

**PENGENDALIAN MUTU PADA PEKERJAAN
PENGANTIAN JEMBATAN PROGO KRANGGAN,
KABUPATEN TEMANGGUNG, JAWA TENGAH**



STUDI KASUS

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Insinyur Pada
Program Studi Program Profesi Insinyur

Oleh :

Vinsensius Priyo Wicaksono

21000123210046

**PROGRAM STUDI PROGRAM PROFESI INSINYUR
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
TAHUN 2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Studi Kasus atas nama :

Mahasiswa : Vinsensius Priyo Wicaksono

NIM : 21000123210046

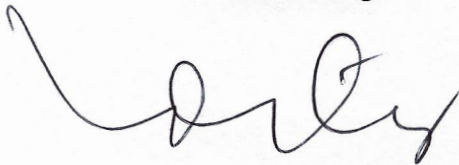
Program Studi : Program Profesi Insinyur

Judul : Pengendalian Mutu pada Pekerjaan Penggantian Jembatan Progo
Kranggan, Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah

Telah memenuhi persyaratan kaidah Studi Kasus di Program Studi Program Profesi
Insinyur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.

Semarang, 13 November 2023

Pembimbing 1



Prof. Dr. Ir. Hadiyanto,
S.T., M.Sc., IPU, ASEAN Eng.
NIP : 19751028 199903 1 004

Pembimbing 2



Prof. Dr. Ir. Syafrudin, CES, M.T., IPM
NIP : 19581107 198803 1 001

LEMBAR PERSETUJUAN

Studi Kasus

PENGENDALIAN MUTU PADA PEKERJAAN PENGGANTIAN
JEMBATAN PROGO KRANGGAN, KABUPATEN TEMANGGUNG,
JAWA TENGAH

Disusun Oleh :

Vinsensius Priyo Wicaksono

21000123210046

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji

Pada Tanggal : 20 November 2023

Tim
Penguji,

Penguji 1

Prof. Dr. Ir. Hadiyanto,
S.T., M.Sc., IPU., ASEAN Eng.
NIP : 19751028 199903 1 004

Penguji 2

Prof. Dr. Ir. Syafrudin, CES, M.T., IPM
NIP : 19581107 198803 1 001

Penguji 3

Prof. Dr. Ir. Widayat,
S.T., M.T, IPM., ASEAN Eng
NIP : 19720609 199803 1 001

Penguji 4

Dr. Ir. Anik Sarminingsih,
M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP : 19670401 199903 2 001

Studi Kasus ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh

Gelar Insinyur (Ir.), Tanggal : 30 NOVEMBER 2023

Program Studi Program Profesi Insinyur

Ketua

Prof. Dr. Ir. Widayat, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP : 197206091998031001

PERNYATAAN ORISIONALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Studi Kasus ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Studi Kasus ini akan saya publikasikan pada Jurnal Profesi Insinyur Indonesia (JPII) Universitas Diponegoro

Semarang, November 2023



Vinsensius Priyo Wicaksono

NIM : 21000123210046

JPII, 1 (1), 2022

Pengendalian Mutu pada Pekerjaan Penggantian Jembatan Progo Kranggan, Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah

Vinsensius Priyo Wicaksono¹, Hadiyanto Hadiyanto^{1,2*}, Syafrudin Syafrudin^{1,3}¹ Program Studi Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,² Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,³ Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Jembatan memiliki peran penting dalam menjaga kelancaran lalu lintas dan menghubungkan dua sisi permukiman hingga menjaga stabilitas ekonomi. Pemeriksaan berkala jembatan dilakukan untuk mendapatkan deteksi kerusakan dan masalah untuk mendapatkan rencana tindakan penanganan untuk mencegah kejadian yang tidak diinginkan. Pekerjaan penggantian jembatan adalah pekerjaan konstruksi yang membutuhkan pengendalian mutu ketat, tak terkecuali pada Paket Pekerjaan Penggantian Jembatan Progo Kranggan. Artikel ini dibuat dengan menggunakan metode observasi, yaitu pengamatan pelaksanaan pekerjaan terhadap peraturan-peraturan dan standar kerja dari Direktorat Jenderal Bina Marga selaku pengguna jasa untuk mencapai mutu yang disyaratkan. Kegiatan pengendalian mutu terbagi menjadi kegiatan urutan antara pengambilan sampel material, pengujian material, penyusunan Job Mix Design (JMD), penyusunan Job Mix Formula (JMF) serta pengujian harian. Hasil pengujian material dan penyusunan JMD oleh laboratorium eksternal menunjukkan hasil kurang lebih sama dengan hasil pengujian secara internal. Efektivitas, efisiensi dan nilai ekonomis hasil pengujian untuk menghindari loss dan overhead berlebihan saat proses produksi dipilih sebagai dasar penyusunan JMF dan kegiatan trial mix. Persetujuan formula campuran untuk kegiatan konstruksi oleh direksi pekerjaan dan direksi teknis, namun harus tetap dilakukan pengendalian mutu secara rutin. Paket pekerjaan ini sudah melakukan kegiatan pengendalian mutu sesuai standar-standar pekerjaan yang sudah berlaku dan berjalan beriringan dengan kegiatan kuantitas pekerjaan.

Kata kunci: pengendalian mutu; pengambilan keputusan; konstruksi; penggantian jembatan; spesifikasi Bina Marga

Abstract

[Title: Quality Control in Progo Kranggan, Temanggung Regency, Central Java Bridge Replacement] Bridges plays a crucial role in maintaining traffic flow and connecting sides while also preserving economic stability. Periodic inspections of bridges conducted to detect damages and issues in order to develop effective and efficient action plans to prevent unwanted incidents. Bridge replacement work is a construction task that requires strict quality control (QC). This paper is conducted using the observation method, which involves monitoring the implementation of the work according to the General Specifications from the Ministry of Public Works Indonesia to achieve the quality required by construction service users. QC activities are material sampling, material testing, Job Mix Design, Job Mix Formula and daily testing. Material testing and design by an agreed external laboratory showed approximately as same as internal testing result. The effectiveness, efficiency and economic value of the test results to avoid loss and excessive overhead were selected for the JMF and trial mix. Approval of the mix formula for construction activities by the work directors and technical directors, but quality control must still be carried out regularly. This

work has carried out quality control activities in accordance with the applicable work standards and goes hand in hand with work quantity activities.

Keywords: *quality control; decision-making; construction; bridge replacement; specifications*

1. Pendahuluan

Dalam kerangka infrastruktur transportasi darat, jembatan memiliki peran penting (Nusantara, 2019) dalam menjaga kelancaran lalu lintas dan koneksi jaringan jalan (Ibrahim & Moustafa, 2022). Dalam kapasitasnya sebagai struktur penghubung antar jalan raya dan pengatur arus lalu lintas, menghubungkan dua sisi pemukiman, memfasilitasi pergerakan kendaraan dan orang hingga pertumbuhan ekonomi masyarakat (Matos dkk., 2023) yang dapat terpacu karena keberadaannya (Wardani & Sulaiman, 2023), menjaga kondisi jembatan merupakan elemen krusial untuk menjaga stabilitas ekonomi yang berkelanjutan (Anastasiades dkk, 2020).

Pemeriksaan berkala yang konsisten terhadap jembatan diperlukan guna mendeteksi kerusakan dan masalah yang mungkin muncul (Reis dkk, 2021), sehingga dapat dilakukan pengambilan keputusan dan tindakan perbaikan dapat dilakukan dengan efektif dan efisien sesuai dengan kondisi jembatan yang bersangkutan. Pemeriksaan tingkat keamanan dan daya tahan jembatan sangat penting dilakukan untuk mencegah insiden (Firdaus, 2023) yang dapat membahayakan masyarakat.

Salah satu proyek konstruksi yang memerlukan pengendalian mutu yang ketat adalah pekerjaan penggantian jembatan. Jembatan-jembatan yang sudah ada perlu diperbarui dan diganti seiring berlalunya waktu, perubahan teknologi dan perubahan standar keselamatan. Penggantian jembatan adalah tugas yang rumit dan berisiko tinggi (Reis dkk, 2021). Pekerjaan ini dapat berupa penghapusan struktur lama dan membangun jembatan yang baru. Kualitas konstruksi sangat berpengaruh terhadap daya tahan (Tutuko dkk, 2022) jembatan tersebut. Jika pengendalian mutu tidak diterapkan secara ketat, jembatan yang baru mungkin tidak akan bertahan lama dan berpotensi menimbulkan bahaya (Manurung & Wacono, 2020) terutama bagi pengguna jalan.

Salah satu bentuknya yaitu pada Pekerjaan Penggantian Jembatan Progo Kranggan, Cs (Ainayyah & Rhomaita, 2022) yang sudah dilakukan pada tahun 2018 hingga 2019 lalu melalui PPK 2.7 Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah II Provinsi Jawa

Tengah pada Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah VII Jateng-DIY di bawah Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat sebagai pengguna jasa konstruksi. Pekerjaan ini terdiri dari penggantian dua buah jembatan, yaitu Jembatan Progo Kranggan yang terletak melintang di atas Sungai Progo pada ruas Secang – Temanggung KM. MGL 18+110. Jembatan kedua adalah Jembatan Galeh yang terletak melintang di atas Sungai Galeh pada ruas Ajibarang – Secang KM. MGL 33+810 (Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VII, 2019) dengan Penyedia Jasa PT Bangun Makmur Utama – PT. Bahana Makmur Utama KSO, dan Konsultan Supervisi PT. Adhyasa Desicon (KSO) PT. Anugerah Kridapradana – PT. Prima Cipta Karsa Sabbapathamam.

Salah satu aspek kunci dalam pengendalian mutu konstruksi adalah pemantauan bahan dan teknik konstruksi (Wardani & Priyanto, 2023). Material yang digunakan dalam pembangunan jembatan harus memenuhi standar yang ditetapkan untuk memastikan daya tahan dan keamanan (Manurung & Wacono, 2020), baik komponen terbesar hingga terkecil dapat mempengaruhi keseluruhan kualitas dan umur jembatan secara keseluruhan (Sun, 2022). Keberhasilan proyek penggantian jembatan sangat tergantung pada bagaimana teknik ini diterapkan dan diawasi selama proses konstruksi (Xu & Huang, 2021).

2. Metode Penulisan

Lokus penulisan, ruang lingkup dan batasan penulisan ini adalah pengendalian mutu penggantian Jembatan Progo Kranggan pada Gambar 1, sesuai pada Paket Pekerjaan Penggantian Jembatan Progo Kranggan, Cs seperti tersebut di atas sesuai Dokumen Kontrak Nomor: HK.02.03/PPK-JBT.PJN-II/II/2018/43 Tanggal 15 Februari 2018 dan SPMK Nomor: HK.02.02/PPK-JBT.PJN-II/II/2018/54 Tanggal 22 Februari 2018 yang dikerjakan hingga tanggal 25 Februari 2019.

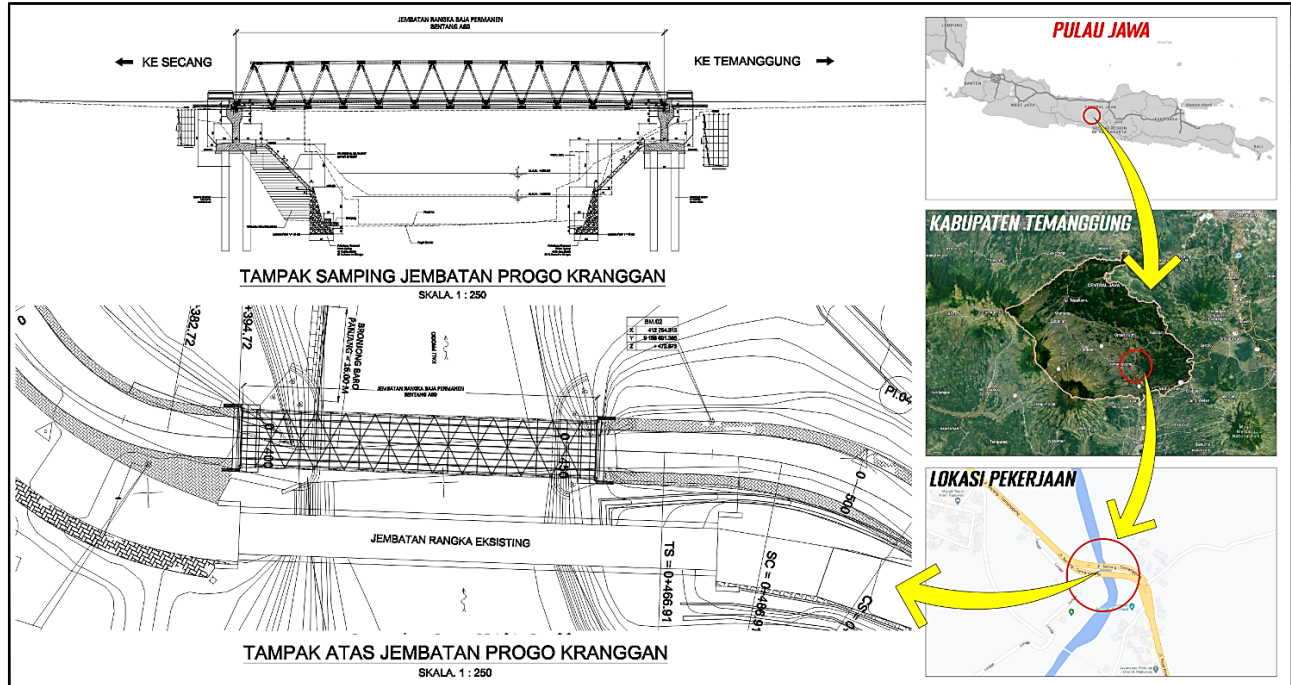
Struktur Jembatan Progo Kranggan, Kecamatan Kranggan, Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah semula berupa rangka baja dan memiliki pondasi serta abutmen batu kali dengan pondasi tengah. Jembatan ini sudah mengalami kegagalan struktur akibat diterjang debit banjir Sungai Progo pada awal tahun 2018. Stuktur pondasinya akan digantikan dengan *bore pile* dengan abutmen baru menggunakan beton *ready mix*. Susunan bronjong dan dinding tebing dengan bahan beton *ready*

*) Penulis Korespondensi.

E-mail: hady.hadiyanto@gmail.com

mix dibuat pada hulu dan hilir jembatan sebagai penahan hantaman gelombang sungai. Rangka jembatan lama dibongkar dan dikembalikan ke bagian aset KemenPUPR dan rangka pengganti menggunakan jembatan baja

bentang 60 m dari aset KemenPUPR. Lantai jembatan akan menggunakan *ready mix* dengan lapisan akhir menggunakan campuran aspal beton.



Gambar 1. Peta lokasi dan layout pekerjaan (dokumentasi penulis, 2023)

Data yang digunakan pada penulisan merupakan himpunan yang dikoleksi dari pekerjaan pengendalian mutu pada pekerjaan yang sudah dilakukan oleh penyedia jasa konstruksi dengan menggunakan metode observasi, yaitu berupa pengamatan pada tahap pelaksanaan pekerjaan dari standar-standar tersebut untuk mencapai hasil yang sesuai.

Data yang dikumpulkan merupakan data primer dari hasil observasi dan data sekunder dari studi literatur yang sesuai. Data-data tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan tujuan penelitian yang diharapkan yaitu kesesuaian urutan pengendalian mutu pada pekerjaan konstruksi yang dimaksud terhadap standar baku yang disyaratkan oleh pengguna jasa.

Pengendalian mutu pekerjaan mengikuti standar-standar pengendalian mutu yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, yaitu Spesifikasi Umum Bina Marga (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2014, 2018) maupun standar pemeriksaan material yang sudah dikeluarkan oleh negara (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2009).

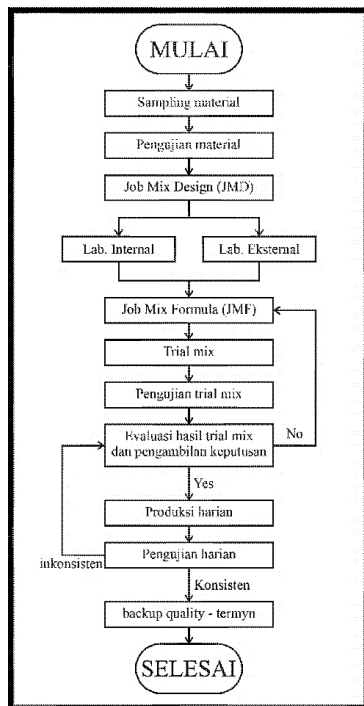
Garis besar urutan pekerjaan pengendalian mutu adalah dari *sampling material*, *Job Mix Design (JMD)*,

pengujian material, *Job Mix Formula (JMF)*, hingga pengujian produksi harian. Diagram alir penelitian disajikan dalam Gambar 2 dengan tujuan supaya penelitian ini lebih terarah, teratur dan terfokus.

3. Hasil dan Pembahasan

Penyedia jasa konstruksi pada pekerjaan ini adalah Penyedia Jasa PT Bangun Makmur Utama – PT. Bahana Makmur Utama KSO masing-masing memiliki kualifikasi B1 dan M1. Nilai paket ini sebesar Rp 19.359.758.000,00. Pengendalian mutu pekerjaan ini dilakukan pada struktur bawah hingga struktur atas jembatan.

Sampling Material: Proses pengambilan material baik yang berada di *stock pile basecamp* penyedia jasa maupun pada *quarry* yang digunakan penyedia jasa untuk memenuhi kebutuhan materialnya. Meskipun penyedia jasa melakukan *erection unit batching plant* di wilayah Kabupaten Temanggung, namun bahan mentah yang digunakan untuk beberapa item pekerjaan didatangkan dari daerah lain. Hal tersebut berdasarkan pertimbangan pemenuhan material dengan karakteristik sesuai standar spesifikasi yang ditetapkan.



Gambar 2. Diagram alir penelitian (data penulis, 2023)

Pemenuhan bahan mentah untuk campuran beton segar dan lapis pondasi agregat didatangkan di *quarry* pemasok yang berlokasi di Gringsing, Kabupaten Batang, Jawa Tengah. Pasir didatangkan dari stock pile di wilayah Salam, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. Material batu pecah untuk bahan mentah campuran beraspal panas diambil di *stock pile basecamp* AMP penyedia jasa di Kabupaten Blora, Jawa Tengah meskipun bahan baku berupa batu belah bersumber dari daerah Tayu, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. Material urugan pilihan didatangkan dari wilayah Kabupaten Semarang dan dari Kabupaten Temanggung sendiri.

Pengambilan material merupakan pembuktian terhadap bahan konstruksi yang nantinya akan digunakan dalam pekerjaan ini dari rencana material yang digunakan sebagai bagian dari campuran material, seperti campuran beraspal panas, campuran beton segar, dan lain sebagainya.

Proses pengambilan material dilakukan oleh penyedia jasa yang disaksikan oleh direksi pekerjaan atau yang mewakili dan direksi teknis. Pengambilan material dilakukan berdasar pada pedoman manual yang sama seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Daerah asal pengambilan material menentukan perbedaan sifat fisik, kimia maupun karakteristik material yang berbeda dari daerah yang lain. Hasil dari pengambilan material ini nantinya harus dilakukan pengujian material untuk mengetahui karakteristik masing-masing material tersebut.

Job Mix Design (JMD): JMD merupakan dokumen awal pengendalian mutu yang dibutuhkan untuk mendapatkan komposisi penggunaan material secara efektif sesuai karakteristiknya masing-masing namun dapat menghasilkan kekuatan sesuai yang diharapkan, melalui urutan kerja sesuai standar mutu yang digunakan.

JMD mengindikasikan tingkat kelayakan rencana campuran yang nantinya akan digunakan. Dalam pekerjaan ini dilakukan JMD untuk campuran beraspal yaitu AC-Base, AC-BC, AC-WC, campuran beton segar dengan mutu $fc' 10$, $fc' 15$, $fc' 20$ dan $fc' 30$, campuran mortar dan LPA baik yang dilakukan oleh tim laboratorium internal dari penyedia jasa maupun oleh laboratorium eksternal yang bersifat independen, terakreditasi dan disepakati oleh semua pihak.

Dasar dari pembuatan JMD oleh laboratorium internal diambil dari Manual Pemeriksaan Material Bahan Jalan keluaran Direktorat Jenderal Bina Marga, Spesifikasi Umum Bina Marga dan peraturan-peraturan pengujian material dari SNI. Tingkat kepercayaan pengguna jasa serta keterbatasan peralatan pengujian yang dimiliki penyedia jasa, mengharuskan dilakukannya pengujian secara laboratorium eksternal, meskipun metode yang digunakan kurang lebih serupa namun dapat memberikan hasil yang berbeda, utamanya pada bahan yang bersifat pokok, seperti lebih tingginya kadar aspal pada desain campuran beraspal panas atau lebih tingginya *cement content* pada desain campuran beton segar seperti disajikan pada Tabel 1. Bahan yang tidak bersifat pokok, seperti pemakaian batu pecah dan gradasi campuran biasanya memiliki hasil serupa.

Analisis terdapatnya perbedaan hasil tersebut dapat disebabkan beberapa faktor. Proses pembuatan JMD oleh penyedia jasa lebih menitikberatkan pada tingkat efektivitas dan efisiensi pemakaian material untuk menghindari tingginya *loss* dan memperendah *overhead* pada proses dan biaya produksi dengan cara optimalisasi sumber daya yang dimiliki. Pembuatan JMD yang dilakukan oleh laboratorium eksternal menggunakan metode tekstual dan tidak memperhatikan kondisi aktual, misal hasil pembuatan JMD eksternal untuk campuran beton segar mutu $fc'30$ yang menggunakan *cement content* untuk konstruksi biasa, sedangkan di lapangan digunakan untuk konstruksi abutmen dimana harus menggunakan proporsi tertentu untuk dapat diaplikasikan.

Perbedaan hasil JMD antara hasil internal dan eksternal tersebut dijadikan sebagai acuan untuk pembuatan JMF oleh pengendali mutu konstruksi serta sebagai dasar pengambilan keputusan direksi pekerjaan tentang dapat/tidaknya melanjutkan pada proses selanjutnya.

Pengujian Material: Proses ini adalah pengujian material-material baik yang sudah diambil pada proses *sampling* sebelumnya. Material tersebut adalah bahan mentah yang nantinya akan digunakan sebagai bahan campuran seperti *properties* pada aspal curah, pasir, batu

pecah, dan lain lain, maupun material yang digunakan untuk proses konstruksi, seperti pengujian tarik baja tulangan dan air sebagai bahan pembuatan campuran beton segar.



Gambar 3. Proses pengambilan material di *quarry* dan *stock pile basecamp* (dokumentasi penulis, 2023)

Tabel 1. Perbandingan pemakaian material semen dan aspal hasil JMD antara laboratorium internal dan eksternal (olahan data penulis, 2023)

JMD	Material	Intnl.	Ekstnl.	Ket.
fc'10	Semen	190	232	kg/m ³
fc'15	Semen	215	298	kg/m ³
fc'20	Semen	325	339	kg/m ³
fc'30	Semen	459	437	kg/m ³
AC-Base	Aspal	4,775	5,4	%
AC-BC	Aspal	5,23	5,8	%
AC-WC	Aspal	5,48	6,2	%

Serupa dengan penggarapan JMD, pemeriksaan material-material dasar dilakukan di laboratorium internal dan eksternal seperti sebelumnya, yaitu pertimbangan keterbatasan peralatan uji yang dimiliki oleh penyedia jasa, tingkat kepercayaan direksi pekerjaan terhadap kinerja percobaan uji yang dilakukan penyedia jasa dan independensi hasil pengujian bahan konstruksi. Pun sama seperti pada pengerjaan JMD antara produk internal dan eksternal, untuk hasil pengujian yang bersifat dasar memiliki hasil yang tak terpaut terlalu jauh, karena menggunakan dasar pengujian dan peralatan yang

terstandarisasi. Misal hasil uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus untuk campuran beraspal panas, yang menggunakan dasar SNI 1970:2016 mengenai Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. Berlaku juga untuk pengujian sejenis yang cenderung “sederhana” dengan peralatan pengujian yang “murah” untuk diinvestasikan oleh penyedia jasa, sebut saja pengujian gradasi atau Pemeriksaan Lolos Saringan No. 200 sesuai SNI 03-4142-1996 atau SNI ASTM C117:2012 yang cukup menggunakan dua buah saringan No. 16 dan No. 200, *pan* dan wadah pencuci, timbangan serta oven. Berbeda halnya dengan jenis pengujian yang memerlukan jenis peralatan yang cenderung “mahal” tak hanya dari segi harga beli, dengan frekuensi pemakaian yang relatif rendah nantinya jika dibeli dan dipergunakan untuk kebutuhan internal. Sebut saja alat pengujian daya dukung tanah, Pengujian Indeks Kepipihan sesuai ASTM D-4791, Pemeriksaan *Soundness* sesuai SNI 03-3407-1994, dan lain sebagainya.

Hasil dari pengujian material digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan oleh direksi pekerjaan atas masukan dari direksi teknis, mengenai material tersebut dapat digunakan untuk material konstruksi atau tidak.

Proses pengujian material dan JMD dapat dilakukan secara paralel atau simultan karena beberapa hasil

pengujian material berupa karakteristik bahan diaplikasikan guna penyusunan JMD campuran.

Tabel 2. Perbandingan pengujian material antara laboratorium internal dan eksternal (olahan data penulis, 2023)

Pengujian	Spesifikasi	Dasar	Internal	Eksternal	Sat.
Abrasi LA 100 x ptm	Max. 8	SNI 2417 : 2008	-	4,20	%
Abrasi LA 500 x ptm	Max. 40	SNI 2417 : 2008	-	22,12	%
Berat jenis Bulk Agregat ¾"	Min. 2,50	SNI 1969 : 2008	2,615	2,679	gr/cc
Berat Jenis Bulk Agregat ½"	Min. 2,50	SNI 1969 : 2008	2,632	2,695	gr/cc
Penyerapan Agregat ¾"	Max. 3,00	SNI 1969 : 2008	1,458	1,51	%
Penyerapan Agregat ½"	Max. 3,00	SNI 1969 : 2008	1,730	1,20	%
Soundness	Max. 12	SNI 03-3407-1994	-	3,41	%
Material lolos saringan no. 200	Max. 1,00	SNI 03-4142-1996	0,44	0,49	%
Partikel pipih dan lonjong	Max. 10,0	ASTM D-4791	-	3,17	%
Berat Jenis Abu batu	Min. 2,50	SNI 1970 : 2008	2,549	2,648	gr/cc
Penyerapan Abu batu	Max. 3,00	SNI 1970 : 2008	2,010	2,312	%
Sand Equivalent	Min. 60,0	SNI 03-4428-1997	73,92	87,18	%
Agregat lolos saringan no. 200	Max. 10,0	SNI 03-4142-1996	7,68	1,71	%

Ket: “-“ menunjukkan penyedia jasa tidak melakukan pengujian karena tidak memiliki alat uji mandiri



Gambar 4. Peralatan pengujian agregat secara mandiri oleh penyedia jasa



Gambar 6. Penyerahan sampel material campuran beraspal untuk diuji di Laboratorium Transportasi UGM, Yogyakarta



Gambar 5. Pengujian Nilai Setara Pasir secara mandiri oleh penyedia jasa



Gambar 7. Pengujian tarik baja tulangan di Laboratorium Struktur dan Bahan Bangunan, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Job Mix Formula (JMF): JMF merupakan pembuktian dari JMD yang sudah dibuat sebelumnya dari dasar teori terhadap hasil karakteristik bahan yang digunakan. JMD tidak serta merta digunakan sebagai

dasar pembuatan JMF, namun sebagai penyedia jasa, dilakukan penyusunan sesuai dengan tingkat efektivitas, efisiensi dan ekonomis. Hal tersebut dilakukan untuk mengatasi tingkat *loss* dan *overhead* yang berlebihan saat proses produksi campuran nantinya jika JMF telah disetujui. Prinsip ekonomi yang dimaksud adalah menggunakan jumlah dan jenis material tertentu untuk menghasilkan mutu yang optimal.

Tidak seperti JMD yang secara umum dilakukan “di atas kertas”, JMF bermuara pada kegiatan percobaan campuran atau *trial mix*. Kegiatan ini dilakukan langsung di instalasi pencampuran, baik yang dimiliki oleh pemasok maupun pada instalasi pencampuran milik penyedia jasa dengan pengambilan benda uji sesuai tata cara pengambilan benda-benda uji. Semisal sesuai SNI 2458-2018 tentang Tata Cara Pengambilan Sampel Campuran Beton Segar untuk pengambilan benda uji beton *readymix* di *batching plant* baik skala produksi maupun skala laboratorium. Benda uji beton ini kemudian dilakukan perawatan untuk kemudian dilakukan pengujian kuat tekan beton pada umur 7 dan 28 hari sesuai SNI 1974:2011 tentang Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. Hasil uji tersebut dapat memperlihatkan hasil campuran apakah sudah sesuai dengan syarat mutu atau tidak.



Gambar 8. Kegiatan *trial mix* campuran beton di batching plant PT Varia, Kab. Magelang



Gambar 9. Kegiatan *trial mix* campuran beton di batching plant penyedia jasa, Kab Temanggung



Gambar 10. Kegiatan *trial mix* campuran beraspal panas di AMP penyedia jasa, Kab. Blora



Gambar 11. Pengujian hasil *trial mix* campuran beton di laboratorium pengujian independen



Gambar 12. Pengujian hasil *trial mix* campuran beraspal panas di laboratorium penyedia jasa

Berbeda dengan campuran beton segar, pada campuran beraspal, kegiatan *trial mix* tidak dapat dilakukan pada skala laboratorium, namun harus pada skala produksi yaitu pada AMP. Urutan kerja pada

kegiatan ini pun lebih kompleks, menyangkut pengambilan sampel pada *cold bin*, *hot bin*, hingga pengambilan sampel hasil campuran. Sampel tersebut untuk kemudian diteliti di laboratorium untuk mendapatkan nilai kadar aspal dan kesesuaian gradasi agregat.

Proses pengambilan keputusan didasarkan pada laporan hasil pengujian masing-masing pekerjaan percobaan pencampuran tersebut. Pengguna jasa dapat menerima atau menolak rencana campuran berdasarkan hasil uji yang sudah dilakukan. Untuk mendukung keputusan tersebut, pada umumnya pengguna jasa meminta penyedia jasa untuk melakukan pengujian hasil *trial mix* tersebut di laboratorium eksternal.



Gambar 13. Pengujian kuat tekan beton dan mortar secara independen di laboratorium penyedia jasa

Tabel 3. Perbandingan pemakaian material pada JMF terhadap JMD sebelumnya (olahan data penulis, 2023)

Campuran	Material	JMF	JMD	Ket.
fc'10	Semen	190	190	kg/m ³
fc'15	Semen	215	215	kg/m ³
fc'20	Semen	337	325	kg/m ³
fc'30	Semen	422	459	kg/m ³
AC-Base	Aspal	4,65	4,775	%
AC-BC	Aspal	5,10	5,23	%
AC-WC	Aspal	5,53	5,48	%

Pengujian Harian: Proses ini merupakan proses pengendalian mutu dari pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan secara rutin. Pekerjaan yang dilakukan secara rutin semisal adalah pekerjaan pengecoran menggunakan *readymix*, pekerjaan pasangan batu, pekerjaan urugan tanah, hingga pekerjaan pengaspalan. Hasil pengujian tersebut selain digunakan sebagai dasar kontrol pekerjaan tiap *stakeholder*, juga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan pada pekerjaan yang bersifat simultan atau item pekerjaan tersebut berkaitan dengan item pekerjaan selanjutnya.

Hasil dari pengujian harian tersebut juga digunakan sebagai *back up* mutu pekerjaan sebagai lampiran dokumen penagihan sebagai pembuktian bahwa *item* pekerjaan yang dilakukan sudah mencapai baku mutu yang disyaratkan.

Sama seperti proses sebelumnya, pengujian harian dapat dilakukan secara mandiri di laboratorium internal maupun eksternal. Untuk mengurangi beban biaya pengujian yang ditanggung oleh penyedia jasa, maka secara umum pengujian yang dilakukan di laboratorium eksternal dilaksanakan sekurangnya satu kali dalam satu bulan sebagai pembanding atas pengujian yang dilakukan secara mandiri oleh penyedia jasa.



Gambar 14. Pengujian *Proctor Standard* secara mandiri di laboratorium penyedia jasa

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari observasi ini antara lain Paket Pekerjaan Penggantian Jembatan Progo Kranggan, Cs yang dilakukan di Jembatan Progo Kranggan, Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah telah melakukan kegiatan pengendalian mutu sesuai standar yang berlaku.

Bahwa hasil dari pengujian material dan penyusunan JMD antara produk dari tim pengendali mutu penyedia jasa (internal) dan dari laboratorium pengujian independen (eksternal) terdapat perbedaan. Hal tersebut dikarenakan faktor efektivitas, efisiensi dan ekonomis dari pihak penyedia jasa. Penyusunan JMD dari laboratorium eksternal menggunakan metode tekstual dengan faktor optimal serta koefisien ideal dan terkadang tidak sesuai untuk aplikasi di lapangan.

Penyusunan JMF oleh penyedia jasa tetap didasarkan pada faktor efektivitas, efisiensi dan ekonomis, yaitu memakai jenis material dalam jumlah tertentu untuk tetap menghasilkan mutu yang optimal agar terhindar dari faktor *loss* dan *overhead* yang berlebihan.

Pengendalian mutu ini berfungsi tidak hanya untuk memenuhi syarat baku mutu yang ditetapkan di Surat Perjanjian (Kontrak) namun juga sebagai dasar pengambilan keputusan pada pekerjaan konstruksi.

Pengendalian mutu menghasilkan dokumen laporan mutu (*backup quality*), yang digunakan sebagai lampiran penagihan pembayaran bertahap (*termyn*) oleh penyedia jasa. Maka kegiatan pengendalian mutu semestinya tidak hanya digunakan sebagai kegiatan pelengkap sebuah pekerjaan konstruksi, namun merupakan rangkaian kegiatan yang harus dipatuhi dan berjalan beriringan dengan pemenuhan volume pekerjaan (*backup quantity*) sehingga pekerjaan ini dapat berjalan hingga menuju hasil akhir yang dikehendaki, seperti pada Gambar 15.



Gambar 15. Dokumentasi proses pekerjaan (kompilasi penulis dari dokumentasi pribadi dan peta daring, 2023)

Ucapan Terima Kasih

Penulis dalam pekerjaan ini bertindak sebagai Manajer Jembatan sekaligus koordinator laboratorium pengendali mutu dari pihak Penyedia Jasa Konstruksi Pekerjaan Penggantian Jembatan Progo Kranggan, Cs. Diucapkan rasa terima kasih kepada manajemen PT BMU-PT BMU, KSO yang terlibat dalam pekerjaan tersebut dan telah mengizinkan obyek tersebut dijadikan sebagai bahan kajian artikel karya ilmiah ini. Terima kasih juga penulis ucapkan untuk isteri terkasih atas kesediaan membagi dana rumah tangga untuk keperluan penyelesaian studi pada Program Profesi Insinyur Universitas Diponegoro.

Daftar Pustaka

- Ainayyah, R. A., & Rhomaita. (2022). Penerapan Value Engineering pada Proyek Jembatan (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jembatan Progo - Kranggan, Cs) (Tugas Akhir). Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Anastasiades, K., Blom, J., Buyle, M., & Audenaert, A. (2020, Januari 1). Translating the circular

economy to bridge construction: Lessons learnt from a critical literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 117. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109522>

- Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VII. (2019). Jembatan Progo Kranggan Saksi Bisu Sejarah di Lintas Tengah. Dalam *Buletin Media-7* (6 ed., Vol. 1, hlm. 16–18). Semarang: Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VII Jateng-DIY.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. Manual Pemeriksaan Material Bahan Jalan Direktorat Jenderal Bina Marga No. 014/BM/2009. , Pub. L. No. 014/BM/2009 (2009). Indonesia.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga No. 10/SE/Db/2014 tentang Standar Dokumen Pengadaan dan Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. , Pub. L. No. 10/SE/Db/2014 (2014). Indonesia.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga No. 02/SE/Db/2018 tentang Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan

- Konstruksi Jalan dan Jembatan . , Pub. L. No. 02/SE/Db/2018 (2018). Indonesia.
- Firdaus, A. A. (2023). Analisis Usaha Pencegahan Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode JSA (Job Safety Analysis) pada Pekerjaan Abutmen Jembatan Tol Solo – Yogyakarta (Studi Kasus: Proyek Jalan Tol Solo – Yogyakarta) (Tugas Akhir). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ibrahim, M. S., & Moustafa, M. A. (2022). Strength Maturity Method for Quality Control of Field-Cast UHPC Seismic Accelerated Bridge Construction Connections.
- Manurung, B. R., & Wacono, S. (2020). Pengendalian Mutu Struktur pada Proyek Rumah Susun Stasiun Pondok Cina. *Construction and Material Journal*, 2(3), 195–200. Diambil dari <http://jurnal.pnj.ac.id/index.php/cmj>
- Matos, J., Fernandes, S., Tran, M. Q., Nguyen, Q. T., Baron, E., & Dang, S. N. (2023). Developing a Comprehensive Quality Control Framework for Roadway Bridge Management: A Case Study Approach Using Key Performance Indicators. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(13). <https://doi.org/10.3390/app13137985>
- Nusantara, J. L. W. (2019). Evaluasi Structural Health Monitoring System pada Jembatan Cable-Stayed Double-Pylon (Studi Kasus: Jembatan Merah-Putih) (Thesis). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Reis, E. D., Souza, D. L. C. e, Carvalho, H., Montenegro, P. A., & Ribeiro, D. (2021). Structural Safety and Stability of the Bridge on the Paraopeba River in Moeda, Minas Gerais, Brazil: Case Study. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 26(1). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)sc.1943-5576.0000529](https://doi.org/10.1061/(asce)sc.1943-5576.0000529)
- Sun, T. (2022). Arrangement Selection and Construction Quality Control Measures of Bridge Support. *Journal of Architectural Research and Development*, 6(6). Diambil dari <http://ojs.bbwpublisher.com/index.php/JARD>
- Tutuko, B., Pudjiharjo, H. S., Nugroho, B. J., & Santosa, T. B. (2022). Analisis Sistem Manajemen Pengendalian Mutu dalam Meningkatkan Kinerja Waktu Proses Konstruksi Bangunan Gedung Tinggi di Kota Surabaya. *Journal of Civil Engineering and Technology Sciences*, 01(02), 56–68. <https://doi.org/10.56444/jcets.v1i2>
- Wardani, M. K., & Priyanto, B. (2023). Kajian Pengendalian Mutu Konstruksi pada Pelaksanaan Pembangunan Gedung Gelanggang Inovasi dan Kreativitas Mahasiswa Universitas Gadjah Mada. *Journal of Comprehensive Science*, 2(5), 1113–1124.
- Wardani, N. P. A. P. K., & Sulaiman, R. (2023). Penentuan Prioritas Perbaikan Jembatan pada Jaringan Jalan Provinsi Jawa Timur Menggunakan Metode Integrasi AHP-TOPSIS (Studi Kasus: Wilayah UPT. PJJ. Kediri). *MATH Unesa Jurnal Ilmiah Matematika*, 11(2), 235–245.
- Xu, Z., & Huang, M. (2021). Improving bridge expansion and contraction installation replacement decision system using hybrid chaotic whale optimization algorithm. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(13). <https://doi.org/10.3390/app11136222>

LAMPIRAN

DOKUMENTASI PENERAPAN ETIKA PROFESI DAN K3L

Pada pelaksanaan kegiatan dalam rangka pembuatan artikel ilmiah dengan judul:

Pengendalian Mutu pada Pekerjaan Penggantian Jembatan Progo Kranggan, Kabupaten Temanggung, Jawa Tengah

1. Penerapan Etika Profesi Keinsinyuran

Kode etik keinsinyuran yang diimplementasikan pada Pekerjaan Penggantian Jembatan Progo Kranggan, Cs ini diantaranya:

- a. Salah satu kewajiban dari penyedia jasa konstruksi dalam pengendalian kualitas pekerjaan sekaligus komitmen kepada pengguna jasa untuk dapat menyelesaikan pekerjaan tidak hanya tepat waktu, namun juga tepat mutu yang disyaratkan dalam Kontrak No. HK.02.03/PPK-JBT.PJN-II/II/2018/43 Tanggal 15 Februari 2018.
- b. Membiasakan sikap adaptif terhadap dasar pengendalian mutu yang terus berkembang. Seperti contoh di awal Pekerjaan Penggantian Jembatan Progo Kranggan, Cs ini yang masih berpedoman pada Spesifikasi Umum dari Dirjen Bina Marga Tahun 2010 (revisi 3) untuk kemudian harus cepat mengikuti perkembangan serta beradaptasi dengan pedoman terbaru dari Dirjen Bina Marga yaitu Spesifikasi Umum Tahun 2018.
- c. Mendorong sikap inovatif untuk menyelesaikan masalah yang mungkin timbul agar pekerjaan dapat berjalan sesuai sasaran waktu dan kualitas. Seperti contoh inovasi penggunaan campuran beton fast track umur beton kurang dari 7 hari dari campuran beton normal, pada pekerjaan pengecoran pondasi bearing pad jembatan agar item pekerjaan lain dapat segera dikerjakan tanpa menunggu lamanya final setting time beton selama 28 hari.
- d. Sikap kolaboratif dan terbuka dalam bekerja sama untuk tujuan bersama, yaitu pengendali mutu konstruksi dari pihak penyedia jasa yang terbuka dalam menerima ide dan masukan baik dari pengawas pekerjaan, konsultan supervisi maupun dari ahli-ahli di bidang konstruksi untuk mencapai tujuan bersama yaitu penyelesaian pekerjaan Penggantian Jembatan Progo Kranggan, Cs agar tepat waktu dan tepat mutu.

2. Keselamatan, Kesehatan, Keamanan Kerja dan Lingkungan (K3L)

Dalam penerapannya prinsip utama K3L yang menitikberatkan pada zero accident, tim pengendali mutu melakukan langkah-langkah seperti:

- a. Setiap sebelum melakukan pekerjaan, terlebih yang memiliki risiko tinggi, koordinator laborat dari penyedia jasa melakukan briefing pekerjaan dan target penyelesaian pekerjaan. Seperti sebelum pekerjaan pengambilan benda uji beton segar di batching plant dan di lapangan. Meskipun tidak bersifat formal, namun poin-poin yang disampaikan dapat dipahami oleh anggota tim dengan outcome berupa produk pengendalian mutu tersebut, sebagai contoh benda uji beton segar yang siap untuk dilakukan perawatan sebelum dilakukan pengujian kuat tekan..
- b. Melengkapi pekerja pengendali mutu dengan APD berupa baju yang memiliki visibilitas tinggi dan/atau safety vest saat bertugas baik di plant, quarry, laborat maupun di lapangan, meskipun dalam praktiknya sering diabaikan. Kealpaan tersebut dilakukan teguran.
- c. Implementasi K3L untuk keselamatan pekerja pada pekerjaan ini masih sering diabaikan. Hal ini dapat berpengaruh pada tingginya risiko kerja, pada contoh adalah seorang pelaksana lapangan yang tidak mengenakan APD yang layak, seperti pakaian dengan visibilitas tinggi, safety vest bahkan helm pelindung dan ear plug saat bekerja di dekat alat berat. Pekerja tersebut memiliki tingkat risiko sangat tinggi yang bersifat *fatality*.



Gambar 1. Petugas pengendali mutu tidak mengenakan APD yang layak



Gambar 2. Para pekerja pengecoran yang sudah mengenakan APD saat bekerja



Gambar 3. Pemeriksaan kepadatan tanah di lapangan dengan menggunakan APD



Gambar 4. Karyawan yang tidak mengenakan APD secara layak dan benar saat bekerja di dekat mesin