Menganalisis produktivitas *concrete pump* dan *mixer truck*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai rujukan untuk menambah perkembangan ilmu pengetahuan .
2. Memberikan wawasan tentang penggunaan analisis regresi menggunakan *software* SPSS dan JASP.
3. Diharapka setelah penelitian ini dapat memberikan bukti nyata.

BAB II.
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

2.2.1 Penelitian terdahulu tentang produktivitas *mixer truck* dan *concrete pump*

Secara teori produktivitas adalah perbandingan antara input dengan output atau perbandingan antara sumber daya dengan hasil produksi yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, perbandingan produktivitas dapat dibedakan menjadi beberapa hal yaitu : alat, uang, tenaga kerja, material, dan metode. Efektivitas pengelolaan sumber daya adalah kunci tercapainya kesuksesan konstruksi. (Jawat, Rahadiani, & Armaeni, 2018)

Hasil dari penelitian (Jawat et al., 2018) tentang produktivitas *truck concrete pump* dan *truck mixer* pada pekerjaan pengecoran beton *ready mix* memiliki waktu siklus yang dapat dilihat pada tabel 2.1 dengan total siklus *truck concrete mixer* 124,79 menit atau 2,079 jam untuk pekerjaan pengecoran beton *ready mix* volume 65m³ sehingga dapat disimpulkan bahwa produktivitas *truck concrete pump* adalah 0,521m³ / menit. Sedangkan untuk *mixer truck* memiliki waktu siklus yang dapat dilihat pada tabel 2.2 dengan total siklus 592,78 menit dengan volume pengecoran beton yang sama yaitu 65m³ memiliki produktivitas 0,835m³ / menit.

Tabel 2.1 Waktu siklus *truck concrete pump* (Jawat et al., 2018)

No	Tahap pengecoran	Waktu efektif (menit)	Waktu <i>delay</i> (menit)	Waktu total (menit)
1	Tahap 1	7,26	3,21	10,47
2	Tahap 2	7,05	3,07	10,12
3	Tahap 3	7,15	3,45	10,60
4	Tahap 4	7,18	3,48	10,66
5	Tahap 5	7,23	4,18	11,41
6	Tahap 6	6,28	4,02	10,30
7	Tahap 7	10,52	2,43	13,35
8	Tahap 8	7,42	2,19	10,01
9	Tahap 9	7,48	1,42	8,90
10	Tahap 10	9,23	6,21	15,44
11	Tahap 11	6,14	7,39	13,53
Waktu total siklus				124,79

Tabel 2.2 Waktu siklus *mixer truck* (Jawat et al., 2018)

No	Truk	Waktu muat beton ke ke <i>mixer truck</i> (menit)	Waktu angkut ke lokasi proyek (menit)	Waktu tunggu (menit)	Waktu tuang ke <i>concrete pump</i> (menit)	Waktu kembali ke pabrik beton (menit)	Waktu tunggu untuk dimuat (menit)	Waktu total (menit)
1	Truk 1	5,38	15,11	3,28	6,47	15,07	3,00	48,31
2	Truk 2	5,43	14,43	4,09	6,23	13,11	4,14	47,43
3	Truk 3	5,41	15,16	4,21	6,13	14,27	3,38	48,56
4	Truk 4	5,43	15,30	4,18	6,20	15,15	3,58	50,24
5	Truk 5	5,42	14,56	3,48	6,26	15,21	4,09	49,02
6	Truk 6	5,42	15,46	4,02	6,03	15,03	5,17	51,13
7	Truk 7	5,41	17,05	2,43	10,25	17,23	4,03	56,40
8	Truk 8	5,44	17,19	4,37	7,15	17,49	4,19	56,23
9	Truk 9	5,43	19,09	4,43	7,23	20,01	4,23	60,42
10	Truk 10	5,43	19,20	6,21	9,00	19,38	4,36	63,58
11	Truk 11	5,40	19,53	7,39	5,42	19,57	4,15	61,46
Waktu Total siklus								592,78

2.2.2 Penelitian terdahulu tentang penerimaan mutu beton berdasarkan SNI 03 – 2847 - 2002

Menurut (Abdullah, 2015) untuk menjamin mutu beton pada gedung yang sedang dibangun, maka harus memenuhi dua kriteria yang terdapat pada Standar Nasional Indonesia tahun 2002 .

Dua kriteria yang dimaksud berada pada pasal 7.6.3.3 yang pertama berisi rata – rata dari tiga uji tekan yang berurutan harus memiliki mutu yang sama atau lebih besar dari mutu rencana (f_c') dan yang kedua berisi dari dua hasil kuat tekan benda uji yang berurutan tidak boleh mempunyai nilai di bawah f_c' melebihi 3,5 MPa (SNI, 2002). Berikut ini merupakan contoh uji tekan beton yang memenuhi persyaratan di atas pada tabel 2.3.

Dari tabel 2.3 menunjukkan bahwa semua sampel uji tekan beton telah memenuhi syarat yang berada pada 7.6.3.3. pada SNI 03 – 2847 – 2002 dimana nilai f_c' rencananya sebesar 22, 83 MPa dan semua kuat tekan 3 silinder berturut - turut telah melebihi f_c' rencana, sehingga semua syarat telah terpenuhi.

Tabel 2.3 Hasil evaluasi penerimaan kuat tekan beton berdasarkan SNI

No.	Kuat tekan silinder 28 hari			Kuat tekan 3 silinder berturut - turut	Syarat pasal 7.6.3.3	
	Sil. a	Sil. B	Rata - rata		a	b
1	30,18	29,79	29,99	-	-	OK
2	31,36	31,36	31,36	-	-	OK
3	27,97	26,88	27,43	29,59	OK	OK
4	27,41	27,68	27,55	28,78	OK	OK
5	26,08	26,51	26,30	27,09	OK	OK
6	26,72	26,30	26,51	26,78	OK	OK
7	24,69	24,89	24,79	25,87	OK	OK
8	24,89	25,08	24,99	25,43	OK	OK
9	24,83	24,27	24,55	24,78	OK	OK
10	24,08	24,46	24,27	24,60	OK	OK

2.2 Dasar Teori

Pengendalian proyek adalah menentukan standar yang sesuai secara terstruktur agar sesuai dengan sasaran perencanaan, membandingkan pelaksanaan pekerjaan dilapangan dengan standar yang telah ada dan mengambil tindakan jika dilakukan penyimpangan pada standar yang telah ditetapkan agar sumber daya yang digunakan dapat dimanfaatkan secara efektif dan efisien.(Ridwan & Ajiono, 2017)

Berikut ini adalah bentuk – bentuk pengendalian yang harus dilakukan untuk aspek mutu dan juga waktu.

2.2.3 Ready mix

Menurut (Frederika & Widhiawati, 2017) beton *ready mix* adalah pencampuran material beton yang dibuat di *batching plant*, kemudian diangkut menggunakan *mixet truck* ke lokasi proyek. Penggunaan beton *ready mix* sangat menguntungkan bagi proyek, terutama proyek dengan kebutuhan volume yang besar. Keuntungan yang didapat adalah mengurangi waktu untuk pembuatan beton sehingga dapat melanjutkan pekerjaan ke pengecoran.

Berikut ini merupakan beberapa cara pembuatan beton *ready mix*, yaitu (Frederika & Widhiawati, 2017) :

1. *Central-mixed concrete* adalah pembuatan beton dengan pencampuran material beton dilakukan pada sebuah mixer kemudian setelah sudah menjadi

beton *ready mix* diangkut menggunakan truk molen ke lokasi proyek yang dituju.

2. *Shrink-mixed concrete* adalah pembuatan beton dengan pencampuran material beton setengah jadi pada sebuah mixer kemudian pencampuran selanjutnya dilakukan pada perjalanan menuju proyek menggunakan *mixer truck*.
3. *Truck-mixed concrete* adalah pembuatan beton dengan pencampuran material beton sepenuhnya dilakukan didalam *mixer truck* dalam perjalanan menuju proyek. Cara pembuatan beton ini juga dapat disebut *transit mixed concrete*.

2.2.4 *Slump test*

Slump adalah salah satu cara untuk menentukan kekentalan beton segar dengan menggunakan alat kerucut abram dan tusukan kemudian diukur keruntuhannya dengan satuan mm atau cm (SNI, 2000). Penentuan nilai *slump* dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Penentuan nilai slump

Pemakaian beton (berdasarkan jenis struktur yang dibuat)	Maksimum (cm)	Minimum (cm)
Dinding, plat fondasi dan fondasi telapak bertulang.	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison, dan struktur di bawah tanah.	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom, dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal (beton massa)	7,5	2,5

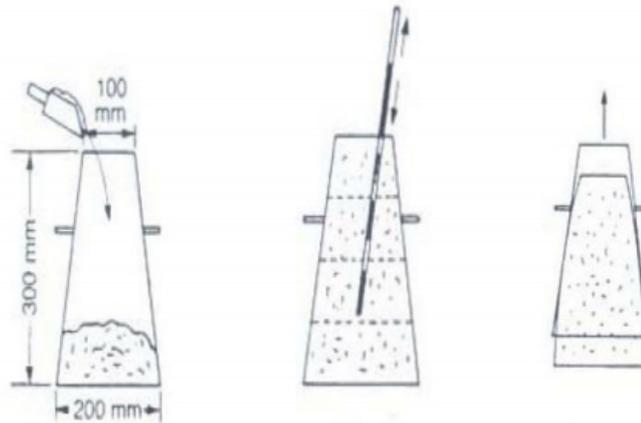
Sumber : (PBI, 1971)

Prosedur pengujian *slump* yaitu dengan memasukkan beton segar sebanyak 1/3 bagian dari kerucut abram kemudian ditusuk dengan tusukan sebanyak 25 kali sampai kerucut abram penuh. Setelah kerucut terisi penuh, kerucut abram diangkat dan diukur keruntuhannya. Lebih detailnya dapat dilihat pada gambar 2.1.

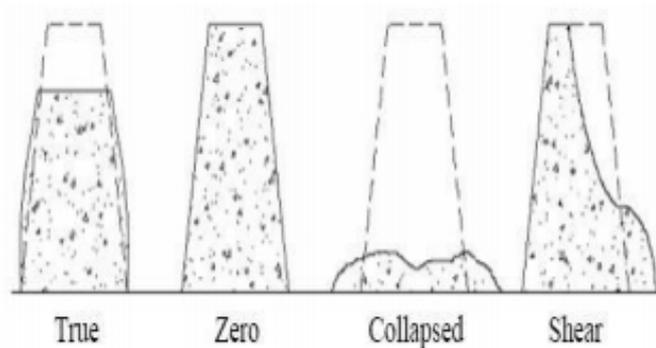
Menurut (Zoolfakar, 2019) *slump test* di bagi menjadi beberapa macam yaitu:

1. *True slump* adalah pengujian *slump* dengan hasil akhir mengikuti bentuk cetakan yang digunakan namun mengalami kemerosotan.

2. *Zero slump* adalah pengujian *slump* dengan hasil akhir mengikuti cetakan dengan sempurna, menunjukkan bahwa campran sangat kering (sangat rendah rasio semen dengan air)
3. *Collapsed slump* adalah pengujian *slump* dengan hasil akhir tidak mengikuti bentuk cetakan, ini menunjukkan bahwa campuran tergolong basah (sangat tinggi rasio semen dengan air).
4. *Shear slump* adalah pengujian *slump* dengan hasil akhir tidak mengikuti bentuk cetakan. Pada pengujian ini hasilnya tidak memenuhi syarat sehingga diperlukan pengujian ulang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2.2 .



Gambar 2.1 Prosedur pengujian *slump* (Zoolfakar, 2019).



Gambar 2.2 Macam – macam *slump test*.(Zoolfakar, 2019)

2.2.5 Kuat tekan beban beton

Kuat tekan beban beton adalah kehancuran beton yang diakibatkan oleh besarnya gaya tekan per satuan luas yang dihasilkan oleh mesin (SNI, 1990).

Menurut (Fardheny, Ma'ruf, Fitriati, & Hamdani, 2019) titik puncak kekuatan beton berada pada umur 28 hari sehingga pengujian uji tekan beton dilakukan saat beton berumur 28 hari agar hasilnya sesuai dengan kualitas beton yang telah direncanakan. Maka dari itu beton yang telah berumur 28 hari telah siap untuk menerima tekanan oleh mesin uji tekan beton. Namun bila pada umur 3 atau 7 hari sudah diuji, maka akan dikonversikan menjadi ke 28 hari untuk mengetahui kekuatan maksimum. Penggunaan konversi pada uji kuat tekan dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Rasio kuat tekan terhadap umur beton

Umur (hari)	Rasio kuat tekan
3	0,40
7	0,65
14	0,88
21	0,95
28	1,00
90	1,20
365	1,35

Sumber: PBI-1971

2.2.6 Analisis regresi

Analisis regresi adalah pemahaman perubahan variabel melalui pengolahan data statistik antar variabel dengan memperkirakan variabel dependen dan variabel independen (Krishna Garkal, 2019).

Menurut (Kurniawan, 2008) regresi linear dibagi menjadi dua jenis yang pertama disebut dengan regresi linier sederhana dimana pada regresi ini variabel sederhana hanya memiliki variabel terikat (dependen Y) dan variabel bebas (independen Y) hanya satu seperti pada persamaan 2.1.

$$Y = a + bX \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

a = Konstanta

- b = Koefisien
 Y = Variabel terikat (dependen)
 X = Variabel bebas (independen)

Regresi linear yang kedua adalah regresi linear berganda dimana pada regresi ini memiliki variabel terikat (dependen Y) hanya satu namun memiliki variabel bebas (independen X) lebih dari satu seperti pada persamaan 2.2.

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :

- a = Konstanta
 b = Koefisien
 Y = Variabel terikat (dependen)
 X = Variabel bebas (independen)

2.2.7 Program JASP

Jeffrey's Amazing Statistics Program atau yang lebih dikenal dengan singkatan JASP adalah suatu program yang dirancang dengan sederhana untuk mengolahan data statistik. Ada dua fitur yang membedakan JASP dengan program pengolahan data lainnya, yang pertama JASP memberikan hasil kepada pengguna langsung saat mereka melakukan perubahan dan hasilnya dapat langsung dipublikasikan dengan tampilan yang minimalis dan menarik, yang kedua dapat melakukan analisis bayesian dimana analisis ini belum tersedia pada perangkat lunak statistik grafis (Love et al., 2019).

Menurut (Love et al., 2019) program JASP menyediakan beberapa metode analisis dasar yaitu :

- a. ANOVA
- b. ANCOVA
- c. Linear regression
- d. Test of correlation
- e. Contingency tabels

2.2.8 Program SPSS

Statistical Product and Service Solution atau yang lebih dikenal dengan SPSS adalah program yang handal untuk pengujian analisis dan dikhususkan untuk pengolahan data statistik (Ismail & Safitri, 2019). *Statistical Product and Service Solution* atau SPSS berfungsi untuk mengolah data – data statistik pada analisis regresi ataupun kuantitatif sesuai dengan kebutuhan. Dimana program SPSS merupakan aplikasi yang digunakan analisis statistika tingkat lanjut dengan cara menganalisis, mengumpulkan, menabulasi, dan mencari angka untuk keterangan (Zein et al., 2019).

2.2.9 Analisis metode SQC (*Statistical Quality Control*)

Menurut (Danil Saputra, 2019) *Statistical Quality Control* (SQC) adalah metode statistik yang menghilangkan sebab khusus dengan memisahkan variasi ilmiah dengan variasi sebab akibat, mempertahankan dan membangun serta proses perbaikan.

Pengendalian kualitas *Statistical Quality Control* (SQC) memiliki 5 metode tahapan implementasi peningkatan kualitas DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improvement and Control*) yang dijabarkan di bawah ini :

1. *Define*

Define bertujuan untuk menentukan sumber – sumber (*resources*) untuk mengidentifikasi produk agar dapat memperbaikinya dalam pelaksanaan proyek.

2. *Measure* (Pengukuran)

Measure (pengukuran) bertujuan untuk mengetahui proses kinerja dan proses produksi dengan menganalisis tingkat kecacatan yang mungkin di pengaruhi oleh tingkat variasi peralatan dan tingkat variasi operator. Berikut ini merupakan beberapa cara untuk perhitungan kecacatan suatu sampel:

a. Peta Kendali P

Peta kendali P digunakan untuk proses pengendalian secara statistik yang mengalami ketidaksesuaian sehingga diproses lebih lanjut dengan persamaan berikut ini .

- 1) Menghitung presentase kerusakan

$$P = \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Jumlah produksi}} \times 100 \dots \dots \dots (2.3)$$

2) Menghitung *Central Line* (CL)

$$CL = \frac{\text{Jumlah total rusak}}{\text{Jumlah total diperiksa}} \dots \dots \dots (2.4)$$

3) Menghitung *Upper Control Line* (UCL)

$$UCL = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \dots \dots \dots (2.5)$$

4) Perhitungan *Lower Control Line* (LCL)

$$LCL = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \dots \dots \dots (2.6)$$

b. Diagram kontrol Cacat C 100%

Diagram kontrol merupakan diagram yang mengontrol apakah kecacatan suatu produk masih bisa diterima (persyaratan) atau tidak diterima dengan persamaan berikut ini :

1) Rata – rata produksi

$$\text{Rata – rata produksi} = \frac{\text{total produksi}}{\text{jumlah sampel}} \dots \dots \dots (2.7)$$

2) Rata – rata kerusakan

$$\text{Rata – rata kerusakan} = \frac{\text{total kerusakan}}{\text{jumlah sampel}} \dots \dots \dots (2.8)$$

3) Kerusakan maksimum

$$= \text{rata – rata kerusakan} + 3 \sqrt{\text{rata-rata kerusakan}} \dots \dots \dots (2.9)$$

4) Kerusakan minimum

$$= \text{rata – rata kerusakan} - 3 \sqrt{\text{rata-rata kerusakan}} \dots \dots \dots (2.10)$$

5) Menghitung *Central Line* (CL)

$$CL = \frac{\text{Jumlah total rusak}}{\text{Jumlah total diperiksa}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.11)$$

6) Menghitung *Upper Control Line* (UCL)

$$UCL = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.12)$$

7) Perhitungan *Lower Control Line* (LCL)

$$LCL = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.13)$$

3. *Analyze* (Analisis)

Analisis merupakan upaya untuk mengetahui penyebab ketidak sesuaian dan kesenjangan yang terjadi apakah akan berakibat pada dalam sebuah perhitungan

4. *Improvment* (Perbaikan)

Perbaikan dilakukan agar mengatasi masalah yang ada dengan mengembangkan ide dan mengukur hasil kembali.

5. *Control* (Pengendalian)

Pengendalian dilakukan untuk mengendalikan produk – produk yang dihasilkan agar tidak menyimpang dari mutu yang sudah disyaratkan.

2.2.10 Analisis Six Sigma

Menurut (Saifudin Bahrud, 2017) *six sigma* merupakan suatu analisis yang dapat menghitung pengendalian kualitas kecacatan suatu sampel. Berikut ini merupakan persamaan yang digunakan pada analisis *six sigma*.

1. Menghitung *Mean* (CL)

$$CL = P = \frac{\sum np}{\sum n} \dots\dots\dots(2.14)$$

2. Menghitung cacat produk (p)

$$p = \frac{np}{n} \dots\dots\dots(2.15)$$

3. Menghitung (UCL)

$$UCL = P + 3 \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} \dots\dots\dots(2.16)$$

4. Menghitung (LCL)

$$LCL = P - 3 \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} \dots\dots\dots(2.17)$$

5. Menghitung *Defect per Unit* (DPU)

$$DPU = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{jumlah produk yang diteliti}} \dots\dots\dots(2.18)$$

6. Menghitung *Defect per Opportunity* (DPO)

$$DPO = \frac{DPU}{CTQ} \dots\dots\dots(2.19)$$

7. Perhitungan *Defect per Milion Opportunity* (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1000000 \dots\dots\dots(2.20)$$

2.2.11 Produktivitas *mixer truck*

Truck mixer adalah alat bantu berupa truk yang berguna untuk mengangkut beton *ready mix* dari lokasi pembuatan ke lokasi proyek.(Jawat et al., 2018).

Menurut (Jawat et al., 2018) adapun hal – hal yang perlu diperhatikan untuk menghitung produktivitas truck mixer yaitu :

- a. Waktu muat (Cms) adalah waktu yang diperlukan untuk memuat beton ke truck mixer.
- b. Waktu angkut (tam dan tk) adalah waktu yang dibutuhkan truck mixer untuk mengangkut beton dari *batching plant* ke lokasi proyek dan kembslil lagi menuju *batching plant*.
- c. Waktu bongkar muatan (tb) adalah waktu yang dibutuhkan pada saat truck mixer menuangkan beton ke dalam *cocrete pump* dan dituangkan ke lokasi pengecoran.
- d. Waktu posisi pembongkaran (tt) adalah waktu yang dibutuhkan pada saat truck mixer mengambil posisi sebelum menuangkan beton ke *concrete pump*.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa perhitungan waktu siklus (*cycle time*) dapat dirumuskan pada persamaan 2.21.

$$C_m = C_{ms} + t_{am} + t_k + t_b + t_t \text{ (menit)} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dan untuk menghitung produktivitas *mixer truck* dapat dilihat pada persamaan 2.22.

$$P = \{(60 \times E_t) / C_{m_t}\} \times M \dots\dots\dots(2.22)$$

dimana :

P = Produktivitas

E_t = Efisiensi *mixer truck*

C_{m_t} = *cycle time* pada *mixer truck*

M = Jumlah *truck mixer*

2.2.11 Produktivitas *concrete pump*

Concrete pump adalah alat yang digunakan untuk menyalurkan beton melalui saluran tertutup (pipa / selang) dengan metode kombinasi vertikal dan horizontal dari *mixer truck* menuju ke lokasi pengecoran (Frederika & Widhiawati, 2017).

. Pengecoran dengan menggunakan *concrete pump* dapat dihitung produktivitasnya dalam persamaan 2.23 dan 2.24.

$$\text{Analisa durasi} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Durasi}} \dots\dots\dots(2.23)$$

atau

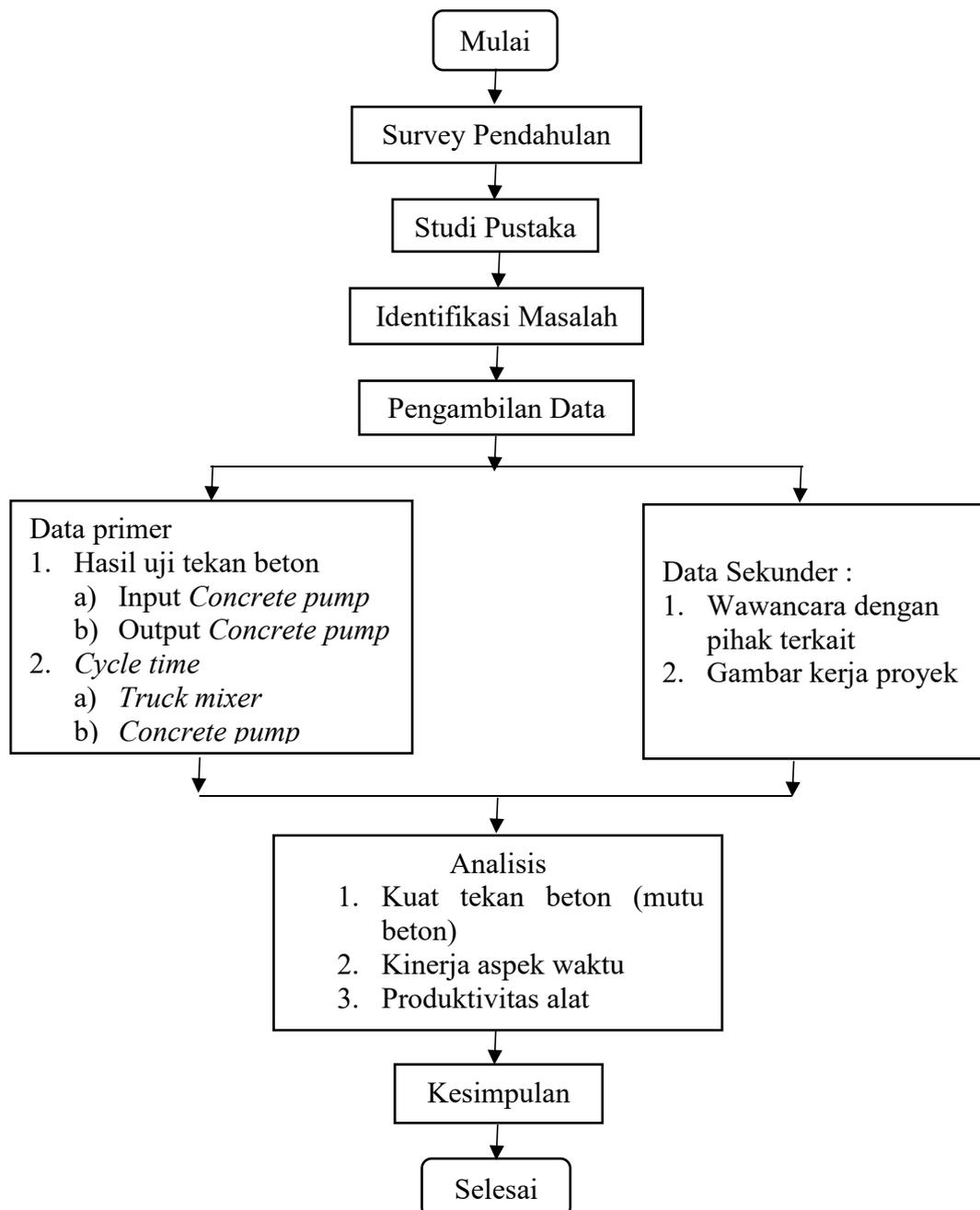
$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kapasitas}}{\text{CT}} \dots\dots\dots(2.24)$$

CT merupakan *cycle time* yang diperoleh dari waktu total dimana waktu total berasal dari total dari waktu delay ditambah dengan waktu efektif.

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Secara garis besar, tahapan penelitian dibagi kedalam beberapa tahap seperti dalam bentuk bagan alir pada gambar 3.12.



Gambar 3.1 Bagan alir pengujian.

3.2 Bahan atau Materi

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah beton *ready mix* yang berasal dari *batching plant* dan juga belerang yang digunakan untuk *caping* sampel beton.



Gambar 3.2 Beton *ready mix* yang diangkut menggunakan *mixer truck*.



Gambar 3.2 Belerang.

3.3 Alat

Alat - alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Mixer truck*

Pada penelitian ini, *mixer truck* digunakan untuk mengangkut beton *ready mix* yang berada di *batching plant* ke lokasi pembangunan proyek.



Gambar 3.4 *Mixer truck*.

2. *Concrete pump*

Pada penelitian ini, *concrete pump* digunakan untuk memompa beton dari truk mixer ke dalam lokasi pengecoran yang berada di lantai 3.



Gambar 3.5 *Concrete pump*.

3. Cetakan silinder beton

Pada penelitian ini, silinder beton dengan dimensi diameter 15cm dan tinggi 30cm digunakan untuk membuat sampel beton pada beton yang diangkut menggunakan *mixer truck* dan telah dipompa oleh *concrete pump*.



Gambar 3.6 Cetakan silinder beton.

4. Cetokan

Pada penelitian ini, cetokan digunakan untuk memasukan beton kedalam cetakan silinder beton dan kerucut abram.



Gambar 3.7 Penggunaan cetok.

5. Kerucut abram beserta batang penusuk

Pada penelitian ini, kerucut abram beserta tusukan digunakan untuk pengujian *slump test*. Kerucut abram memiliki diameter atas sebesar 10cm, diameter bawah sebesar 20cm dan tinggi 300cm. Batang penusuk setinggi 60cm dan diameter 26mm.



Gambar 3.8 Kerucut abram dan tusukan.

6. Meteran

Pada penelitian ini meteran digunakan untuk mengukur tinggi pada pengujian *slump test*.



Gambar 3.9 Meteran.

7. Cetakan *caping*

Pada penelitian ini, cetakan *caping* digunakan untuk mencetak belerang pada saat membuat *caping* pada benda uji yaitu beton silinder.



Gambar 3.10 Alat *caping*.

8. Kompor

Pada penelitian ini kompor digunakan untuk memanaskan belerang pada saat proses *caping*.



Gambar 3.11 Kompor

9. Wajan beserta sendok sayur

Pada penelitian ini wajan beserta sendok sayur digunakan untuk memanaskan belerang dan juga menuang belerang kedalam cetakan *caping*.



Gambar 3.12 Wajan dan sutil

10. Alat uji tekan beton

Alat uji tekan beton digunakan untuk menguji silinder beton yang sudah di *caping* agar dapat mengetahui kekuatan beton.



Gambar 3.13 Alat uji tekan beton.

3.4 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan langsung di proyek sebanyak dua kalidan di laboratorium sebanyak empat kali dengan tempat dan waktu sebagai berikut :

1. Pengambilan data zona 2

Tempat : Proyek gedung *Research and Innovation Center*
Alamat : Jl. Brawijaya, Geblagan, Tamantirto, Kec. Kasihan, Kab. Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55183
Hari : Rabu
Tanggal : 19 Agustus 2020
Waktu : Pukul 08.00 WIB – selesai
Kegiatan : Pengecoran zona 2

2. Pengambilan data zona 3

Tempat : Proyek gedung *Research and Innovation Center*
Alamat : Jl. Brawijaya, Geblagan, Tamantirto, Kec. Kasihan, Kab. Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55183
Hari : Kamis
Tanggal : 27 Agustus 2020
Waktu : Pukul 08.00 WIB – selesai
Kegiatan : Pengecoran zona 3

3. Pengambilan data uji tekan

Tempat : Laboratorium Teknik Sipil dan Lingkungan UNY
Alamat : Jl. Colombo No. 1, Karang Gayam, Caturtunggal, Kec. Depok , Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281
Hari : Jumat
Tanggal : 28 Agustus 2020
Waktu : Pukul 08.00 WIB – selesai
Kegiatan : Uji tekan beton umur 7 hari zona 2

4. Pengambilan data uji tekan

Tempat : Laboratorium Teknik Sipil dan Lingkungan UNY
Alamat : Jl. Colombo No. 1, Karang Gayam, Caturtunggal, Kec.

Depok , Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta
55281

Hari : Rabu
Tanggal : 16 September 2020
Waktu : Pukul 08.00 WIB – selesai
Kegiatan : Uji tekan beton umur 28 hari zona 2

5. Pengambilan data uji tekan

Tempat : Laboratorium Teknik Sipil dan Lingkungan UNY
Alamat : Jl. Colombo No. 1, Karang Gayam, Caturtunggal, Kec.
Depok , Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta
55281

Hari : Rabu
Tanggal : 3 September 2020
Waktu : Pukul 08.00 WIB – selesai
Kegiatan : Uji tekan beton umur 7 hari zona 3

6. Penelitian Kedua

Tempat : Laboratorium Teknik Sipil dan Lingkungan UNY
Alamat : Jl. Colombo No. 1, Karang Gayam, Caturtunggal, Kec.
Depok , Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta
55281

Hari : Jumat
Tanggal : 35 September 2020
Waktu : Pukul 08.00 WIB – selesai
Kegiatan : Uji tekan beton umur 28 hari zona 3

3.5 Tahapan Penelitian

Pada penelitian tahapan - tahapan yang dilakukan harus diperhatikan agar runtut, teratur, dan hasilnya dapat sesuai dengan harapan.

Pada penelitian ini, pengambilan sampel dilakukan pada beton *output concrete pump*. Berikut ini adalah tahap - tahap detail pembuatan sampel mutu beton :

1. Persiapan alat

Persiapan dilakukan dengan menyiapkan silinder beton, alat uji *slump*, meteran, dan tempat penulisan data ke lantai 3 proyek gedung Research and innovation center seperti terlihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Persiapan alat.

2. Pengambilan data uji *slump*

Uji *slump* dilaksanakan saat beton dari *mixer truck* dialirkan ke *concrete pump*. Pada saat beton mengalir melalui *concrete pump*, beton diambil kemudian diuji *slump* yang dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.15 Uji *slump*.

3. Pembuatan sampel beton

Beton yang diambil sampel adalah beton yang sudah diambil data uji *slump* terlebih dahulu. Pembuatan sampel beton dilakukan pada truck mixer dengan urutan ganjil, hal ini dilakukan agar dapat dibandingkan dengan sampel sebelum dialirkan melalui *concrete pump* yang dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Pengambilan sampel beton.

4. Pelepasan silinder beton

Pelepasan silinder beton dilakukan kurang lebih 24 jam setelah beton dibuat, pelepasan silinder beton dapat dilihat pada gambar 3.17.



Gambar 3.17 Pelepasan silinder beton.

5. Perawatan sampel beton

Perawatan sampel beton atau yang biasa disebut dengan *curing* dilakukan dengan cara merendam sampel beton ke dalam bak air selama 7 hari dan 28 hari seperti pada gambar 3.18.



Gambar 3.18 Perawatan sampel beton.

6. *Caping* sampel beton

Pembuatan *caping* dilakukan dengan cara melelehkan belerang terlebih dahulu, kemudian belerang dimasukkan kedalam cetakan *caping* yang telah diolesi dengan oli. Sebelum belerang mengeras segera tempelkan permukaan sampel beton kedalam belerang. Tunggu hingga belerang mengeras. Setelah mengeras, sampel beton dapat diangkat dari cetakan.



Gambar 3.19 Pembuatan *caping*.

Tujuan pembuatan *caping* ini adalah melapisi permukaan pada silinder beton agar rata sehingga pada saat uji tekan beton mendapatkan hasil yang maksimal. *Caping* dilakukan sebelum pengujian sampel beton. Pembuatan *caping* sampel beton dapat dilihat pada gambar 3.18 dan hasil dari *caping* sampel beton dapat dilihat pada gambar 3..20



Gambar 3.20 Hasil pembuatan *caping*.

7. Pengujian sampel beton

Pengujian sampel beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari dan telah di *caping*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Negeri Yogyakarta yang dapat dilihat pada gambar 3.21.



Gambar 3.21 Pengujian sampel beton.

8. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data dari pengujian lapangan yaitu data uji *slump* dan data uji tekan beton. Kemudian mengumpulkan data primer yang berasal dari PT. Umat Mandiri Berkemajuan-UCT.

9. Pengolahan data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *software microsoft excel*, JASP dan SPSS dengan metode analisis regresi.

3.6 Analisis Data

Dalam penelitian ini menggunakan data sekunder yang didapat dari PT. Umat Mandiri Berkemajuan-UCT, data sekunder yang diperlukan pada penelitian ini adalah :

1. Data hasil *slump test* pada lantai 3 zona 2
2. Data hasil uji tekan sampel beton pada lantai 3 zona 2
3. Data *cycle time concrete pump* dan *mixer truck* pada pengecoran lantai 3 zona 2

Selain data sekunder penelitian ini juga menggunakan data primer yang didapatkan dengan cara pengujian di lapangan yang sudah dijelaskan secara rinci diatas. Kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan *microsoft excel*, program spss dan jasp dengan menggunakan metode analisis regresi

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Uji Kuat Tekan Beton

Uji kuat tekan beton dilakukan di laboratorium teknik sipil Universitas Negeri Yogyakarta, pengujian ini dilakukan agar dapat mengetahui kekuatan maksimal sampel beton dalam satuan MPa. Pengujian dilakukan sebanyak dua kali yaitu pengujian pada 7 hari dan pada 28 hari. Berikut ini merupakan proses pengujian tekan beton yang dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2 di bawah ini.



Gambar 4.1 Uji tekan sampel beton.



Gambar 4.2 Hasil retakan uji tekan sampel beton.

Hasil pengujian kuat tekana beton umur 7 hari dan umur 28 hari dapat dilihat pada lampiran 1. Berikut ini merupakan hasil uji kuat tekan beton yang sudah dikonversi menjadi 28 hari. Hasil uji tekan sampel beton sebelum dipompa ke dalam *concrete pump* dapat dilihat pada tabel 4.1 sedangkan hasil uji tekan setelah menggunakan *concrete pump* dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.1 Hasil uji tekan beton sebelum dipompa *concrete pump*.

No	Kode	Mutu rencana	Umur	Berat (gram)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Beban (ton)	Ket.
1	TM 1	25	28	12350	151,20	302,30	41	√
				12365	150,50	301,60	74	√
2	TM 3	25	28	12420	152,30	303,10	39	√
				12250	151,50	300,30	62	√
3	TM 5	25	28	12355	150,20	302,20	35	√
				12005	150,70	300,90	53	√
4	TM 7	25	28	12630	150,90	302,30	33	√
				11990	151,10	301,20	68	√
5	TM 9	25	28	12455	151,20	302,40	39	√
				12150	151,50	300,90	55	√
6	TM 11	25	28	12320	151,40	303,30	40	√
				12205	150,90	301,50	58	√
7	TM 13	25	28	12325	150,80	302,80	37	√
				12155	150,10	301,80	52	√
8	TM 15	25	28	22250	151,40	302,10	38	√
				12985	151,60	301,90	55	√
9	TM 17	25	28	12330	152,20	302,10	36	√
				12210	151,20	300,20	65	√
10	TM 19	25	28	12450	151,40	303,10	40	√
				12045	151,20	300,50	55	√

Sumber : PT. UMB-UCT

Dilihat dari tabel 4.1 dapat diketahui bahwa 20 sampel beton yang telah dibuat sebelum dipompa kedalam *concrete pump* memiliki kualitas mutu yang baik, 20 sampel tersebut memiliki hasil lebih besar dari mutu yang direncanakan sehingga dapat disimpulkan beton tersebut telah sesuai dengan mutu beton rencana..

Berikut ini pada tabel 4.2 merupakan hasil uji tekan beton yang dilakukan di Laboratorium Universitas Negeri Yogyakarta oleh peneliti setelah beton dipompa menggunakan *concrete pump*.

Tabel 4.2 Hasil uji tekan beton sesudah dipompa *concrete pump*.

No	Kode	Mutu rencana	Umur	Berat (gram)	Diameter (mm)	Tinggi (mm)	Beban (MPa)	Ket.
1	TM 1	25	28	11900	148,83	303,95	29,85	√
				12000	148,61	301,89	25,43	√
2	TM 3	25	28	11900	148,23	305,81	35,96	√
				12050	148,09	306,44	29,59	√
3	TM 5	25	28	11900	147,34	305,19	28,97	√
				12000	147,76	303,03	28,58	√
4	TM 7	25	28	12050	148,43	304,85	28,55	√
				12050	148,27	304,64	32,93	√
5	TM 9	25	28	11950	147,98	302,73	21,70	×
				12150	149,35	303,79	25,83	√
6	TM 11	25	28	11800	149,02	305,15	26,14	√
				12100	149,16	301,88	25,24	√
7	TM 13	25	28	12100	148,27	303,02	28,61	√
				12100	147,50	301,92	25,82	√
8	TM 15	25	28	12100	147,75	303,77	31,76	√
				12100	150,71	304,56	23,63	×
9	TM 17	25	28	12050	148,88	304,78	33,33	√
				12200	147,56	306,22	39,68	√
10	TM 19	25	28	11000	147,08	305,46	32,06	√
				11950	147,28	301,11	29,92	√

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil UNY

Dari tabel 4.2 dapat diketahui bahwa dari 20 jumlah sampel hanya ada 2 sampel uji tekan beton yang telah dipompa *concrete pump* tidak sesuai dengan mutu yang direncanakan. Namun dilihat dari sebagian besar pengujian, semuanya sudah memenuhi mutu rencana. Sehingga, 2 sampel uji tekan beton yang tidak masuk pada mutu rencana dapat diakibatkan karena sampel beton berongga, campuran beton tidak tercampur secara presisi, terjadi segregasi dan *human error*.

Dari pengujian yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa perbandingan antara hasil uji tekan beton sebelum dipompa menggunakan *concrete pump* pada tabel 4.1 dengan hasil uji tekan beton sesudah dipompa menggunakan *concrete pump* pada tabel 4.2 mengalami penurunan. Dari 20 sampel ada 12 sampel yang mengalami penurunan mutu beton. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *concrete pump* dapat sedikit mengurangi kualitas mutu beton.

4.2 Analisis Statistik Deskriptif

Berkut ini merupakan hasil uji tekan sampel beton 7 hari yang di konversi menjadi 28 hari dan 28 hari dengan sampel sebelum dipompa menggunakan *concrete pump* dan setelah dipompa menggunakan *concrete pump*. Dapat dilihat pada tabel 4.3 dan 4.46.

Tabel 4.3 Hasil uji tekan sampel beton umur 7 hari konversi 28 hari.

No.	Kode	Mutu Rencana (MPa)	Kuat Tekan Beton (MPa)		Selisih
			Sebelum <i>concrete pump</i>	Sesudah <i>concrete pump</i>	
1	TM 1	25	34,22	29,85	4,36
2	TM 3		32,48	35,96	3,49
3	TM 5		29,52	28,97	0,55
4	TM 7		27,83	28,55	0,72
5	TM 9		32,98	21,70	11,29
6	TM 11		33,46	26,14	7,32
7	TM 13		31,15	28,61	2,54
8	TM 15		31,58	31,76	0,18
9	TM 17		29,98	33,33	3,34
10	TM 19		33,51	32,06	1,45
	Rata – rata		31,67	29,69	

Tabel 4.4 Hasil uji tekan sampel beton umur 28 hari.

No.	Kode	Mutu Rencana (MPa)	Kuat Tekan Beton (MPa)		Selisih
			Sebelum <i>concrete pump</i>	Sesudah <i>concrete pump</i>	
1	TM 1	25	40,78	25,43	15,35
2	TM 3		33,71	29,59	4,12
3	TM 5		29,13	28,58	0,55
4	TM 7		37,17	32,93	4,24
5	TM 9		29,91	30,78	0,87
6	TM 11		31,79	25,24	6,55
7	TM 13		28,81	25,82	2,99
8	TM 15		29,87	23,63	6,24
9	TM 17		35,49	29,84	5,65
10	TM 19		30,03	29,92	0,11
	Rata – rata		32,67	28,18	

Dilihat dari tabel 4.3 hasil uji tekan sampel beton 7 hari yang telah di konversi menjadi 28 hari sebelum dipompa menggunakan *concrete pump*

memiliki nilai rata – rata sebesar 31,67 MPa sedangkan uji tekan sampel beton sesudah dipompa menggunakan *concrete pump* memiliki nilai rata – rata sebesar 29,69 MPa. Pada tabel 4.4 hasil uji tekan sampel beton 28 hari sebelum dipompa menggunakan *concrete pump* memiliki nilai rata – rata sebesar 32,67 dan uji tekan sampel beton sesudah dipompa menggunakan *concrete pump* memiliki nilai rata – rata sebesar 28,18 MPa. Bila dicermati dengan seksama dua tabel diatas memiliki sebuah kesamaan, dimana dua tabel tersebut memiliki nilai rata – rata yang cenderung menurun setelah penggunaan *concrete pump*.

4.3 Evaluasi penerimaan mutu beton menggunakan SNI 03 – 2847 – 2002

Berdasarkan SNI 03 – 2847 – 2002 uji tekan beton memiliki beberapa syarat penerimaan mutu beton seperti yang terdapat pada pasal 7.6.3.3. Hal tersebut membuat pengujian tekan beton mendapatkan evaluasi sesuai dengan persyaratan SNI 03 – 2847 – 2002 pada pasal 7.6.3.3. Sehingga evaluasi penerimaan mutu beton dijabarkan pada tabel 4.5 dan 4.6.

Tabel 4.5 Sampel 1 tidak dipengaruhi *concrete pump*

Tanggal Pembuatan	Kuat tekan beton (Mpa)	Average kuat tekan 2 silinder	Average kuat tekan 3 silinder	Syarat pasal 7.6.3.3	
				a	b
19/08/2020	34.22	-	-		OK
19/08/2020	32.48	33.35	-		OK
19/08/2020	29.52	31.00	-	-	OK
19/08/2020	27.83	28.68	31.01	OK	OK
19/08/2020	32.98	30.41	30.03	OK	OK
19/08/2020	33.46	33.22	30.77	OK	OK
19/08/2020	31.15	32.31	31.98	OK	OK
19/08/2020	31.58	31.37	32.30	OK	OK
19/08/2020	29.98	30.78	31.48	OK	OK
19/08/2020	33.51	31.75	31.30	OK	OK

Dari tabel 4.5 dan tabel 4.6 dapat disimpulkan bahwa rata - rata dua uji tekan beton berturut - turut dan rata - rata tiga uji tekan beton berturut - turut yang sebelum dipompa menggunakan *concrete pump* dan sesudah dipompa menggunakan *concrete pump* semuanya sudah masuk kedalam syarat a maupun b dari pasal 7.6.3.3 pada SNI 03 – 2847 – 2002 .

Tabel 4.6 Sampel 1 dipengaruhi *concrete pump*

Tanggal Pembuatan	Kuat tekan beton (Mpa)	Average kuat tekan 2 silinder	Average kuat tekan 3 silinder	Syarat pasal 7.6.3.3	
				a	b
19/08/2020	29.85	-	-		-
19/08/2020	35.96	32.91	-		OK
19/08/2020	28.97	32.47	-	-	OK
19/08/2020	28.55	28.76	31.38	OK	OK
19/08/2020	21.70	25.13	28.78	OK	OK
19/08/2020	26.14	23.92	25.94	OK	OK
19/08/2020	28.61	27.38	25.47	OK	OK
19/08/2020	31.76	30.19	27.16	OK	OK
19/08/2020	33.33	32.55	30.04	OK	OK
19/08/2020	32.06	32.70	31.81	OK	OK

Tabel 4.7 Sampel 2 tidak dipengaruhi *concrete pump*

Tanggal Pembuatan	Kuat tekan beton (Mpa)	Average kuat tekan 2 silinder	Average kuat tekan 3 silinder	Syarat pasal 7.6.3.3	
				a	b
19/08/2020	40.78	-	-		OK
19/08/2020	33.71	37.25	-		OK
19/08/2020	29.13	31.42	-	-	OK
19/08/2020	37.17	33.15	33.94	OK	OK
19/08/2020	29.91	33.54	32.70	OK	OK
19/08/2020	31.79	30.85	32.51	OK	OK
19/08/2020	28.81	30.30	31.56	OK	OK
19/08/2020	29.87	29.34	30.16	OK	OK
19/08/2020	35.49	32.68	30.77	OK	OK
19/08/2020	30.03	32.76	31.59	OK	OK

Dari tabel 4.7 dan tabel 4.8 dapat disimpulkan bahwa rata - rata dua uji tekan beton berturut - turut dan rata - rata tiga uji tekan beton berturut - turut yang sebelum dipompa menggunakan *concrete pump* dan sesudah dipompa menggunakan *concrete pump* semuanya sudah masuk kedalam syarat a maupun b dari pasal 7.6.3.3 pada SNI 03 – 2847 – 2002 tidak ada yang tidak memenuhi syarat yang telah di tentukan baik syarat a maupun syarat b.

Tabel 4.8 Sampel 2 dipengaruhi *concrete pump*

Tanggal Pembuatan	Kuat tekan beton (Mpa)	Average kuat tekan 2 silinder	Average kuat tekan 3 silinder	Syarat pasal 7.6.3.3	
				a	b
19/08/2020	25.43	-	-		OK
19/08/2020	29.59	27.51	-		OK
19/08/2020	28.58	29.09	-	-	OK
19/08/2020	32.93	30.76	29.12	OK	OK
19/08/2020	30.78	31.86	30.57	OK	OK
19/08/2020	25.24	28.01	30.21	OK	OK
19/08/2020	25.82	25.53	28.47	OK	OK
19/08/2020	23.63	24.73	26.09	OK	OK
19/08/2020	29.84	26.74	25.66	OK	OK
19/08/2020	29.92	29.88	27.11	OK	OK

4.4 Analisis Statistik Deskriptif Menggunakan *Software SPSS*

Dari data uji tekan sampel beton dapat dihitung dengan analisis statistik deskriptif menggunakan *software Statistical Product and Service Solution (SPSS)* kita dapat mengetahui nilai *minimum*, *maximum*, standar deviasi dan *mean*, seperti yang dijabarkan nilainya pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Analisis statistik deskriptif menggunakan SPSS

Nama	Jumlah (N)	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>	<i>Mean</i>	Stdv
Data primer 1	10	21,70	35,96	29,69	3,97
Data sekunder 1	10	27,83	34,22	31,67	2,05
Data primer 2	10	23,63	32,93	28,18	2,98
Data sekunder 2	10	28,81	40,78	32,67	4,02

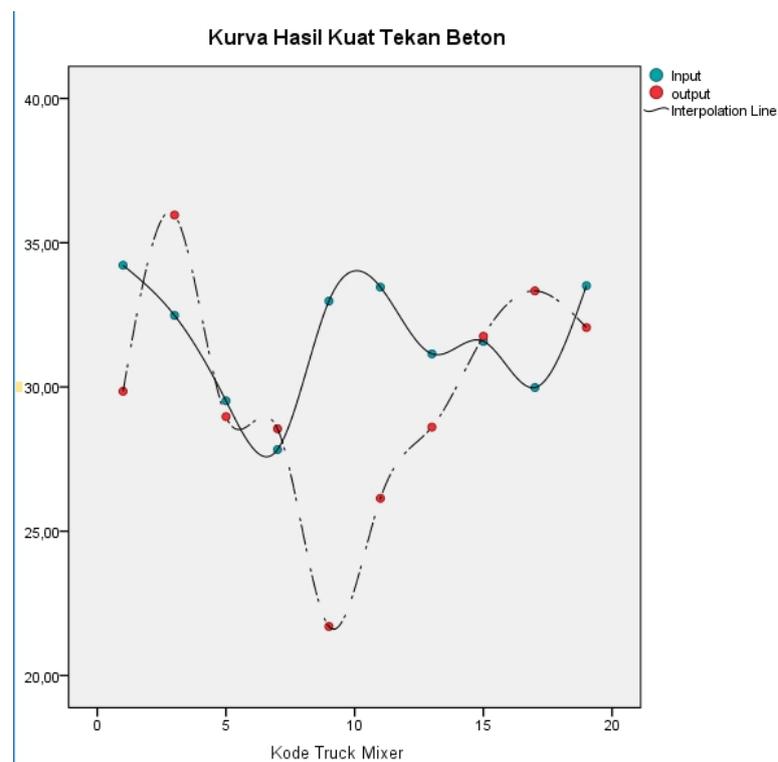
Dari tabel 4.9 dapat dilihat bahwa dari data primer 1 (*data output concrete pump*) memiliki nilai *minimum* sebesar 21,70, nilai *maximum* sebesar 35,96, nilai *mean* sebesar 29,69 dan nilai standar deviasi sebesar 3,97. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai *mean* lebih besar dari nilai standar deviasi ($29,69 > 3,97$) sehingga dapat disimpulkan data tersebut memiliki data yang sebarannya merata.

Dari perhitungan data sekunder 1 (*data input concrete pump*) memiliki nilai *minimum* sebesar 27,83, nilai *maximum* sebesar 34,22, nilai *mean* sebesar 31,67

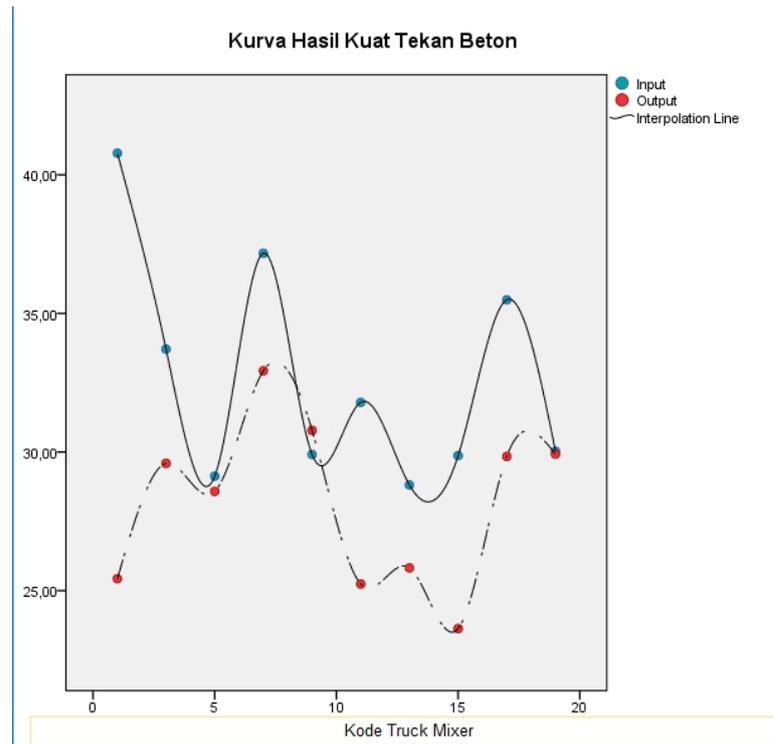
dan nilai standar deviasi sebesar 2,05. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai *mean* lebih besar dari nilai standar deviasi ($31,67 > 2,05$) sehingga dapat disimpulkan data tersebut memiliki data yang sebaraya merata.

Dari perhitungan data primer 2 (data *output concrete pump*) memiliki nilai *minimum* sebesar 23,63, nilai *maximum* sebesar 32,93, nilai *mean* 28,18 dan standar deviasi sebesar 2,98. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai *mean* lebih besar dari nilai standar deviasi ($28,18 > 2,98$) sehingga dapat disimpulkan data tersebut memiliki data yang sebaranya merata.

Dari perhitungan data sekunder 2 (data *input concrete pump*) memiliki nilai *minimum* sebesar 28,81, nilai *maximum* sebesar 40,78, nilai *mean* sebesar 32,67 dan nilai standar deviasi sebesar 4,02. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa nilai *mean* lebih besar dari nilai standar deviasi ($32,67 > 4,02$) sehingga dapat disimpulkan data tersebut memiliki data yang sebaranya merata. Berikut ini merupakan kurva hasil kuat tekan beton pada gambar 4.3 dan 4.4 dibawah ini.



Gambar 4.3 Kurva kuat tekan beton 7 hari konversi 28 hari.



Gambar 4.4 Kurva kuat tekan beton 28 hari.

Pada gambar 4.3 dan 4.4 merupakan kurva hasil uji tekan beton, kurva yang pertama adalah kurva hasil uji kuat beton 7 hari kemudian di konversi menjadi 28 hari dan kurva yang kedua adalah kurva hasil kuat tekan beton 28 hari. Pada penelitian ini memiliki dua sampel yaitu *input* dan *output*. Dimana *input* merupakan hasil uji kuat tekan sampel beton sebelum dipompa menggunakan *concrete pump*, sedangkan *output* merupakan hasil uji kuat tekan sampel beton sesudah dipompa menggunakan *concrete pump*.

Dari kurva diatas dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan sampel beton *input* lebih besar dibandingkan dengan nilai *output*. Hal ini bisa terjadi karena pada saat pengujian tidak meratanya campuran mortar dengan kerikil sehingga mengakibatkan nilai kuat tekan beton menurun. Dan kemungkinan adanya penyebab lain seperti pada saat pembuatan sampel beton, silinder beton berongga udara sehingga menyebabkan sampel silinder beton berongga dan mengakibatkan nilai kuat tekan beton menurun. Semua ini juga tidak luput dari *human eror* dimana kesalahan - kesalahan kecil yang kemungkinan terjadi pada setiap tahapan yang telah dilakukan.

4.5 Analisis Regresi Menggunakan *Software* SPSS dan *Software* JASP

Pada analisis ini data yang digunakan adalah data hasil *slump test* yang disandingkan dengan data uji kuat tekan sampel beton agar dapat mengetahui hubungan antara variabel bebas (x) dan variabel terikat (y) menggunakan analisis regresi dengan *software* SPSS dan *software* JASP pada sampel sebelum dipompa menggunakan *concrete pump* (sampel 1) pada tabel 4.10 dan 4.11.

Tabel 4.10 Hasil *output coefficients^a* *software* SPSS sampel 1

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	44,022	6,656		6,614	,000
Nilai Slump (cm)	-,843	,418	-,429	-2,014	,059

Sumber : *Output SPSS*

Tabel 4.11 Hasil *output coefficients^a* *software* JASP sampel 1

Model		Unstandardized	Standard Error	Standardized	t	P
H ₀	(intercept)	30,682	0,724		42,351	<,001
H ₁	(intercept)	44,022	6,656		6,614	<,001
	Nilai slump (x)	-0,843	0,418	-0.429	-2,204	0,059

Sumber : *Output JASP*

Dari tabel 4.10 dan tabel 4.11 dapat diketahui bahwa nilai slump (x) memiliki nilai konstanta sebesar 0,843, apabila konstanta nilai slump dinaikan sebesar 1% maka nilai slump akan naik sebanyak 0,843%. Begitu juga dengan nilai kuat tekan beton (y) yang memiliki nilai konstanta 44,022 apabila konstantanya dinaikkan sebesar 1% maka nilai kuat tekan beton akan naik sebanyak 44,022%.

Dari uraian juga dapat diketahui nilai probabilitas sebesar 0,001 lebih kecil dibandingkan dengan nilai signifikan yaitu 0,059 sehingga dapat di simpulkan bahwa nilai slump dapat mempengaruhi kuat tekan beton. Dan diperoleh persamaan regresi $y = 44,022 + 0,843x$.

Tabel 4.12 Hasil *output coefficients*^a software SPSS sampel 2

Model	Unstandardized		Standardized	T	Sig.
	coefficients		Coefficients		
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	40,305	9,130		4,415	,000
Nilai Slump (cm)	-,624	,574	-,248	-1,088	,291

Sumber : Output SPSS

Tabel 4.13 Hasil *output coefficients*^a software JASP sampel 2

Model		Unstandarized	Standard Error	Standarized	t	P
H ₀	(intercept)	30,422	0,927		32,828	<,001
H ₁	(intercept)	40,305	9,130		4,415	<,001
	Nilai slump (x)	-0,624	0,574	-0.248	-1,088	0,291

Sumber : Output JASP

Dari tabel 4.12 dan tabel 4.13 dapat diketahui bahwa nilai slump (x) memiliki nilai konstanta sebesar 0,624, apabila konstanta nilai slump dinaikan sebesar 1% maka nilai slump akan naik sebanyak 0,624%. Begitu juga dengan nilai kuat tekan beton (y) yang memiliki nilai konstanta 40,305 apabila konstantanya dinaikkan sebesar 1% maka nilai kuat tekan beton akan naik sebanyak 40,305%.

Dari uraian juga dapat diketahui nilai probabilitas sebesar 0,001 lebih kecil dibandingkan dengan nilai signifikan yaitu 0,291 sehingga dapat di simpulkan bahwa nilai slump dapat mempengaruhi kuat tekan beton. Dan diperoleh persamaan regresi $y = 40,305 + 0,624x$.

4.6 Slump Test

Berikut ini merupakan hasil *slump test* yang dilakukan pada proyek gedung *Research and Innovation Center* lantai 3 zona 2. Pada penelitian ini memiliki dua hasil *slump test* yaitu *slump test* sebelum menggunakan *concrete pump (input)* pada tabel 4.14 dan *slump test* sesudah menggunakan *concrete pump (output)* pada tabel 4.15.

Tabel 4.14 *Slump test* sebelum menggunakan *concrete pump*

No	No. Truk mixer	Kode	Slump (cm)	Jumlah Spesimen
1	764	TM 1	16	2
2	738	TM 2	14,5	-
3	997	TM 3	15	2
4	737	TM 4	14,5	-
5	761	TM 5	15	2
6	831	TM 6	15,5	-
7	736	TM 7	16	2
8	765	TM 8	14,5	-
9	764	TM 9	14,5	2
10	738	TM 10	14,5	-
11	997	TM 11	15,5	2
12	737	TM 12	14,5	-
13	761	TM 13	14,5	2
14	831	TM 14	14	-
15	736	TM 15	14,5	2
16	765	TM 16	15	-
17	764	TM 17	14,5	2
18	738	TM 18	14,5	-
19	997	TM 19	15	2
20	761	TM 20	14,5	-

Tabel 4.15 *Slump test* sesudah menggunakan *concrete pump*

No	No. Truk mixer	Kode	Slump (cm)	Jumlah Spesimen
1	764	TM 1	19	2
2	738	TM 2	12	-
3	997	TM 3	15	2
4	737	TM 4	17	-
5	761	TM 5	19	2
6	831	TM 6	19	-
7	736	TM 7	17	2
8	765	TM 8	18	-
9	764	TM 9	17	2
10	738	TM 10	17	-
11	997	TM 11	16	2
12	737	TM 12	16	-
13	761	TM 13	17	2
14	831	TM 14	16	-
15	736	TM 15	17	2
16	765	TM 16	16	-
17	764	TM 17	12	2
18	738	TM 18	17	-
19	997	TM 19	17	2
20	761	TM 20	18	-

PT. Umat mandiri berkemajuan memiliki standar pengujian *slump* yaitu 14 ± 2 cm. Hal ini menyebabkan ada beberapa sampel beton yang tidak masuk ke dalam standar *slump test*. Berikut ini pada tabel 4.16 dan tabel 4.17 merupakan data nilai *slump test* yang tidak masuk dalam standar.

Tabel 4.16 Data *slump test* yang tidak memenuhi standar (*input*)

No	No. Truk mixer	Kode	Slump (cm)	Keterangan
1	764	TM 1	16	√
2	738	TM 2	14,5	√
3	997	TM 3	15	√
4	737	TM 4	14,5	√
5	761	TM 5	15	√
6	831	TM 6	15,5	√
7	736	TM 7	16	√
8	765	TM 8	14,5	√
9	764	TM 9	14,5	√
10	738	TM 10	14,5	√
11	997	TM 11	15,5	√
12	737	TM 12	14,5	√
13	761	TM 13	14,5	√
14	831	TM 14	14	√
15	736	TM 15	14,5	√
16	765	TM 16	15	√
17	764	TM 17	14,5	√
18	738	TM 18	14,5	√
19	997	TM 19	15	√
20	761	TM 20	14,5	√

Dari tabel 16 dan 17 dapat dilihat bahwa setelah penggunaan *concrete pump* nilai *slump* mengalami kenaikan sehingga banyak nilai *slump* yang tidak masuk dalam standar. Dalam 20 sampel *slump test* sebelum dipompa ke dalam *concrete pump (input)* semua masuk kedalam standar atau bisa dikatakan 100% masuk ke dalam standar. Namun dalam 20 sampel *slump test* sesudah dipompa ke dalam *concrete pump* hanya 7 yang masuk ke dalam standar atau sekitar 35% dan yang tidak masuk dalam standar berjumlah 13 atau sekitar 65%.

Dilihat dari data di atas nilai *slump test* sebelum dipompa menggunakan *concrete pump* memiliki nilai yang baik. Namun sebaliknya nilai *slump test* sesudah dipompa menggunakan *concrete pump* sebagian besar tidak memenuhi

standar, jadi dapat disimpulkan bahwa *concrete pump* dapat mempengaruhi nilai *slump test*.

Hal tersebut bisa terjadi karena pada saat pengambilan sampel *slump test* setelah dipompa melalui *concrete pump* adukan beton tidak tercampur secara merata antara mortar dan kerikil sehingga mengakibatkan nilai *slump test* yang tinggi.

Tabel 4.17 Data *slump test* yang tidak memenuhi standar (*output*)

No	No. Truk mixer	Kode	Slump (cm)	Keterangan
1	764	TM 1	19	×
2	738	TM 2	12	√
3	997	TM 3	15	√
4	737	TM 4	17	×
5	761	TM 5	19	×
6	831	TM 6	19	×
7	736	TM 7	17	×
8	765	TM 8	18	×
9	764	TM 9	17	×
10	738	TM 10	17	×
11	997	TM 11	16	√
12	737	TM 12	16	√
13	761	TM 13	17	×
14	831	TM 14	16	√
15	736	TM 15	17	×
16	765	TM 16	16	√
17	764	TM 17	12	√
18	738	TM 18	17	×
19	997	TM 19	17	×
20	761	TM 20	18	×

4.7 Produktivitas *concrete pump* dan *mixer truck*

Berikut ini merupakan data *cycle time* dari *mixer truck* yang telah dicatat pada proses pengecoran beton *ready mix* oleh PT. Umat Mandiri Berkemajuan-UCT dengan total pengecoran beton *ready mix* sebanyak 132 m³ yang dibawa oleh *mixer truck* dari *batching plant* ke lokasi proyek dan menuju *batching plant* kembali. Hal ini dilakukan secara berulang - ulang sampai dengan selesai, data *cycle time* dijabarkan pada tabel 4.18.

Tabel 4.18 Data *cycle time mixer truck*

No	No. Truk mixer	Kode	Slump (cm)	Vol. (m ³)	Waktu Kedatangan dan Penuangan Beton				
					Jam Order	Keluar B. plant	Masuk Proyek	Mulai Tuang	Selesai Tuang
1	764	TM 1	16	6	08.00	08.30	09.20	09.40	10.00
2	738	TM 2	14,5	6	08.00	08.44	09.30	10.02	10.16
3	997	TM 3	15	6	08.00	08.57	09.51	10.17	10.36
4	737	TM 4	14,5	6	08.00	09.09	10.08	10.38	10.47
5	761	TM 5	15	6	08.00	09.10	10.16	10.50	11.01
6	831	TM 6	15,5	6	08.00	09.40	10.30	11.04	11.15
7	736	TM 7	16	6	08.00	09.58	10.44	11.17	11.23
8	765	TM 8	14,5	6	08.00	10.19	10.59	11.30	11.41
9	764	TM 9	14,5	6	08.00	10.44	11.25	11.43	11.53
10	738	TM 10	14,5	6	08.00	10.53	11.50	12.09	12.27
11	997	TM 11	15,5	6	08.00	11.28	12.08	12.26	12.46
12	737	TM 12	14,5	6	08.00	11.35	12.15	12.49	12.59
13	761	TM 13	14,5	6	08.00	11.42	12.34	13.00	13.16
14	831	TM 14	14	6	08.00	11.58	12.43	13.22	13.30
15	736	TM 15	14,5	6	08.00	12.10	12.51	13.31	13.48
16	765	TM 16	15	6	08.00	12.24	13.08	13.52	14.05
17	764	TM 17	14,5	6	08.00	12.35	13.18	14.09	14.20
18	738	TM 18	14,5	6	08.00	13.00	13.50	14.22	14.31
19	997	TM 19	15	6	08.00	13.07	14.16	14.50	15.07
20	761	TM 20	14,5	6	08.00	14.05	14.46	15.11	15.30
21	736	TM 21	14	6	08.00	14.16	15.27	15.32	16.00
22	764	TM 22	15	6	08.00	15.13	15.55	16.02	16.11

Dari data tabel 4.19 dapat diketahui bahwa jumlah total siklus yang dibutuhkan untuk pengecoran beton *ready mix* dari *batching plant* menuju lokasi proyek dengan total beton sebanyak 132m³ dan menggunakan 22 *mixer truck* adalah 3462 menit. Dan dapat diketahui nilai produktivitas *mixer truck* dengan persamaan 2.22.

$$P = \{(60 \times E_t) / C_{m_t}\} \times M \dots\dots\dots(2.22)$$

$$\begin{aligned}
 P &= \{(60 \times 0,75) / 3462\} \times 22 \\
 &= 0,013 \times 22 \\
 &= 0,286 \text{ m}^3 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

Menurut PERMEN PU No. 28/PRT/M/2016 kondisi alat pada saat pelaksanaan operasi dan pemeliharaan mesin dengan baik memiliki faktor koefisien sebesar 0,75. Sehingga dapat disimpulkan bahwa produktivitas *mixer truck* 0,286 m³ / jam

Tabel 4.19 Waktu siklus *mixer truck*

No	No TM	Waktu muat beton ke <i>mixer truck</i> (menit)	Waktu angkut ke lokasi proyek (menit)	Waktu tunggu (menit)	Waktu tuang ke <i>concrete pump</i> (menit)	Waktu kembali ke <i>batching plant</i> (menit)	Waktu total (menit)
		Cms	Tam	Tt	Tb	Tk	
1	764	15	50	20	20	50	155
2	738	15	46	32	14	46	153
3	997	16	54	26	19	54	169
4	737	13	59	30	9	59	170
5	761	14	66	34	11	66	191
6	831	15	50	34	11	50	160
7	736	16	46	33	6	46	147
8	765	15	40	31	11	40	137
9	764	15	41	18	10	41	125
10	738	14	57	19	18	57	165
11	997	16	40	18	20	40	134
12	737	13	40	34	10	40	137
13	761	15	52	26	16	52	161
14	831	15	45	39	8	45	152
15	736	16	41	40	17	41	155
16	765	17	44	44	13	44	162
17	764	13	43	51	11	43	161
18	738	17	50	32	9	50	158
19	997	16	69	34	17	69	205
20	761	14	51	25	19	51	160
21	736	15	71	5	28	71	190
22	764	15	42	7	9	42	115
Waktu total siklus (menit)							3462

Setelah menghitung produktivitas *mixer truck* selanjutnya menghitung produktivitas *concrete pump* dengan data waktu siklus pada tabel 4.20. Dari tabel 4.20 dapat diketahui bahwa waktu delay adalah waktu yang diambil dari jeda waktu prmompaan awal ke pemompaan selanjutnya sedangkan waktu efektif adalah waktu yang dipakai selama pemompaan berlangsung. Sehingga dapat diperoleh waktu siklus total sebesar 393 menit dan produktivitas *concrete pump* dapat dihitung pada persamaan 2.24.

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Kapasitas}}{\text{CT}} \dots\dots\dots(2.24) \\
 &= \frac{132}{393} = 0,336 \text{ m}^3 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

Sehingga produktivitas *concrete pump* dengan *cycle time* 393 menit dan volume 132 m³ sebesar 0,336 m³ / jam.

Tabel 4.20 Waktu siklus *concrete pump*

No	No TM	waktu efektif (menit)	waktu delay (menit)	waktu total (menit)
1	764	764	2	22
2	738	738	1	15
3	997	997	2	21
4	737	737	3	12
5	761	761	3	14
6	831	831	2	13
7	736	736	7	13
8	765	765	2	13
9	764	764	16	26
10	738	738	1	19
11	997	997	3	23
12	737	737	1	11
13	761	761	6	22
14	831	831	1	9
15	736	736	4	21
16	765	765	4	17
17	764	764	2	13
18	738	738	19	28
19	997	997	4	21
20	761	761	2	21
21	736	736	2	30
22	764	764	0	9
Waktu total siklus (menit)				393

4.8 Analisa Durasi

Besarnya durasi yang didapatkan *mixer truck* dan *concrete pump* pada pengecoran dengan volume 132m³ dapat dihitung pada persamaan 2.23.

$$\begin{aligned} \text{Analisa durasi} &= \frac{\text{Volume pekerjaan } \textit{mixer truck}}{\text{Durasi}} \dots\dots\dots(2.23) \\ &= \frac{132}{0,286} = 461,6 \text{ menit} = 7,69 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{Analisa durasi} = \frac{\text{Volume pekerjaan } \textit{concrete pump}}{\text{Durasi}}$$

$$= \frac{132}{0,336} = 392,8 \text{ menit} = 6,55 \text{ jam}$$

Besarnya durasi *mixer truck* dengan volume 132m^3 durasi 0,286 adalah 7,69 jam, sedangkan durasi yang dibutuhkan *concrete pump* adalah 6,55 jam.

4.9 Analisis menggunakan metode SQC

4.9.1 Analisis Kuat tekan beton

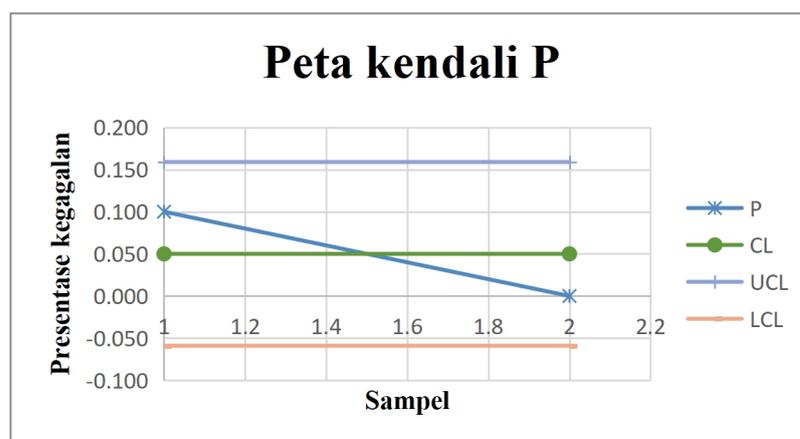
Berikut ini adalah Hasil pengujian tekan beto yang telah dihitung menggunakan metode SQC (*Statistical Quality Control*) yang dapat dilihat pada tabel 4.21, tabel 4.22 dan gambar 4.5.

Tabel 4.21 Rekap data perhitungan sampel

Pengujian	Jumlah benda uji	Jumlah benda uji yang tidak sesuai mutu rencana (25 Mpa)	Presentase produk yang tidak standar (%)
<i>Output</i>	20	2	10
<i>Input</i>	20	0	0
Jumlah	40	2	10

Tabel 4.22 Hasil perhitungan peta kendali P

Sampel	Pengujian	P	CL	UCL	LCL
1	<i>Output</i>	0.1	0.05	0.15	-0.05
2	<i>Input</i>	0.0	0.05	0.15	-0.05
	rata-rata	0.05	0.05	0.153	-0.0534
	jumlah	0.1	0.1	0.3068	-0.1068

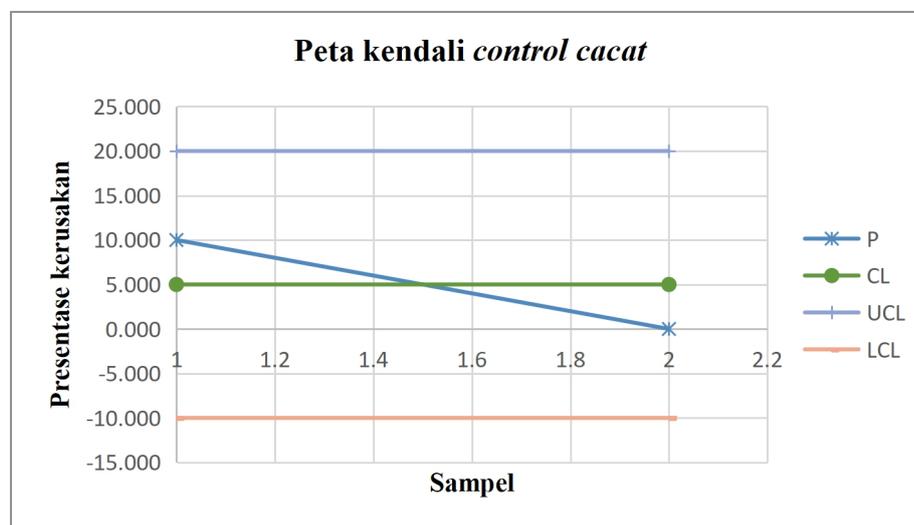


Gambar 4.5 Grafik peta kendali P

Dari data – data diatas dapat disimpulkan bahwa tidak ada data yang menyimpang dikarenakan kualitas hasil uji tekan beton semunaya tekendali karena semua datnya masuk dalam UCL. Sehingga didapatkan hasil seperti tabel 4.23 dan gambar 4.6.

Tabel 4.23 hasil perhitungan kontrol cacat 100%

Sampel	Pengujian	P	CL	UCL	LCL
1	<i>Output</i>	10	5	20	-10
2	<i>Input</i>	0	5	20	-10
	rata-rata	5			
	jumlah	10			



Gambar 4.6 Grafik kendali kontrol cacat 100%

Dilihat dari tabel 4.23 dan gambar 4.6 dapat dilihat bahwa kualitas uji tekan beton yang dihasilkan sudah cukup baik. Namun harus mempertahankan kualitas yang ada sehingga masih bisa digunakan. Dilihat dari gambar sudah tidak ada titik yang melebihi LCL sehingga masih tergolong aman. Dan perhitungan yang merinci terdapat pada lampiran 8.

4.9.2 Analisis *slump test*

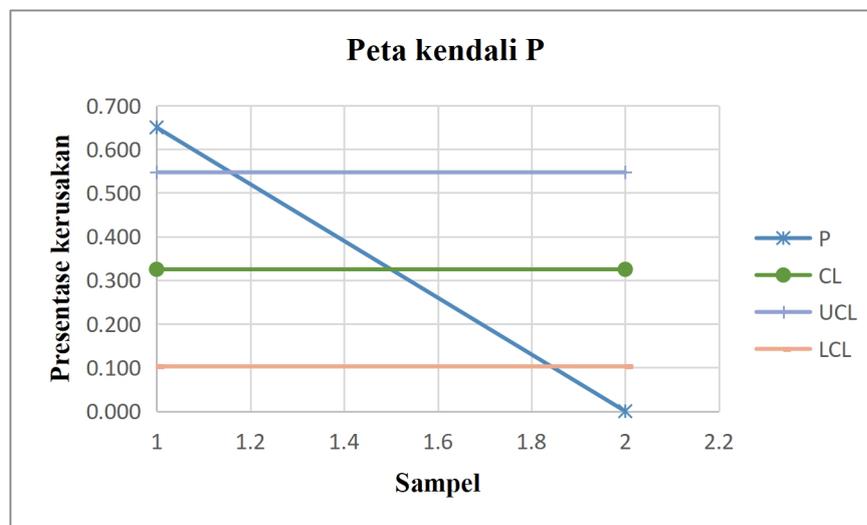
Selain uji kuat tekan beton yang dianalisis menggunakan metode SQC, *slump test* juga dianalisis dengan metode seperti yang terlampir pada tabel 4.22, 4.24, dan gambar 4.7.

Tabel 4.24 Rekap data perhitungan *slump test*

Pengujian	Jumlah sampel	Jumlah benda uji yang tidak sesuai syarat PT	Presentase produk yang tidak standar (%)
<i>Output</i>	20	13	65
<i>Input</i>	20	0	0
Jumlah	40	13	65

Tabel 4.25 Hasil perhitungan peta kendali P

Sampel	Pengujian	P	CL	UCL	LCL
1	<i>Output</i>	0.65	0.325	0.55	0.10
2	<i>Input</i>	0.0	0.325	0.55	0.10
	rata-rata	0.325	0.325	0.5472	0.1028
	jumlah	0.65	0.65	1.0943	0.2057

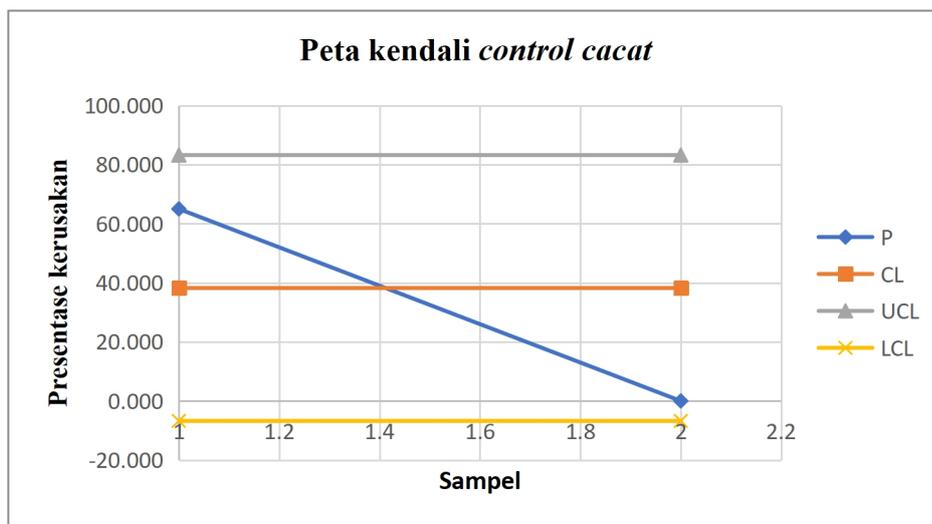


Gambar 4.7 Grafik peta kendali P.

Dari data – data diatas dapat disimpulkan bahwa tidak ada data yang menyimpang dikarenakan kualitas hasil *slump test* semuanya tekendali karena semua datanya masuk dalam UCL, terlihat pada gambar 4.7. Sehingga didapatkan hasil seperti tabel 4.26 dan gambar 4.8.

Tabel 4.26 Hasil perhitungan peta control cacat

Sampel	Pengujian	P	CL	UCL	LCL
1	<i>Output</i>	65	32,5	70,74	-5,74
2	<i>Input</i>	0.0	32,5	70,74	-5,74
	rata-rata	32.5			
	jumlah	65			



Gambar 4.8 Grafik kendali kontrol cacat.

Dilihat dari tabel 4.26 dan gambar 4.8 dapat dilihat bahwa kualitas *slump test* yang dihasilkan sudah cukup baik. Namun harus mempertahankan kualitas yang ada sehingga masih bisa digunakan. Dilihat dari gambar sudah tidak ada titik yang melebihi LCL sehingga masih tergolong aman. Dan perhitungan yang merinci terdapat pada lampiran 9.

4.10 Metode *six sigma*

4.10.1 Hasil uji kuat tekan beton

Berikut ini adalah hasil pengujian tekan beton yang telah dihitung menggunakan metode *six sigma* yang dapat dilihat pada tabel 4.27 dan 4.28 dan uraian perhitungan pada metode ini terdapat pada lampiran 10.

Tabel 4.27 Uji tekan beton dengan metode *six sigma*

Pengujian	Jumlah benda uji	Jumlah benda uji yang tidak sesuai mutu rencana (25 Mpa)	Presentase produk yang tidak standar (%)
<i>Output</i>	20	2	10,00
<i>Input</i>	20	0	0
Jumlah	40	2	10,00

Tabel 4.28 Perhitungan peta kendali uji tekan dengan metode *six sigma*

Sampel	Pengujian	P	CL	UCL	LCL	DPU	DPMO	Six Sigma
1	<i>Output</i>	0,1	0,05	0,51	-0,41	0,1	100000	3,09
2	<i>Input</i>	0,	0,05	0,51	-0,41	0,0	0	0
	Rata - rata	0,05	0,05	0,51	-0,41	0,1	50000	1,5
	Jumlah	0,1	0,1	1,02	-0,82	0,1	100000	3,09

Dari tabel 4.28 dapat diketahui bahwa nilai dari perhitungan kuat tekan beton dengan metode six sigma mendapatkan hasil 3,09 sehingga jika produk yang dihasilkan 1 juta produk maka yang akan cacat adalah 50.000 produk. Sehingga kita harus selalu meminimalisir adanya kecacatan sebuah produk.

4.10.2 Hasil *slump test*

Selain uji kuat tekan beton yang dianalisis menggunakan metode *six sigma*, *slump test* juga dianalisis dengan metode *six sigma* seperti yang pada tabel 4.29 dan tabel 4.30 28 dan uraian perhitungan pada metode ini terdapat pada lampiran 11.

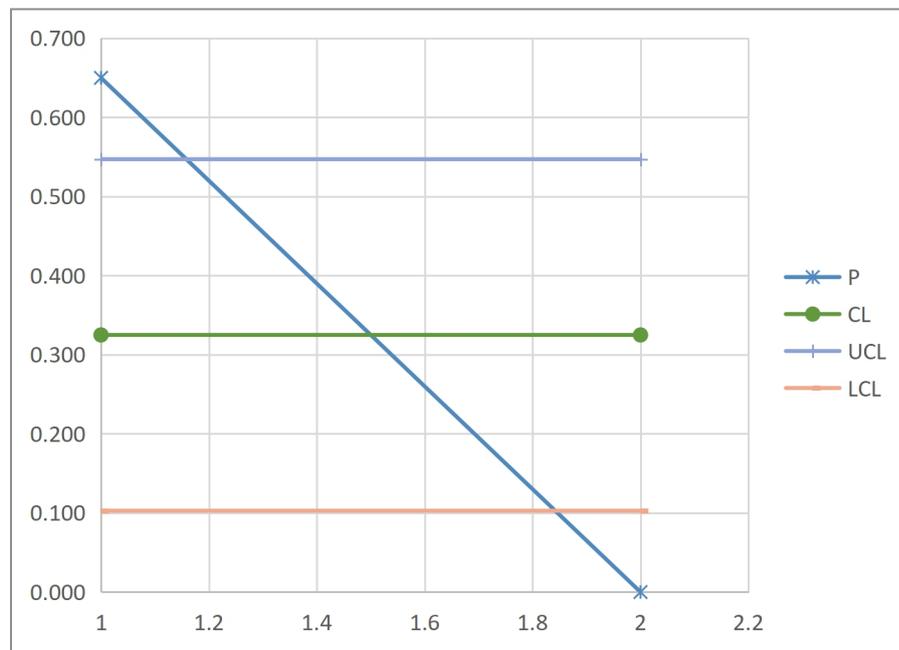
Tabel 4.29 Hasil *slump test* dengan metode *six sigma*

Pengujian	Jumlah sampel	Jumlah benda uji yang tidak sesuai dengan syarat PT.	Presentase produk yang tidak standar (%)
<i>Output</i>	20	13	65.00
<i>Input</i>	20	0	0
Jumlah	40	13	65.00

Tabel 4.30 Hasil perhitungan peta kendali metode *six sigma*

Sampel	Pengujian	P	CL	UCL	LCL	DPU	DPMO	Six sigma
1	<i>Output</i>	0,65	0,33	1,32	-0,67	0,65	650000	2,32
2	<i>Input</i>	0,00	0,33	1,32	-0,67	0,00	0	3,06
	rata-rata	0,33	0,33	1,32	-0,67	0,33	325000	2,69
	Jumlah	0,65	0,65	2,64	-1,34	0,65	650000	5,38

Dari tabel 4.30 dapat disimpulkan bahwa nilai dari perhitungan kuat tekan beton dengan metode six sigma mendapatkan hasil 2,69 sehingga jika produk yang dihasilkan 1 juta produk maka yang akan cacat adalah 325000 produk. Sehingga kita harus selalu meminimalisir adanya kecacatan sebuah produk.

Gambar 4.9 Grafik hubungan *slump* dengan kuat tekan beton.

BAB V.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari penelitian telah dilaksanakan dengan membandingkan uji tekan beton. Hasil uji tekan beton sebelum dipompa menggunakan *concrete pump* dari 20 sampel semuanya telah memasuki persyaratan yaitu lebih dari 25 MPa, sedangkan hasil uji tekan beton yang sudah dipompa menggunakan *concrete pump* dari 20 sampel ada 2 yang tidak masuk dalam persyaratan. Sehingga dapat disimpulkan *concrete pump* dapat mempengaruhi mutu beton.
2. Dari uji *slump test* sebelum dipompa menggunakan *concrete pump* dari 20 sampel semuanya masuk kedalam persyaratan yaitu 14 ± 2 cm, sedangkan *slump test* sesudah dipompa menggunakan *concrete pump* dari 20 sampel hanya 7 yang masuk ke dalam persyaratan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *concrete pump* mempengaruhi *slump test*.
3. *Mixer truck* dan *concrete pump* memiliki analisis durasi sebesar 7,69 jam dan 6,55 jam.

5.2 Saran

Penelitian pengendalian aspek mutu dan waktu sebaiknya diteliti lebih lanjut dengan persiapan yang matang dan alat yang memadai. Sebelum pengujian dilakukan sebaiknya menggunakan tenaga profesional agar mendapatkan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, H. (2015). Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Berdasarkan Beberapa Metode Persyaratan Penerimaan Beton di Indonesia. *JURNAL SAINTIS*, 15, 65 - 87.
- Danil Saputra, R. (2019). Pengendalian Mutu Produk Semen Melalui Pendekatan Statistical Quality Control (SQC) (Studi Kasus Di PT. Semen Baturaja). *Integrasi Jurnal Ilmiah Teknik Industri*.
- Fardheny, A. F., Ma'ruf, M. A., Fitriati, U., & Hamdani, T. (2019). *Uji kuat tekan beton ready mix di Provinsi Kalimantan Selatan*. Paper presented at the PROSIDING SEMINAR NASIONAL LINGKUNGAN LAHAN BASAH.
- Frederika, A., & Widhiawati, I. A. R. (2017). Analisis Produktivitas Metode Pelaksanaan Pengecoran Beton Ready Mix Pada Balok Dan Pelat Lantai Gedung. *Jurnal Spektran*, 5(1).
- Ismail, R., & Safitri, F. (2019). Peningkatan kemampuan analisa dan interpretasi data mahasiswa melalui pelatihan program SPSS. *Jurnal Masyarakat Mandiri*, 3(2), 148-155.
- Jawat, W., Rahadiani, A. A. S. D., & Armaeni, N. K. (2018). Produktivitas Truck Concrete Pump dan Truck Mixer pada Pekerjaan Pengecoran Beton Ready Mix. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 7(2), 164-183.
- Krishna Garkal, N. B., Chaphalkar, Sayali Sandbhor. (2019). Bridge Construction Cost Prediction using Multiple Linear Regression. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 8(9).
- Love, J., Selker, R., Marsman, M., Jamil, T., Dropmann, D., Verhagen, J., . . . Epskamp, S. (2019). JASP: Graphical statistical software for common statistical designs. *Journal of Statistical Software*, 88(2), 1-17.
- PBI. (1971). Peraturan beton bertulang Indonesia. *PBI-1971*, 7.
- Ridwan, A., & Ajiono, R. (2017). Pengendalian Biaya Dan Jadwal Terpadu Pada Proyek Konstruksi. *vol, 1*, 74-83.
- Saifudin Bahrud, M. S. H. (2017). Analisa Pengendalian Mutu Produk Box Culvert dengan Menggunakan Metode Six Sigma.
- SNI. (1990). Metode pengujian kuat tekan beton. *SNI 03-1974-1990*.
- SNI. (2000). Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *SNI 03-2834-2000*.
- SNI. (2002). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version). *SNI 03 – 2847 - 2002*.
- Zoolfakar, M. R. (2019). Use of Glass Dust to Improve Concrete Strength on Offshore Platform Installations. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 8(12).
- Zein, S. Z., Yasyifa, L. Y., Ghozi, R. G., Harahap, E., Badruzzaman, F., & Darmawan, D. (2019). Pengolahan dan Analisis Data Kuantitatif Menggunakan Aplikasi SPSS. *Teknologi Pembelajaran*, 4(2).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian kuat tekan beton yang tidak di pengaruhi oleh *concrete pump (inputt)* umur 7 hari.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN
Alamat. Kampus Karangmalang, Yogyakarta, Telpn (0274) 586168, 554692

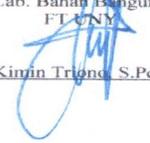
HASIL PERHITUNGAN KUAT TEKAN BETON SILINDER

Kontraktor : PT. UMB
Pekerjaan : Proyek Research and Innovation Center (RIC)
Produk : PT. SCG

No.	Kode	Mutu Rencana f_c (MPa)	Slump (cm)	Tanggal		Umur (Hari)	Berat (Gram)	Ukuran (mm)		Beban Maxs (kN)	Kuat Tekan Dalam (MPa)	Kuat Tekan Dalam (kg/cm ²)
				Cetak	Uji			ϕ	T			
1	Plat dan F-G, 3-4	25	14 ± 2	19-Aug-20	26-Aug-20	7	12350	151,20	302,30	399,50	22,24	267,96
2	Plat dan F-G, 3-4	25	14 ± 2	19-Aug-20	26-Aug-20	7	12420	152,30	303,10	384,80	21,11	254,39
3	Plat dan F-G, 3-4	25	14 ± 2	19-Aug-20	26-Aug-20	7	12355	150,20	302,20	340,20	19,19	231,23
4	Plat dan F-G, 3-2	25	14 ± 2	19-Aug-20	26-Aug-20	7	12630	150,90	302,30	323,60	18,09	217,92
5	Plat dan F-G, 2-1	25	14 ± 2	19-Aug-20	26-Aug-20	7	12455	151,20	302,40	385,10	21,44	258,30
6	Plat dan F-G, 2-1	25	14 ± 2	19-Aug-20	26-Aug-20	7	12320	151,40	303,30	391,70	21,75	262,03
7	Plat dan D-F, 3-4	25	14 ± 2	19-Aug-20	26-Aug-20	7	12325	150,80	302,80	361,80	20,25	243,96
8	Plat dan D-F, 3-4	25	14 ± 2	19-Aug-20	26-Aug-20	7	22250	151,40	302,10	369,80	20,53	247,38
9	Plat dan D-F, 3-2	25	14 ± 2	19-Aug-20	26-Aug-20	7	12330	152,20	302,10	354,70	19,49	234,80
10	Plat dan D-F, 1-2	25	14 ± 2	19-Aug-20	26-Aug-20	7	12450	151,40	303,10	392,20	21,78	262,37
11	Plat dan D-F, 1-2	25	14 ± 2	19-Aug-20	26-Aug-20	7	12450	150,60	302,30	391,60	21,97	264,76

Yogyakarta, 26 Agustus 2020

Diuji Oleh
Laboran Lab. Bahan Bangunan JPTSP
FT/UMY


Kimin Triand, S.Pd.



Lampiran 2. Pengujian kuat tekan beton yang tidak di pengaruhi oleh *concrete pump (input)* umur 28 hari.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN
Alamat. Kampus Karangmalang, Yogyakarta, Telpon (0274) 586168, 554692

HASIL PERHITUNGAN KUAT TEKAN BETON SILINDER

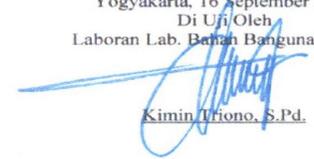
Kontraktor : PT. UMB
Pekerjaan : Pembangunan Research and Innovation Centre of Dasron Hamid
Produk : PT. SCG Readymix Indonesia

No.	Kode	Mutu Rencana f _c (MPa)	Slump (cm)	Tanggal		Umur (Hari)	Berat (Gram)	Ukuran (mm)		Beban Maxx (Ton)	Kuat Tekan Dalam (MPa)	Kuat Tekan Dalam (kg/cm ²)
				Cetak	Uji			ø	T			
1	Plat dan Balok F-G.3-4	25	14 ±2	19-Agust-20	16-Sep-20	28	12365	150,50	301,60	74,00	40,78	491,29
2	Plat dan Balok F-G.3-4	25	14 ±2	19-Agust-20	16-Sep-20	28	12250	151,50	300,30	62,00	33,71	406,20
3	Plat dan Balok F-G.3-4	25	14 ±2	19-Agust-20	16-Sep-20	28	12005	150,70	300,90	53,00	29,13	350,94
4	Plat dan Balok F-G.3-2	25	14 ±2	19-Agust-20	16-Sep-20	28	11990	151,10	301,20	68,00	37,17	447,88
5	Plat dan Balok F-G.2-1	25	14 ±2	19-Agust-20	16-Sep-20	28	12150	151,50	300,90	55,00	29,91	360,34
6	Plat dan Balok F-G.2-1	25	14 ±2	19-Agust-20	16-Sep-20	28	12205	150,90	301,50	58,00	31,79	383,03
7	Plat dan Balok D-F.3-4	25	14 ±2	19-Agust-20	16-Sep-20	28	12155	150,10	301,80	52,00	28,81	347,07
8	Plat dan Balok D-F.3-4	25	14 ±2	19-Agust-20	16-Sep-20	28	12985	151,60	301,90	55,00	29,87	359,87
9	Plat dan Balok D-F.3-2	25	14 ±2	19-Agust-20	16-Sep-20	28	12210	151,20	300,20	65,00	35,49	427,55
10	Plat dan Balok D-F.1-2	25	14 ±2	19-Agust-20	16-Sep-20	28	12045	151,20	300,50	55,00	30,03	361,77
11	Plat dan Balok D-F.1-2	25	14 ±2	19-Agust-20	16-Sep-20	28	12085	150,80	301,20	58,00	31,83	383,53

Mengetahui
Kepala Lab. Bahan Bangunan PTSP

In. Dian Eksana Wibowo, S.T., M. Eng. IPM.
NIP. 19851030 201504 1 002

Yogyakarta, 16 September 2020
Di Uji Oleh
Laboran Lab. Bahan Bangunan PTSP


Kimin Triono, S.Pd.



Lampiran 3. Pengujian kuat tekan beton yang di pengaruhi oleh *concrete pump (output)* umur 7 hari.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN
Alamat. Kampus Karangmalang, Yogyakarta, Telpn (0274) 586168, 554692

HASIL PERHITUNGAN KUAT TEKAN BETON SILINDER

Nama Mahasiswa : Stefany Nanda Agustin

NIM : 20170110220

Judul Skripsi/ TA : Pengendalian Aspek Mutu dan Waktu Pada Proyek Gedung Research And Innovation Center Lantai 3.

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

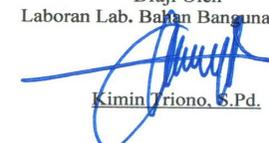
Fakultas : Teknik

Prodi : S-1 Teknik Sipil

No.	Kode	Mutu Rencana f'c (MPa)	Slump (cm)	Tanggal		Umur (Hari)	Berat (Gram)	Ukuran (mm)		Beban Maxs (Ton)	Kuat Tekan Dalam (MPa)	Kuat Tekan Dalam (kg/cm ²)	Keterangan
				Cetak	Uji			ø	T				
1	TM 1	25	14 ± 2	19-Aug-20	28-Aug-20	9	11900	148,83	303,95	41	23,10	278,34	
2	TM 3						11900	148,23	305,81	49	27,83	335,35	
3	TM 5						11900	147,34	305,19	39	22,42	270,15	
4	TM 7						12050	148,43	304,85	39	22,09	266,19	
5	TM 9						12150	149,35	303,79	30	16,79	202,25	
6	TM 11						11800	149,02	305,15	36	20,23	243,78	
7	TM 13						12100	148,27	303,02	39	22,14	266,77	
8	TM 15						12100	147,75	303,77	43	24,58	296,20	
9	TM 17						12200	147,56	306,22	45	25,79	310,78	
10	TM 19						11000	147,08	305,46	43	24,81	298,91	

Mengetahui
Kepala Lab. Bahan Bangunan PTSP

Ir. Dian Eksana Wibowo, S.T., M. Eng., IPM.
NIP. 19851030 201504 1 002

Yogyakarta, 28 Agustus 2020
Diuji Oleh
Laboran Lab. Bahan Bangunan PTSP

Kimin Triono, S.Pd.

Lampiran 4. Pengujian kuat tekan beton yang di pengaruhi oleh *concrete pump (output)* umur 28 hari.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
LABORATORIUM BAHAN BANGUNAN
Alamat. Kampus Karangmalang, Yogyakarta, Telpn (0274) 586168, 554692

HASIL PERHITUNGAN KUAT TEKAN BETON SILINDER

Nama Mahasiswa : Aulia Nazla Rindani

NIM : 20170110235

Judul Skripsi/ TA : Pengendalian Aspek Mutu dan Waktu Pada Proyek Gedung Research And Innovation Center Zone 3.

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Fakultas : Teknik

Prodi : S-1 Teknik Sipil

No.	Kode	Mutu Rencana f'c (MPa)	Slump (cm)	Tanggal		Umur (Hari)	Berat (Gram)	Ukuran (mm)		Beban Maxs (Ton)	Kuat Tekan Dalam (MPa)	Kuat Tekan Dalam (kg/cm ²)	Keterangan
				Cetak	Uji			o	T				
1	TM 1	25	14 ± 2	27-Aug-20	25-Sep-20	29	12250	148,80	306,34	47	26,49	319,21	
2	TM 3						12200	147,84	305,81	45	25,70	309,60	
3	TM 7						12300	148,62	303,49	43	24,30	292,75	
4	TM 11						12200	147,87	305,33	57	32,54	392,01	
5	TM 13						11900	149,02	301,50	59	33,16	399,52	
6	TM 15						11900	147,28	304,81	63	36,25	436,75	
7	TM 17						12150	148,00	307,18	52	29,63	356,99	
8	TM 19						12400	149,20	305,30	61	34,20	412,07	
9	TM 21						12350	149,47	306,93	55	30,73	370,20	



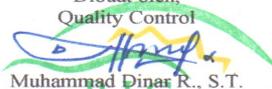
Mengetahui
Kepala Lab. Bahan Bangunan PTSP

Ir. Dina Ekma Wibowo, S.T.M. Eng., IPM.
NIP. 19851030 201504 1 002

Yogyakarta, 25 September 2020
Ditji Oleh
Laboran Lab. Bahan Bangunan PTSP

Kim H Triono, S.Pd.

Lampiran 5. Pengujian slump input.

PT.UMB		UCT UMB CONSTRUCTION AND TRADING		PROYEK PEMBANGUNAN RESEARCH AND INNOVATION CENTER OF DASRON HAMID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA			
Checklist Pelaksanaan Pekerjaan Pengecoran			Tanggal: 19 - 08 - 2020		No. Pekerjaan: 26		
Rencana Pengecoran							
Kode Struktur	Lokasi	Volume (m ³)	Keterangan				
Plat dan Balok	G-D. 1-4		<ul style="list-style-type: none"> - Mutu beton F'c 25 MPa, Slump 14 ± 2 cm - Concrete pump menggunakan long boom. - Area pengecoran pada plat dan balok lantai 3 zona 2. - Penam bahan bonding agent pada sambungan pengecoran. 				
Total Volume Teoritis							
Total Volume Order		132	Note: Spesifikasi kuat tekan beton dan slump on site, metode pelaksanaan, potensi permasalahan, jumlah TM rencana, dll.				
Pelaksanaan Pengecoran							
Jam mulai: 09.39			Jam Selesai: 16.15.		Cuaca:		
Supplier: S.C.G.					<input checked="" type="checkbox"/> Cerah <input type="checkbox"/> Berawan <input type="checkbox"/> Hujan intensitas rendah <input type="checkbox"/> Hujan intensitas tinggi		
Monitoring Truk Mixer							
No.	No. Truk Mixer	Lokasi	Volume (m ³)	Slump (cm)	Jumlah Spesimen	Kelengkapan Persiapan Pengecoran	
						Item	Jumlah
1	764	F-G, 3-4	6	16	2		
2	738	F-G, 3-4	6	14,5	-	Pekerja	13
3	997	F-G, 3-4	6	15	2	Vibrator	3
4	737	F-G, 3-4	6	14,5	-	Bahan Aditif	1 l.
5	761	F-G, 3-4	6	15	2	Penerangan	-
6	831	F-G, 3-4	6	15,5	-	Silinder Beton	22
7	736	F-G, 3-2	6	16	2	Slump Test	1
8	765	F-G, 2-1	6	14,5	-	Curring Set	2
9	764	F-G, 2-1	6	14,5	2	Evaluasi Pengecoran	
10	738	F-G, 2-1	6	14,5	-	Permasalahan:	
11	997	F-G, 2-1	6	15,5	2	<ul style="list-style-type: none"> ↳ Beberapa tm beton mengalami kerantahan pada saat pengujian slump (visual) ↳ tm 1 kurang homogen. 	
12	737	D-F, 3-4	6	14,5	-		
13	761	D-F, 3-4	6	14,5	2		
14	831	D-F, 3-4	6	14	-		
15	736	D-F, 3-4	6	14,5	2		
16	765	D-F, 2-3	6	15	-	Solusi:	
17	764	D-F, 2-3	6	14,5	2	<ul style="list-style-type: none"> ↳ jika kerantahan lebih dari 1/4 dilakukan pengujian ulang. ↳ jika kurang homogen, beton pada tm lebih baik di mixer lagi agar homogen. 	
18	738	D-F, 1-2	6	14,5	-		
Dibuat oleh, Quality Control  Muhammad Dinar R., S.T.  							

 		PROYEK PEMBANGUNAN RESEARCH AND INNOVATION CENTER OF DASRON HAMID UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA					
Checklist Pelaksanaan Pekerjaan Pengecoran		Tanggal: 19-08-2020	No. Pekerjaan: 26				
Rencana Pengecoran							
Kode Struktur	Lokasi	Volume (m ³)	Keterangan				
Plat dan Balok	G-D. 1-4		- Kontrol beton yang sudah mengalami setting / mengering dg penyempurnaan karna suhu udara relatif tinggi.				
Total Volume Teoritis							
Total Volume Order		132	Note: Spesifikasi kuat tekan beton dan slump on site, metode pelaksanaan, potensi permasalahan, jumlah TM rencana, dll.				
Pelaksanaan Pengecoran							
Jam mulai: 09.39		Jam Selesai: 16.15					
Supplier: PT. SCG Jayamix							
Monitoring Truk Mixer							
No.	No. Truk Mixer	Lokasi	Volume (m ³)	Slump (cm)	Jumlah Spesimen	Kelengkapan Persiapan Pengecoran	
						Item	Jumlah
19	997	EF-12	6	15	2		
20	761	EF-1-2	6	14,5	-	Pekerja	13
21	736	EF-1-2	6	14	2	Vibrator	3
22	764	DF-1-2	6	15	-	Bahan Aditif	1
						Penerangan	-
						Silinder Beton	22
						Slump Test	1
						Curing Set	2
Evaluasi Pengecoran							
Permasalahan:							
Solusi:							
Dibuat oleh, Quality Control  Muhammad Dinar R., S.T. 							

Lampiran 6. Pengujian slump output.

PENELITIAN PEMBANGUNAN RESEARCH AND INNOVATION CENTER								
Pelaksanaan Pengecoran : Lantai 3 zona 2								
Tanggal : 19 Agustus 2020								
Jam Mulai : 09.39				Jam Selesai : 16.15				
Monitoring Truck Mixer								
No	No. Truck Mixer	Lokasi	Volume (m3)	Slump (cm)	Jumlah Spesimen	Kelengkapan Pengecoran		
						Item	Jumlah	
1	769	F-G.3-A	6	19	2			
2	738	F-G.3-A	6	12	-	Pekerja	13	
3	997	F-G.3-A	6	15	2	Vibrator	3	
4	737	F-G.3-A	6	17	-	Bahan Aditif	18	
5	761	F-G.3-A	6	19	2	Penerangan	-	
6	831	F-G.3-A	6	19	-	Silinder Beton	20	
7	736	F-G.3-2	6	17	2	Slump Test	1	
8	765	F-G.2-1	6	18	-	Curring Set	2	
9	769	F-G.2-1	6	17	2	09.39 → 30°C 11.39 → 32°C 13.39 → 32° 15.39 → 32° - Mutu fc : 25 MPa - Slump 14 + 2 cm - concrete pump menggunakan long boom		
10	738	F-G.2-1	6	17	-			
11	997	F-G.2-1	6	16	2			
12	737	D-F.3-A	6	16	-			
13	761	D-F.3-A	6	17	2			
14	831	D-F.3-A	6	16	-			
15	736	D-F.3-A	6	17	2			
16	765	D-F.2-3	6	16	-			
17	769	D-F.2-3	6	12	2			
18	738	D-F.1-2	6	17	-			
19	997	E-F.1-2	6	17	2			
20	761	E-F.1-2	6	18	-			
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								

Lampiran 7. Cycle time truck mixer dan concrete pump



UCT
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

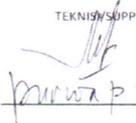
LAPORAN PELAKSANAAN PENGECORAN
PEMBANGUNAN GEDUNG RESEARCH AND INNOVATION CENTER OF DASRON HAMID
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

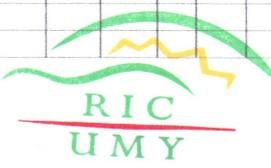
LOKASI PEKERJAAN: UMY CPSI 4001
Pengecoran Plat Lantai 3 Zona 2

TANGGAL PENGECORAN: 19 Agustus 2020
SUPPLIER: PT. SCS

NO.	NOMOR KENDARAAN	VOLUME m ³		SLUMP (cm)	WAKTU KEDATANGAN & PENUANGAN BETON					BENDA UJI		LOKASI PENGECORAN	KETERANGAN
		Realisasi	Kmitf		Jam Order	Keluar B. Plant	Masuk Proyek	Mulai Tuang	Selesai Tuang	Jml	Kmitf		
1	A 764	6	6	16	08:00	08:30	09:20	09:40	10:00	2	2	F-5-3.4	
2	A 738	6	12	14	08:00	08:44	09:30	10:02	10:16	-	-	F-5-3.4	
3	A 997	6	18	15	08:00	08:57	09:51	10:17	10:36	2	4	F-5-3.4	
4	A 737	6	24	14	08:00	09:07	10:08	10:38	10:47	-	-	F-5-3.4	
5	A 761	6	30	15	08:00	09:18	10:16	10:50	11:01	2	6	F-5-3.4	
6	A 831	6	36	15.5	08:00	09:40	10:30	11:04	11:15	-	-	F-5-3.4	
7	A 736	6	42	16	08:00	09:58	10:44	11:17	11:23	2	8	F-5-3.2	
8	A 765	6	48	14.5	08:00	10:19	10:09	11:30	11:41	-	-	F-5-3.2	
9	A 764	6	54	14.5	08:00	10:44	11:25	11:43	11:57	2	10	F-5-1.2	
10	A 738	6	60	14.5	08:00	10:53	11:50	12:09	12:27	-	-	F-5-1.2	
11	A 997	6	66	15.5	08:00	11:28	12:08	12:26	12:46	2	12	F-5-1.2-D-F-3.4	
12	A 737	6	72	14.5	08:00	11:35	12:15	12:49	12:59	-	-	D-F-3.4	
13	A 761	6	78	14.5	08:00	11:42	12:34	13:00	13:16	2	14	D-F-3.4	
14	A 831	6	84	14	08:00	11:59	12:43	13:22	13:30	-	-	D-F-3.4	
15	A 736	6	90	14.5	08:00	12:10	12:57	13:31	13:48	2	16	D-F-3.4	
16	A 765	6	96	15	08:00	12:24	13:08	13:22	14:05	-	-	D-F-3.4	Tambahan obrol
17	A 764	6	102	14.5	08:00	12:35	13:18	14:09	14:20	2	10P	D-E-F-2.3	Tambahan obrol
18	A 738	6	108	14.5	08:00	13:00	13:50	14:22	14:31	-	-	D-E-F-2.3	D-E-F-1.2
19	A 797	6	114	15	08:00	13:07	14:16	14:50	15:07	-	-	D-E-F-1.2	
20	A 761	6	120	14.5	08:00	14:00	14:46	15:11	15:30	2	20	D-E-F-1.2	
21	A 736	6	126	14	08:00	14:10	15:27	15:32	16:00	-	-	D-E-F-1.2	
22	A 764	6	132	15	08:00	15:13	15:55	16:07	16:41	2	22	D-E-F-1.2	

TEKNIK SUPPLIER





PT. UMAT MANDIRI
BERKEMAJUAN

Lampiran 8. Perhitungan kuat tekan beton menggunakan metode *SQC*.

Perhitungan kuat tekan beton menggunakan metode *SQC* persamaan L.1 digunakan untuk menghitung kerusakan, L.2 digunakan untuk menghitung garis pusat, persamaan L.3 digunakan untuk menghitung batas atas, dan L.4 digunakan untuk menghitung batas bawah.

$$P = \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Jumlah produksi}} \times 100 \quad (\text{L.1})$$

$$P_{(\text{input})} = \frac{0}{20} \times 100 \\ = 0$$

$$P_{(\text{output})} = \frac{2}{20} \times 100 \\ = 10$$

$$CL = \frac{\text{Jumlah total rusak}}{\text{Jumlah total diperiksa}} \quad (\text{L.2}) \\ = \frac{2}{40} \\ = 0,05$$

$$UCL = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (\text{L.3}) \\ = 0,05 + 3 \sqrt{\frac{0,05(1-0,05)}{40}} \\ = 0,153$$

$$LCL = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (\text{L.4}) \\ = 0,05 - 3 \sqrt{\frac{0,05(1-0,05)}{40}} \\ = -0,053$$

Diagram kontrol cacat C 100%

Perhitungan diagram kontrol cacat C 100% dapat dihitung menggunakan persamaan - persamaan L.5 digunakan untuk menghitung kerusakan, L.6

digunakan untuk menghitung garis pusat, persamaan L.7 digunakan untuk menghitung batas atas, dan L.8 digunakan untuk menghitung batas bawah.

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata produksi} &= \frac{\text{total produksi}}{\text{jumlah sampel}} && \text{(L.5)} \\ &= \frac{40}{2} \\ &= 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata kerusakan} &= \frac{\text{total kerusakan}}{\text{jumlah sampel}} && \text{(L.6)} \\ &= \frac{2}{2} \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kerusakan maksimum} &= \text{rata – rata kerusakan} + 3 \sqrt{\text{rata-rata kerusakan}} && \text{(L.7)} \\ &= 1 + 3 \sqrt{1} \\ &= 4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kerusakan minimum} &= \text{rata – rata kerusakan} - 3 \sqrt{\text{rata-rata kerusakan}} && \text{(L.8)} \\ &= 1 - 3 \sqrt{1} \\ &= -2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CL} &= \frac{\text{Jumlah total rusak}}{\text{Jumlah total diperiksa}} \times 100\% && \text{(L.9)} \\ &= \frac{2}{40} \times 100\% \\ &= 5\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \times 100\% && \text{(L.10)} \\ &= 0,05 + 3 \sqrt{\frac{0,05(1-0,05)}{40}} \times 100\% \\ &= 1,53\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LCL} &= p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \times 100\% && \text{(L.11)} \\ &= 0,05 - 3 \sqrt{\frac{0,05(1-0,05)}{40}} \times 100\% = -5,3\% \end{aligned}$$

Lampiran 9. Perhitungan uji *slump* menggunakan metode *SQC*

Perhitungan kuat tekan beton menggunakan metode *SQC* persamaan L.12 digunakan untuk menghitung kerusakan, L.13 digunakan untuk menghitung garis pusat, persamaan L.14 digunakan untuk menghitung batas atas, dan L.15 digunakan untuk menghitung batas bawah.

$$P = \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Jumlah produksi}} \times 100 \quad (\text{L.12})$$

$$P_{(\text{input})} = \frac{0}{20} \times 100 \\ = 0$$

$$P_{(\text{output})} = \frac{13}{20} \times 100 \\ = 0,65$$

$$CL = \frac{\text{Jumlah total rusak}}{\text{Jumlah total diperiksa}} \quad (\text{L.13}) \\ = \frac{13}{40} \\ = 0,325$$

$$UCL = p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (\text{L.14}) \\ = 0,325 + 3 \sqrt{\frac{0,325 (1 - 0,325)}{40}} \\ = 0,547$$

$$LCL = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (\text{L.15}) \\ = 0,325 - 3 \sqrt{\frac{0,325 (1 - 0,325)}{40}} \\ = -0,103$$

Diagram kontrol cacat C 100%

Perhitungan diagram kontrol cacat C 100% dapat dihitung menggunakan persamaan - persamaan L.16 digunakan untuk menghitung kerusakan, L.17

digunakan untuk menghitung garis pusat, persamaan L.18 digunakan untuk menghitung batas atas, dan L.19 digunakan untuk menghitung batas bawah.

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata produksi} &= \frac{\text{total produksi}}{\text{jumlah sampel}} && \text{(L.16)} \\ &= \frac{40}{2} \\ &= 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata kerusakan} &= \frac{\text{total kerusakan}}{\text{jumlah sampel}} && \text{(L.7)} \\ &= \frac{13}{2} \\ &= 6,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kerusakan maksimum} &= \text{rata – rata kerusakan} + 3 \sqrt{\text{rata-rata kerusakan}} && \text{(L.18)} \\ &= 6,5 + 3 \sqrt{1} \\ &= 14,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kerusakan minimum} &= \text{rata – rata kerusakan} - 3 \sqrt{\text{rata-rata kerusakan}} && \text{(L.19)} \\ &= 6,5 - 3 \sqrt{1} \\ &= -1,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CL} &= \frac{\text{Jumlah total rusak}}{\text{Jumlah total diperiksa}} \times 100\% && \text{(L.20)} \\ &= \frac{13}{40} \times 100\% \\ &= 32,5\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \times 100\% && \text{(L.21)} \\ &= 6,5 + 3 \sqrt{\frac{6,5(1-6,5)}{40}} \times 100\% \\ &= 70,74\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LCL} &= p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \times 100\% && \text{(2.22)} \\ &= 6,5 - 3 \sqrt{\frac{6,5(1-6,5)}{40}} \times 100\% = -5,74\% \end{aligned}$$

Lampiran 10. Perhitungan kuat tekan beton menggunakan metode *six sigma*

Perhitungan kuat tekan beton menggunakan metode *six sigma* persamaan L.23 digunakan untuk menghitung kerusakan, L.24 digunakan untuk menghitung garis pusat, persamaan L.25 digunakan untuk menghitung batas atas, dan L.26 digunakan untuk menghitung batas bawah.

Analisis diagram *control P-Chart*

$$\begin{aligned} CL &= P = \frac{\sum np}{\sum n} && (L.23) \\ &= \frac{2}{40} \\ &= 0,05 \end{aligned}$$

$$p = \frac{np}{n} \quad (L.24)$$

$$\begin{aligned} P_{(\text{input})} &= \frac{0}{20} \times 100 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{(\text{output})} &= \frac{2}{20} \times 100 \\ &= 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CL &= \frac{\text{Jumlah total rusak}}{\text{Jumlah total diperiksa}} && (L.25) \\ &= \frac{2}{40} \\ &= 0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} UCL &= p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} && (L.26) \\ &= 0,05 + 3 \sqrt{\frac{0,05(1-0,05)}{40}} \\ &= 0,153 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LCL &= p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} && (L.27) \\ &= 0,05 - 3 \sqrt{\frac{0,05(1-0,05)}{40}} \end{aligned}$$

$$= -0,053$$

$$DPU = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{jumlah produk yang diteliti}} \quad (\text{L.28})$$

$$Input = \frac{0}{20}$$

$$= 0$$

$$Output = \frac{2}{20}$$

$$= 0,1$$

$$DPMO = DPO \times 1000000 \quad (\text{L29})$$

$$Input = 0 \times 1000000$$

$$= 0$$

$$Output = 0,05 \times 1000000$$

$$= 50000$$

Lampiran 11. Perhitungan *slump* menggunakan metode *six sigma*

Perhitungan *slump* menggunakan metode *six sigma* persamaan L.30 digunakan untuk menghitung kerusakan, L.31 digunakan untuk menghitung garis pusat, persamaan L.32 digunakan untuk menghitung batas atas, dan L.33 digunakan untuk menghitung batas bawah.

Analisis diagram *control P-Chart*

Mean (CL)

$$\begin{aligned} CL = P &= \frac{\sum np}{\sum n} && (L3s0) \\ &= \frac{13}{40} \\ &= 0,325 \end{aligned}$$

$$P = \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Jumlah produksi}} \times 100 \quad (L.31)$$

$$\begin{aligned} P_{(\text{input})} &= \frac{0}{20} \times 100 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{(\text{output})} &= \frac{13}{20} \times 100 \\ &= 0,65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CL &= \frac{\text{Jumlah total rusak}}{\text{Jumlah total diperiksa}} && (L.32) \\ &= \frac{13}{40} \\ &= 0,325 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} UCL &= p + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} && (L.34) \\ &= 0,325 + 3 \sqrt{\frac{0,325(1-0,325)}{40}} \\ &= 0,547 \end{aligned}$$

$$LCL = p - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (L.35)$$

$$= 0,325 - 3 \sqrt{\frac{0,325 (1 - 0,325)}{40}}$$

$$= -0,103$$

$$\text{DPU} = \frac{\text{jumlah produk cacat}}{\text{jumlah produk yang diteliti}} \quad (\text{L.36})$$

$$\text{Input} = \frac{0}{20}$$

$$= 0$$

$$\text{Output} = \frac{13}{20}$$

$$= 0,65$$

$$\text{DPMO} = \text{DPO} \times 1000000 \quad (\text{L.37})$$

$$\text{Input} = 0 \times 1000000$$

$$= 0$$

$$\text{Output} = 0,325 \times 1000000$$

$$= 325000$$