

ANALISIS MUTU BETON BERTULANG PEKERJAAN *RETAINING WALL* JALAN TOL PADA PROYEK Z

Germanus Tirta Tambing¹, Nunung Martina^{*2}, Muhammad Fathur Rouf Hasan³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

*Email: nunung.martina@sipil.pnj.ac.id

Abstrak: Pelaksanaan pembangunan konstruksi yang tidak menggunakan aspek pengendalian dapat menyebabkan terjadinya kegagalan konstruksi, sehingga penetapan standar kualitas terhadap hasil pekerjaan konstruksi melalui pengendalian mutu sangat diperlukan. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis mutu beton bertulang pekerjaan dinding penahan tanah 'Proyek Z'. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif yaitu pengumpulan data lapangan terhadap pekerjaan dinding penahan tanah yang berupa data pengujian baja tulangan dan data pengujian kuat tekan beton kemudian dilakukan perhitungan bobot mutu sesuai standar yang sudah ditetapkan. Hasil dari analisis dan pembahasan penelitian ini diperoleh nilai kuat leleh rata-rata baja tulangan kelas BjTS 420B untuk ukuran D13 yaitu 474,74 MPa, ukuran D16 yaitu 455,62 MPa, dan ukuran D19 yaitu 487,68 MPa serta nilai kuat tarik baja tulangan kelas BjTS 420B yang diperoleh untuk ukuran D13 yaitu 579,03 MPa, ukuran D16 yaitu 592,03 MPa, dan ukuran D19 yaitu 625,08 MPa kemudian berdasarkan pengujian benda uji beton kelas C-1 dengan mutu rencana $f'c$ 20 MPa diperoleh nilai kuat tekan karakteristik beton yaitu 22,209 Mpa. Berdasarkan hasil analisis penelitian ini, dapat dikatakan bahwa bobot mutu beton bertulang pekerjaan dinding penahan tanah pada 'Proyek Z' sudah sesuai dengan persyaratan yang ada dan memenuhi standar mutu rencana.

Kata kunci: Beton Bertulang, Mutu, Uji

Abstract: The Implementation of construction development that does not use control aspects can lead to construction failures, so that the determination of quality standards on the results of construction work through quality control is very necessary. The purpose of this research is to analyze the quality value of reinforced concrete retaining wall works on 'Project Z'. This study uses a qualitative method, namely collecting field data on retaining wall work in the form of test data for reinforcing steel and testing data for compressive strength of concrete and then calculating the quality weight according to the standards that have been set. The results of the analysis and discussion of this study obtained the average yield strength value of BjTS 420B class steel for D13 size which is 474,74 MPa, D16 size is 455,62 MPa, and D19 size is 487,68 MPa and the tensile strength of reinforcing steel The BjTS 420B class obtained for the D13 size is 579,03 MPa, the D16 size is 592,03 MPa, and the D19 size is 625,08 MPa. The characteristic compressive strength of concrete is 22.209 MPa. Based on the results of the analysis of this study, it can be said that the quality weight of reinforced concrete for retaining walls in 'Project Z' is in accordance with existing requirements and meets the design quality standards.

Keywords: Quality, Reinforced Concrete, Test

PENDAHULUAN

Aspek-aspek dalam perencanaan suatu proyek konstruksi ditandai dengan adanya sistem manajemen biaya, mutu, waktu serta K3. Di Indonesia sendiri ada banyak proyek konstruksi baik bangunan bertingkat rendah maupun bangunan bertingkat tinggi serta

berbagai macam proyek konstruksi sipil seperti jalan, jembatan dan lain-lain. Hal tersebut merupakan bukti bahwa proyek konstruksi di Indonesia telah berkembang pesat. Perkembangan yang pesat ini membuat persaingan antara perusahaan semakin ketat dan menuntut perusahaan untuk melakukan

manajemen mutu dengan baik, sebab mutu adalah salah satu indikator kesuksesan bagi perusahaan yang bergerak di bidang konstruksi.

Ahadian menyatakan bahwa pelaksanaan suatu proyek terkadang dapat menyimpang dari rencana [1], maka dari itu pengendalian mutu sangat diperlukan agar kejadian-kejadian yang menghambat tercapainya tujuan proyek dapat segera diselesaikan dengan baik sesuai dengan perencanaan yang telah dibuat sebelumnya. Referensi mengatakan bahwa pengendalian mutu merupakan suatu proses pengendalian dan pemeriksaan mulai dari penyiapan bahan dasar kemudian proses pengolahan hingga menjadi produk jadi [2].

Proyek jalan tol di Indonesia pada umumnya memiliki suatu konstruksi dinding penahan tanah yang berfungsi untuk menahan pergerakan tanah yang disebabkan oleh adanya gaya tekanan lateral suatu tanah maupun air agar mencegah kelongsoran tanah disekitar jalan tol tersebut. Struktur dinding penahan tanah proyek jalan tol pada umumnya menggunakan beton bertulang sebagai bahan, maka dari itu sangat penting untuk mendeteksi dan mengetahui apakah beton bertulang tersebut sudah memiliki spesifikasi yang sesuai dan mampu memenuhi mutu yang dipersyaratkan pada perencanaan konstruksi tersebut. Baja tulangan dan beton yang tidak memenuhi standar mutu dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kegagalan konstruksi.

Kegagalan konstruksi dapat mengakibatkan kerugian yang tidak sebanding terhadap perencanaan awal yang dilakukan dengan baik [3]. Wiyana berpendapat bahwa kegagalan konstruksi berkaitan dengan tidak terpenuhinya kualitas dan spesifikasi teknis

yang sesuai pada tahap pelaksanaan konstruksi tersebut [4]. Oleh karena itu analisis mutu yang baik terhadap konstruksi dinding penahan tanah pada proyek jalan tol sangat diperlukan. Syarat mutu dari suatu struktur beton yakni kuat tekan yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan benda uji beton [5]. Berdasarkan Spesifikasi Teknis Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol Bina Marga, sebelum pelaksanaan konstruksi struktur beton bertulang dimulai harus dilakukan pemeriksaan dan pengujian terhadap baja tulangan serta beton segar yang akan digunakan [6].

Setiap penyedia jasa konstruksi diwajibkan untuk melakukan pengujian terhadap material struktur yang akan dibangun. Pengujian mutu struktur beton bertulang pada umumnya dibagi menjadi dua jenis pengujian berdasarkan materialnya, yaitu pengujian terhadap baja tulangan dan pengujian terhadap mutu beton segar yang digunakan. Dalam penelitian ini pengujian mutu baja tulangan dilakukan berdasarkan SNI 2052:2017 dimana didalamnya sudah tertulis sifat mekanis baja tulangan yang menjadi standar dalam pengujian [7]. Sedangkan untuk pengujian mutu beton segar dilakukan berdasarkan SNI 03-1972-2008 untuk pengujian slump dan SNI 03-1974-2011 untuk pengujian kuat tekan beton [8] [9].

Penelitian sebelumnya mengenai mutu beton juga sudah banyak dilakukan, diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Gardjito tentang pengendalian mutu beton dengan metode control chart dan process capability diperoleh hasil mutu beton sudah memenuhi standar diharapkan [10]. Manurung dan Wacono melakukan penelitian yang untuk mengetahui pengendalian mutu beton bertulang struktur atas pada konstruksi rumah susun dan diperoleh hasil pengujian besi tulangan sudah memenuhi standar kuat luluh

minimum yaitu 40 kg/mm² dan kuat tarik minimum yaitu 57 kg/mm² serta kuat tekan beton juga melebihi nilai yang direncanakan yaitu 30 Mpa untuk balok dan 40 Mpa untuk kolom [11]. Rustendi melakukan penelitian tentang penggunaan statcal process control (SPC) terhadap pengendalian variabilitas kuat tekan beton kemudian diperoleh hasil bahwa pekerjaan beton dengan karakteristik f'c 25 MPa pada proyek tersebut sudah terkendali [12]. Adapun tujuan penelitian ini mengetahui bobot mutu beton pekerjaan dinding penahan tanah pada proyek 'Z' serta kesesuaian hasil akhir mutu beton bertulang dengan standar yang ada.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini diperlukan data-data pemeriksaan dan pengujian pada setiap material yang digunakan. Data yang diperlukan merupakan data pengujian laboratorium dari proyek 'Z' yang berupa laporan hasil pengujian baja tulangan dan beton segar yang digunakan. Selanjutnya data tersebut dianalisis berdasarkan standar mutu rencana yang sudah ditetapkan. Analisis terhadap mutu baja tulangan dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian yang dilakukan dengan standar sifat mekanis baja tulangan yang ada [13]. Indrayani menjelaskan bahwa analisis terhadap mutu beton segar dilakukan dengan mencari rata-rata mutu beton yang diperoleh dari hasil pengujian [14] dengan metode perhitungan standar deviasi berdasarkan SNI 6880:2016 [15] seperti pada rumus berikut.

Standar Deviasi

$$s = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{rt})^2}{n-1}} \times fk \tag{1}$$

Dimana

- s = standar deviasi
- Xi = data kuat tekan tiap benda uji
- Xrt = data kuat tekan rata-rata
- n = jumlah benda uji
- fk = faktor koreksi standar deviasi

Kuat Tekan Karakteristik Beton

$$f'ck = X_{rt} - 1,645 \cdot s \tag{2}$$

Dimana

- f'ck = kuat tekan karakteristik beton
- Xrt = data kuat tekan rata-rata
- s = standar deviasi

Kuat Tekan Perlu (Nilai Terbesar)

$$f'cr = f'c + 1,34 \cdot s \tag{3}$$

$$f'cr = f'c + 2,33 \cdot s - 3,45 \tag{4}$$

Dimana

- f'cr = kuat tekan diperlukan
- f'c = kuat tekan rencana
- s = standar deviasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap baja tulangan dilakukan setiap 25 ton baja dengan mengambil 1 sampel baja tulangan secara acak. Pada penelitian ini baja tulangan yang digunakan yaitu kelas baja BjTS 420B dengan ukuran D13, D16, dan D19. Jenis pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kuat leleh, kuat tarik, dan regangan sehingga dapat mengetahui sifat mekanis baja tulangan yang di uji. Analisis terhadap pengujian baja tulangan BjTS 420B diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Analisis Tulangan D13

Jenis Uji	Hasil Uji	Standar
Kuat Leleh	474,7 MPa	420 – 545 MPa
Kuat Tarik	597,0 Mpa	Min. 525 MPa
Regangan	18,22 %	Min. 14%

Tabel 2. Hasil Analisis Tulangan D16

Jenis Uji	Hasil Uji	Standar
Kuat Leleh	455,6 MPa	420 – 545 MPa
Kuat Tarik	592,0 Mpa	Min. 525 MPa
Regangan	17,53 %	Min. 14%

Tabel 3. Hasil Analisis Tulangan D19

Jenis Uji	Hasil Uji	Standar
Kuat Leleh	487,7 MPa	420 – 545 MPa
Kuat Tarik	625,1 Mpa	Min. 525 MPa
Regangan	19,63 %	Min. 14%

Berdasarkan tabel analisis pengujian baja tulangan diatas dapat dilihat bahwa hasil rata-rata pada setiap jenis pengujian diperoleh nilai yang sudah melebihi batas standar yang ditentukan. Oleh karena itu mutu baja tulangan yang digunakan dalam proyek sudah memiliki sifat mekanis yang sesuai dengan standar yang dipersyaratkan.

Pengujian mutu beton segar dilakukan dalam dua tahapan, yaitu pengujian slump dan pengujian kuat tekan. Beton yang digunakan pada pekerjaan *retaining wall* adalah beton kelas C-1 dengan standar slump yaitu 18 ± 2 serta kuat tekan 20 MPa. Pekerjaan *retaining wall* pada proyek yang diteliti dibagi menjadi dua pekerjaan beton berdasarkan tahapannya, yaitu pekerjaan beton pile cap dan pekerjaan beton dinding penahan tanah itu sendiri. Pengujian kuat tekan beton dilakukan terhadap 16 buah benda uji silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji beton dilakukan uji slump terlebih dahulu dan diperoleh hasil bahwa setiap benda uji beton tersebut sudah memenuhi nilai slump yang disyaratkan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, diperoleh ringkasan data pengujian benda uji beton sebagai berikut:

Tabel 4. Data Pengujian Beton Segar

Benda Uji	Xi	Xi - Xrt	(Xi - Xrt) ²
PC - 01	22,56	-0,46	0,2116
PC - 02	23,17	0,15	0,0225
PC - 03	22,98	-0,04	0,0016
PC - 04	22,81	-0,21	0,0441
PC - 05	23,22	0,2	0,04
PC - 06	22,57	-0,45	0,2025
PC - 07	23,02	0	0
PC - 08	22,89	-0,13	0,0169
DPT - 01	23,56	0,54	0,2916
DPT - 02	23,71	0,69	0,4761
DPT - 03	22,98	-0,04	0,0016
DPT - 04	23,27	0,25	0,0625
DPT - 05	23,43	0,41	0,1681
DPT - 06	22,31	-0,71	0,5041
DPT - 07	23,49	0,47	0,2209

DPT - 08	22,35	-0,67	0,4489
Σ	368,32		2,713
Xrt	23,02		

Agar dapat mengetahui mutu beton segar yang diuji, maka perlu dicari nilai kuat tekan karakteristiknya berdasarkan data pengujian yang sudah diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut.

Diketahui:

$$f'c = 20 \text{ MPa}$$

$$Xrt = 23,02$$

$$\sum(Xi - Xrt)^2 = 2,713$$

$$n = 16$$

$$fk = 1.16$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(Xi - Xrt)^2}{n-1}} \times fk \tag{1}$$

$$s = \sqrt{\frac{2,713}{16-1}} \times 1.16 = 0,493$$

$$f'ck = Xrt - 1,645 \cdot s \tag{2}$$

$$f'ck = 23,02 - 1,645 \times 0,493$$

$$f'ck = 22,209 \text{ MPa}$$

$$f'cr = f'c + 1,34 \cdot s \tag{3}$$

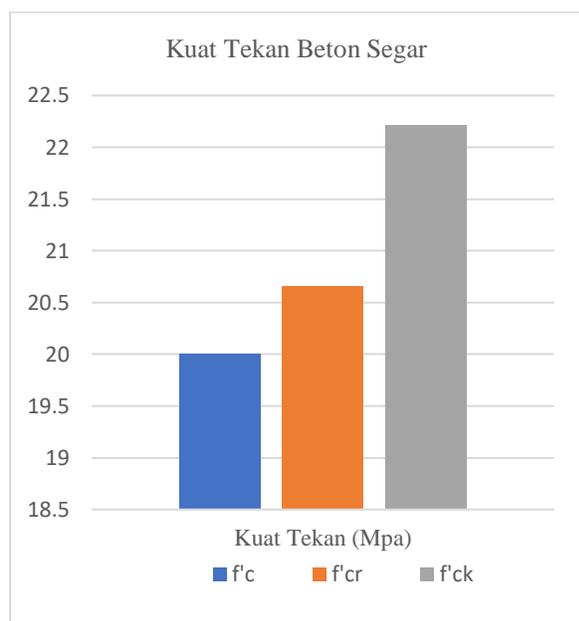
$$f'cr = 20 + 1,34 \times 0,493$$

$$f'cr = 20,66 \text{ MPa}$$

$$f'cr = f'c + 2,33 \cdot s - 3,45 \tag{4}$$

$$f'cr = 20 + 2,33 \times 0,493 - 3,45$$

$$f'cr = 17,698 \text{ Mpa}$$



Gambar 1. Diagram Batang Kuat Tekan Beton Segar

Berdasarkan perhitungan mutu beton diatas, maka diperoleh nilai kuat tekan karakteristik beton yaitu 22,209 MPa dan nilai kuat tekan yang diperlukan yaitu sebesar 20,66 MPa. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa mutu beton sudah memenuhi standar dan persyaratan yang ditetapkan karena nilai kuat tekan karakteristik beton lebih besar dari nilai kuat tekan beton rencana ($f'ck > f'c$).

KESIMPULAN

Hasil penelitian terhadap pengujian baja tulangan kelas BJT 420B dengan benda uji ukuran D13, D16, dan D19 memperoleh hasil mutu yang baik dengan nilai kuat leleh rata-rata untuk ukuran D13 yaitu 474,74 MPa, ukuran D16 yaitu 455,62 MPa, dan ukuran D19 yaitu 487,68 MPa serta nilai kuat tarik baja tulangan untuk ukuran D13 yaitu 579,03 MPa, ukuran D16 yaitu 592,03 MPa, dan ukuran D19 yaitu 625,08 MPa, kemudian pengujian terhadap kuat tekan beton segar juga memperoleh nilai yang sudah memenuhi standar mutu yang ditetapkan yaitu dengan nilai kuat tekan beton karakteristik 22,209

MPa. Adapun pengujian terhadap material beton bertulang sudah memenuhi standar yang ada, oleh karena itu bobot mutu beton bertulang pekerjaan dinding penahan tanah pada proyek 'Z' ini dapat dikatakan baik dan sudah memenuhi standar mutu yang dipersyaratkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. R. Ahadian, A. Basri and M. Y. Afrizal, "Praktik Sistem Mutu Pada Kontraktor Skala Kecil di Kota Tidore," *Jurnal Sipil Sains*, vol. 09, no. 17, pp. 47-58, 2019.
- [2] Fathurrozi and S. I. Gorang, "Pengendalian Mutu Agregat Kelas A dan Kelas B pada Pekerjaan Jalan Sungai Ulin - Mataraman," *Jurnal POROS TEKNIK*, vol. 7, no. 1, pp. 26-33, 2015.
- [3] V. Yada and S. Wacono, "Analisis Mutu Beton Bertulanga Proyek Rumah Susun Stasiun Tanjung Barat," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta*, Jakarta, 2020.
- [4] Y. E. Wiyana, "Analisis Kegagalan Konstruksi dan Bangunan dari Perspektif Faktor Non Teknis," *Wahana TEKNIK SIPIL*, vol. 17, no. 1, pp. 54-60, 2012.
- [5] T. Wibowo and C. P. Prasetyo, "Quality Control Mutu Beton dan Kualitas Material pada Pondasi Stone Crusher," *TECNOSCIENZA*, vol. 3, no. 2, pp. 261-278, 2019.
- [6] BINA MARGA, "Spesifikasi Umum untuk Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol," *Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*, 2020.

- [7] Badan Standarisasi Nasional, SNI 2052:2017 Baja Tulangan Beton, Badan Standarisasi Nasional, 2017.
- [8] Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1972-2008 Cara Uji Slump Beton, Badan Standarisasi Nasional, 2008.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, SNI 03-1974-2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder, Badan Standarisasi Nasional, 2011.
- [10] E. Gardjito, "Pengendalian Mutu Beton dengan Metode Control Chart (SPC) dan Process Capability (Six-Sigma) pada Pekerjaan Konstruksi," *U KaRsT*, vol. 1, no. 2, pp. 110-119, 2017.
- [11] B. R. Manurung and S. Wacono, "Pengendalian Mutu Struktur pada Proyek Rumah Susun Stasion Pondok Cina," *Construction and Material Journal*, vol. 2, no. 3, pp. 195-200, 2020.
- [12] I. Rustendi, "Aplikasi Statistical Process Control (SPC) dalam Pengendalian Variabilitas Kuat Tekan Beton," *Teodolita*, vol. 14, no. 1, pp. 16-36, 2012.
- [13] M. Mooy, P. H. Simatupang and J. H. Frans, "Pengaruh Suhu Curing Beton Terhadap Kuat Tekan Beton," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. VI, no. 1, pp. 47-60, 2017.
- [14] Indrayani, A. Mirza, A. Herius, A. Hasan and D. Prabudi, "Penerapan Standar Operating Procedures Pengendalian Mutu Beton Ready Mix pada PT. INDO BETON," *SNAPTEKMAS*, vol. 1, no. 2, pp. 193-198, 2020.
- [15] Badan Standarisasi Nasional, SNI 6880:2016 Spesifikasi Beton Struktural, Badan Standarisasi Nasional, 2016.