

## **PENERAPAN PENGUJIAN BETON DI LAPANGAN UNTUK SISWA SMKN 2 KENDAL**

Jamal Mahbub<sup>1</sup>, Garup Lambang Goro<sup>2</sup>, Primasiwi Harprastanti<sup>3\*</sup>, Aiun Hayatu Rabinah<sup>4</sup>, Risman<sup>5</sup>, Warsiti<sup>6</sup>, Tedjo Mulyono<sup>7</sup>, Y. Eka Wiyana<sup>8</sup>, Imam Nurhadi<sup>9</sup>, Lilik Satriyadi<sup>10</sup>  
Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang, Semarang, Indonesia<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10</sup>

\* Penulis Korespondensi : [primasiwi.harprastanti@polines.ac.id](mailto:primasiwi.harprastanti@polines.ac.id)<sup>3</sup>

### **Abstrak**

Salah satu tantangan yang dihadapi mahasiswa yang berasal dari SMKN 2 Kendal pada survei pelaksanaan pembangunan konstruksi sipil adalah terkait pengujian beton di lapangan. Secara garis besar siswa SMKN 2 Kendal sudah memiliki pemahaman dasar terkait kompetensi bidang teknik sipil, tetapi masih mengalami kesulitan dalam beberapa bidang khususnya di pengujian beton lapangan. Oleh karena itu untuk meningkatkan kompetensi dan mengisi celah kurikulum SMK maka dilakukan pelatihan penerapan pengujian beton di lapangan. Pelatihan yang dilakukan adalah pelatihan pengujian beton dengan menggunakan alat Hammer Test dan UPV. Berdasarkan hasil kuesioner, setelah pelatihan rata-rata siswa SMKN 2 Kendal > 50% dapat mengetahui dan mengerti secara tepat cara pengujian beton di lapangan menggunakan alat Hammer Test dan UPV, serta cara analisis data hasil pengujian. Pelatihan yang dilakukan secara langsung dan pendampingan yang intensif merupakan metode yang baik sehingga siswa lebih mudah dalam menerima materi yang diberikan. 80% siswa menyatakan bahwa pelatihan yang diberikan mudah untuk dipahami.

**Kata kunci:** Pengujian Beton, Hammer Test, UPV

### **Abstract**

*One of the challenges faced by students from SMKN 2 Kendal in the survey of civil construction implementation was related to concrete testing in the field. In general, students from SMKN 2 Kendal have a basic understanding of civil engineering competencies but still encounter difficulties in certain areas, particularly in field concrete testing. Therefore, to enhance their competencies and fill gaps in the vocational school curriculum, training on field concrete testing was conducted. The training focused on concrete testing using the Hammer Test and UPV tools. Based on the questionnaire results, after the training, more than 50% of SMKN 2 Kendal students were able to accurately understand and apply concrete testing in the field using the Hammer Test and UPV, as well as analyze the test results. The hands-on training and intensive mentoring proved to be effective methods, making it easier for students to grasp the material provided. Additionally, 80% of students stated that the training was easy to understand.*

**Keywords:** Concrete Testing, Hammer Test, UPV

## 1. Pendahuluan

Lulusan Sekolah Menengah Kejuruan Negeri (SMKN) umumnya terbagi atas dua kategori yaitu yang melanjutkan sekolah ke pendidikan tinggi dan langsung bekerja. Kompetensi dari lulusan SMK yang memilih untuk langsung bekerja harus bisa memenuhi kebutuhan industri. Industri yang cukup tinggi di Jawa Tengah saat ini yaitu industri konstruksi. SMKN 2 Kendal merupakan salah satu SMK di Jawa Tengah yang mencetak lulusan dengan kompetensi tersebut. Salah satu kompetensi di bidang konstruksi yang dimiliki oleh SMKN 2 Kendal adalah Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan.

Salah satu tantangan yang dihadapi oleh lulusan SMKN 2 Kendal yang bekerja dibidang konstruksi sipil adalah survei pelaksanaan pembangunan terkait pengujian beton di lapangan. Selain itu tantangan yang dihadapi lulusan SMKN 2 Kendal yang memilih untuk melanjutkan ke pendidikan tinggi juga adalah suasana pembelajaran dan sistem pembelajaran yang diterapkan PTV. Hal tersebut disebabkan oleh adanya celah antara kurikulum SMK dengan PTV (Goro et al., 2023; Sulistiawati et al., 2023).

Secara garis besar siswa SMKN 2 Kendal sudah memiliki pemahaman dasar terkait kompetensi bidang teknik sipil, tetapi masih mengalami kesulitan dalam beberapa bidang khususnya pengujian beton di lapangan. Oleh karena itu untuk meningkatkan kompetensi dan mengisi celah kurikulum SMK maka dilakukan pelatihan penerapan pengujian beton di lapangan.

## 2. Bahan dan Metode

Persiapan awal yang dilakukan dalam pelaksanaan pengabdian masyarakat adalah koordinasi dengan seluruh tim pengabdian. Selanjutnya melakukan koordinasi dengan mitra SMKN 2 Kendal.

Sebelum melakukan pengabdian dilakukan survei pendahuluan yang bertujuan untuk mengetahui permasalahan yang ada di SMKN 2 Kendal. Hasil dari survei pendahuluan dilakukan pemetaan masalah yang terjadi di SMKN 2 Kendal. Hasil dari pemetaan tersebut digunakan tim pengabdian sebagai dasar untuk melakukan pengabdian.

Modul pelatihan dibuat untuk membantu siswa SMKN 2 Kendal memahami materi pelatihan yang diberikan. Modul dibuat secara singkat, padat, dan jelas yang berisi materi, cara penggunaan alat uji, dan analisa hasil pengujian sehingga memudahkan siswa dalam memahaminya. Modul terdiri atas materi pengujian beton dengan alat Hammer Test dan UPV yang disusun berdasarkan ASTM dan SNI.

Alat yang Digunakan pada Pelatihan

- a. Hammer Test

Metode tidak merusak (*Non-Destructive Test/NDT*) adalah salah satu metode pengujian beton yang tidak merusak dengan menggunakan alat hammer. Hammer test yaitu suatu alat pemeriksaan mutu beton tanpa merusak beton (Gambar 1). Disamping itu dengan menggunakan metode ini akan diperoleh cukup banyak data dalam waktu yang relatif singkat dengan biaya yang murah.

Metode pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban *impact* (tumbukan) pada permukaan beton dengan menggunakan suatu massa yang diaktifkan dengan menggunakan energi yang besarnya tertentu. Jarak pantulan yang timbul dari massa tersebut akibat tumbukan yang terjadi dapat memberikan indikasi kekerasan beton tersebut. Standar atau prosedur dalam menggunakan metode pengujian ini dapat dilihat pada: *ASTM C 805 (North American Standard)*; *EN12504-2 (European Standard)*; *JGJ/T 23-2001 (Chinese Standard)*; *BS1881, part 202 (British Standard)*; dan *DIN 1048 Part 2 (German Standard)*



**Gambar 1 Hammer manual dan digital dari proceq**

b. *UPV*

*Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)* merupakan salah satu metode *Non Destructive Test* dengan menggunakan gelombang ultrasonik yang berdasar pada lamanya waktu tempuh gelombang. Waktu tempuh gelombang melalui beton dibaca oleh pengukur waktu alat UPV dan ditampilkan dalam bentuk kecepatan gelombang.

Alat UPV yang sering di sebut PUNDIT adalah singkatan dari *Portable Ultrasonic Non-destructive Digital Indicating Test*, sesuai dengan namanya PUNDIT dirancang untuk pengujian di lapangan, dimana alatnya bersifat :

- a. Mudah dibawa (*portable*);
- b. Mudah pengoperasiannya;
- c. Daya akurasi tinggi.

Alat ini digunakan untuk pengujian beton dengan cara tidak merusak, yaitu dengan mengukur kecepatan pulsa ultrasonik melalui beton yang di uji.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Kurikulum SMKN 5 Semarang

Kurikulum Program Keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan SMKN 2 Kendal dapat dilihat pada Gambar 2.

MATA PELAJARAN	KELAS					
	X		XI		XII	
	1	2	1	2	1	2
<b>A. Muatan Nasional</b>						
1. Pendidikan Agama dan Budi Pekerti	3	3	3	3	3	3
2. Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan	2	2	2	2	2	2
3. Bahasa Indonesia	4	4	3	3	2	2
4. Matematika	4	4	4	4	4	4
5. Sejarah Indonesia	3	3	-	-	-	-
6. Bahasa Inggris dan Bahasa Asing Lainnya	3	3	3	3	4	4
<b>B. Muatan Kewilayahan</b>						
1. Seni Budaya	3	3	-	-	-	-
2. Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan	2	2	2	2	-	-
Jumlah A dan B	24	24	17	17	15	15
<b>C. Muatan Peminatan Kejuruan</b>						
<b>C1. Dasar Bidang Keahlian</b>						
1. Simulasi dan Komunikasi Digital	3	3	-	-	-	-
2. Fisika	3	3	-	-	-	-
3. Kimia	3	3	-	-	-	-
<b>C2. Dasar Program Keahlian</b>						
1. Gambar Teknik	3	3	-	-	-	-
2. Mekanika Teknik	3	3	-	-	-	-
3. Dasar-dasar Konstruksi Bangunan dan Teknik Pengukuran Tanah	7	7	-	-	-	-
<b>C3. Kompetensi Keahlian</b>						
1. Perencanaan Bisnis Konstruksi dan Properti	-	-	6	6	6	6
2. Pelaksanaan dan Pengawasan Konstruksi dan Properti	-	-	9	9	8	8
3. Estimasi Biaya Konstruksi dan Properti	-	-	5	5	5	5
4. Pengelolaan Bisnis Konstruksi dan Properti	-	-	4	4	6	6
5. Produk Kreatif dan Kewirausahaan	-	-	7	7	8	8
Jumlah C (C1, C2, dan C3)	22	22	31	31	33	33
Total	46	46	48	48	48	48

**Gambar 2 Kurikulum Program Keahlian Desain Pemodelan dan Informasi Bangunan SMKN 2 Kendal**

#### Modul Pelatihan

Modul pelatihan dibuat panduan siswa dalam mengikuti kegiatan pelatihan. Seluruh langkah-langkah pengujian yang dicantumkan dalam modul ini berdasarkan pada *American Standard of Testing Material* (ASTM) dan Standar Nasional Indonesia (SNI). Isi dari modul tidak persis sama dengan ASTM dan SNI, karena disesuaikan dengan sumber daya dan fasilitas yang ada di Laboratorium Bahan Bangunan di Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang. Sehingga modul ini telah mengalami perubahan pada beberapa bagian. Modul pelatihan menjelaskan tentang pengujian beton menggunakan Hammer Test dan UPV. Modul pelatihan dilengkapi oleh teori dasar, tujuan pengujian, alat dan bahan, langkah pengujian, serta analisis data (Gambar 3).



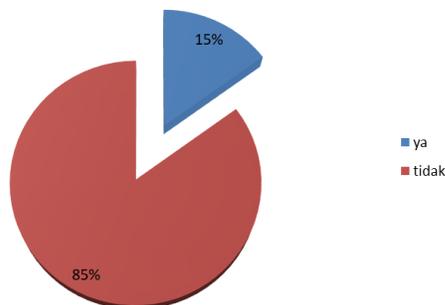
**Gambar 3** Modul untuk Pelatihan

### Kegiatan Pelatihan

#### a. Kuisisioner Pra-Pelatihan

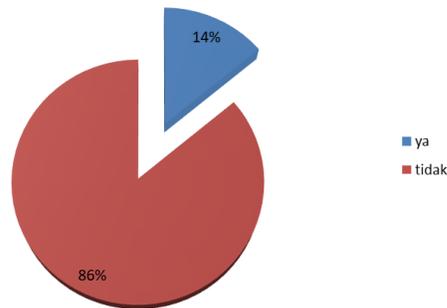
Kuisisioner awal sebelum pelatihan diberikan ke para siswa SMKN 2 Kendal untuk mengetahui seberapa besar pengetahuan dan pemahaman siswa terkait pengujian beton di lapangan dan alat apa yang dapat digunakan untuk pengujian tersebut.

Pengetahuan siswa terhadap pengujian kuat tekan beton di lapangan sebelum pelatihan dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil kuisisioner menyatakan bahwa 85% siswa tidak mengetahui cara pengujian kuat tekan beton di lapangan. Sisanya, yaitu 15% mengetahui cara menguji kuat tekan beton.



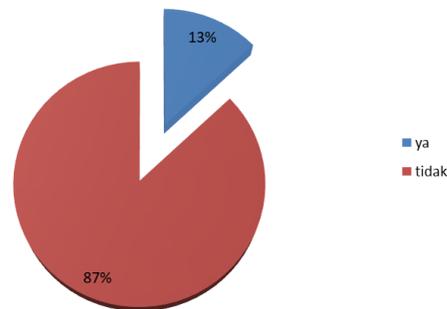
**Gambar 4** Hasil Kuisisioner Pra Pelatihan terkait Pengetahuan Cara Pengujian Kuat Tekan Beton di Lapangan

Hasil kuisisioner terkait siswa yang pernah melakukan pengujian kuat tekan beton destruktif sebelum pelatihan dapat dilihat pada Gambar 5. Hasilnya adalah 86% siswa pernah melakukan pengujian kuat tekan beton destruktif, sedangkan 14% siswa belum pernah melakukannya.



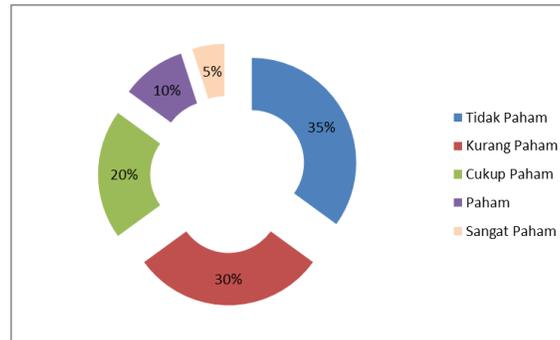
**Gambar 5. Hasil Kuisisioner Pra Pelatihan terkait Siswa Melakukan Pengujian Kuat Tekan Beton Destruktif**

Hasil kuisisioner terkait siswa yang pernah melakukan pengujian kuat tekan beton destruktif sebelum pelatihan dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil kuisisioner Siswa SMKN 2 Kendal yang mengikuti pelatihan 87% pernah melakukan pengujian kuat tekan non destruktif, sedangkan sisanya belum pernah..



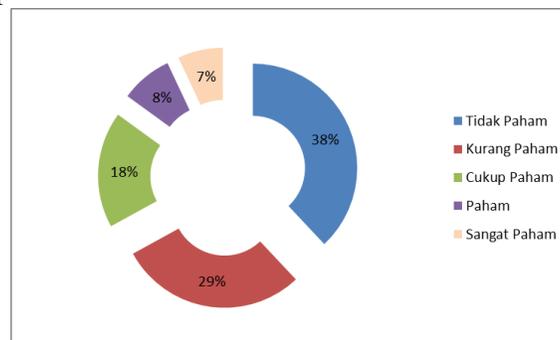
**Gambar 6. Hasil Kuisisioner Pra Pelatihan terkait Siswa Melakukan Pengujian Kuat Tekan Beton Non Destruktif**

Pemahaman siswa SMKN 2 Kendal terkait pengujian kuat tekan beton di lapangan adalah 5% sangat paham, 10% paham, 20% cukup paham, 30%, kurang paham, dan 35% tidak paham. Hasil kuisisioner untuk pemahaman siswa terhadap pengujian kuat tekan beton di lapangan dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7. Hasil Kuisisioner Pra Pelatihan terkait Pemahaman Siswa terhadap Pengujian Kuat Tekan Beton di Lapangan**

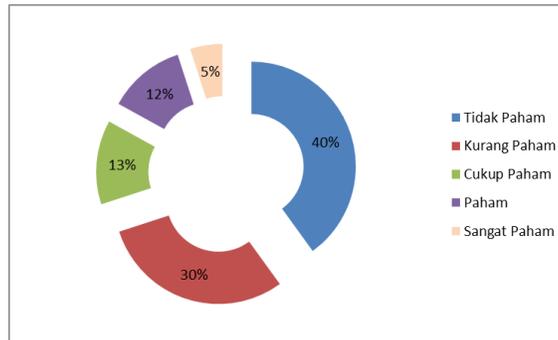
Pemahaman siswa SMKN 2 Kendal terkait pengujian kepadatan beton di lapangan adalah 7% sangat paham, 8% paham, 18% cukup paham, 29%, kurang paham, dan 38% tidak paham. Hasil kuisisioner untuk pemahaman siswa terhadap pengujian kepadatan beton di lapangan dapat dilihat pada Gambar 8.



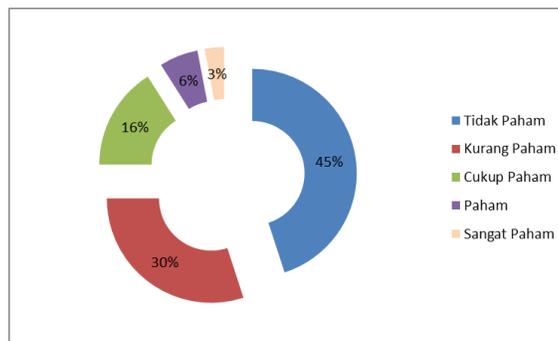
**Gambar 8 Hasil Kuisisioner Pra Pelatihan terkait Pemahaman Siswa terhadap Kepadatan Beton di Lapangan**

Pemahaman siswa SMKN 2 Kendal terkait pengujian kuat tekan menggunakan hammer test adalah 5% sangat paham, 12% paham, 13% cukup paham, 30%, kurang paham, dan 40% tidak paham. Hasil kuisisioner untuk pemahaman siswa terhadap pengujian kuat tekan beton menggunakan hammer test dapat dilihat pada Gambar 9.

Pemahaman siswa SMKN 2 Kendal terkait penggunaan alat UPV adalah 3% sangat paham, 6% paham, 16% cukup paham, 30%, kurang paham, dan 45% tidak paham. Hasil kuisisioner untuk pemahaman siswa terhadap penggunaan alat UPV dapat dilihat pada Gambar 10.



**Gambar 9 Hasil Kuisisioner Pra Pelatihan terkait Pemahaman Siswa terhadap Pengujian Kuat Tekan Menggunakan Hammer Test**



**Gambar 10 Hasil Kuisisioner Pra Pelatihan terkait Pemahaman Siswa terhadap Penggunaan Alat UPV**

Berdasarkan hasil kuisisioner tersebut dapat disimpulkan bahwa lebih dari 45% siswa SMKN 2 Kendal belum mengetahui pengujian beton di lapangan menggunakan Hammer Test dan UPV. Sedangkan hanya kurang dari 5% siswa SMKN 2 Kendal yang mengetahui pengujian beton di lapangan menggunakan Hammer Test dan UPV.

Berdasarkan hasil kuisisioner tersebut dapat disimpulkan bahwa lebih dari 50% siswa SMKN 2 Kendal belum mengetahui pengujian beton di lapangan menggunakan alat Hammer Test dan UPV, baik penggunaan alat maupun analisa datanya.

**b. Pelaksanaan Pelatihan Penerapan Uji Beton**

Pelaksanaan pelatihan pengujian beton di lapangan dimulai dengan memberikan materi terkait uji beton dengan alat Hammer Test dan UPV. Materi yang diberikan terkait tujuan pengujian beton dan cara menggunakan alat pengujian tersebut. Hal ini dilakukan untu memberikan pengarahan dan pembekalan kepada para siswa. Materi pelatihan diberikan oleh anggota tim pengabdian masyarakat Jurusan Teknik Sipil Polines yang bertindak sebagai narasumber. Pemberian materi pelatihan dilakukan di dalam kelas (Gambar 11). Pelaksanaan pelatihan penerapan uji tanah di lapangan juga melibatkan 5 orang mahasiswa Polines.



**Gambar 11 Pemberian Materi di Kelas**

Setelah menerima materi di dalam kelas, selanjutnya siswa dapat langsung menerapkan materi tersebut di lapangan. Pelaksanaan pelatihan di lapangan didampingi oleh tim pengabdian masyarakat Jurusan Teknik Sipil, laboran, dan 5 orang mahasiswa. Para siswa dibagi menjadi beberapa kelompok untuk kemudahan dalam penyampain materi. Para siswa diajarkan persiapan menggunakan alat hammer test dan melakukan pengujian menggunakan hammer test secara langsung di lapangan (Gambar 12). Pengujian menggunakan alat Hammer Test dilakukan untuk mutu beton dari elemen struktur yang sudah terpasang



**Gambar 12 Pelatihan Pengujian Beton menggunakan Hammer Test**

Siswa SMKN 2 Kendal juga diajarkan bagaimana cara menentukan kepadatan beton pada suatu sampel dengan menggunakan alat UPV (Gambar 13). Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kepadatan beton.



**Gambar 13 Pelatihan Penggunaan Alat UPV**

Setelah pengujian di lapangan, siswa SMKN 2 Kendal diajarkan cara analisis data dari pengujian menggunakan Hammer Test dan UPV. Pelatihan analisis data dilakukan di ruang kelas SMKN 2 Kendal. Siswa SMKN 2 Kendal dijelaskan bagaimana cara menganalisis menggunakan tabel Hammer Test dan diajarkan untuk menganalisis data yang didapatkan dari hasil uji mereka di lapangan (Gambar 14).

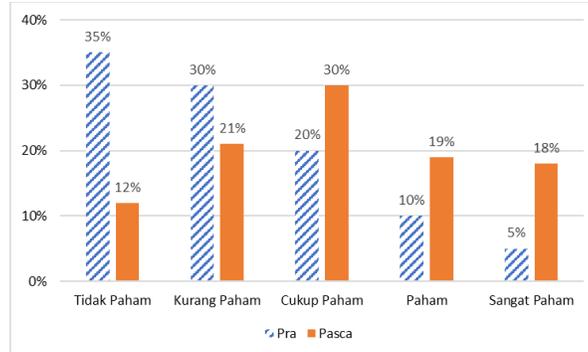


**Gambar 14 Siswa Menganalisis Data Pengujian Hammer Test dan UPV yang Diperoleh di Lapangan**

**c. Kuisisioner Pasca Pelatihan**

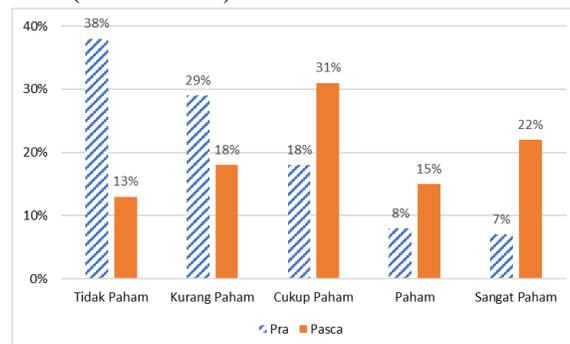
Setelah pelaksanaan kegiatan pelatihan, siswa SMKN 5 Surakarta diminta untuk mengisi kuisisioner. Pelaksanaan kuisisioner ini bermaksud untuk mengetahui perbandingan kemampuan mahasiswa dalam pengujian tanah di lapangan sebelum dan setelah pelatihan. Dari hasil analisis dapat dilihat bahwa pemahaman siswa SMKN 2 Kendal pasca pelatihan mengalami peningkatan. Siswa yang cukup memahami pengujian beton di lapangan meningkat dari 20% menjadi 30%. Siswa yang memahami meningkat menjadi 19%, dan

yang sangat memahami meningkat menjadi 18%. Hasil perbandingan pra dan pasca pelatihan terkait pemahaman terhadap pengujian beton di lapangan dapat dilihat pada Gambar 15.



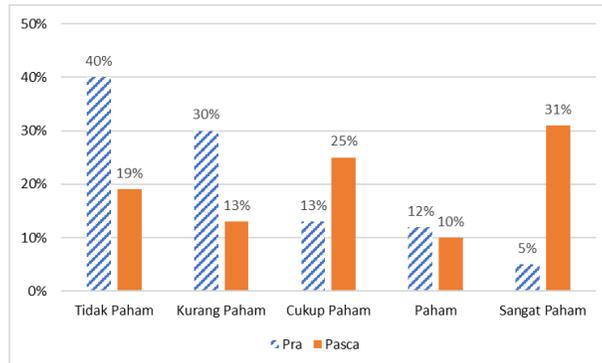
**Gambar 15 Perbandingan Hasil Kuisiner Pra dan Pasca Pelatihan terkait Pemahaman Siswa terhadap Pengujian Tekan Beton di Lapangan**

Pengetahuan siswa SMKN 2 Kendal terkait pemahaman terhadap kepadatan beton juga mengalami peningkatan. 31% siswa cukup memahami kepadatan beton, 15% siswa paham dan 22% sangat memahami (Gambar 16).



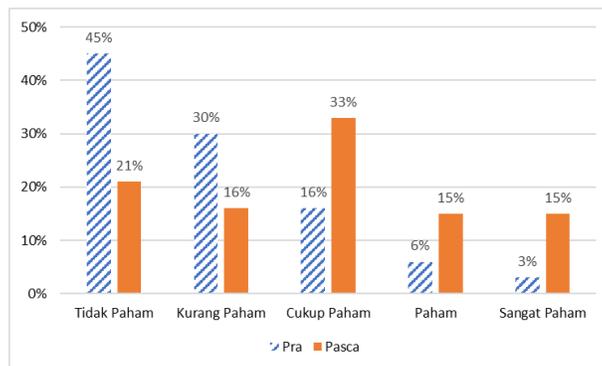
**Gambar 16 Perbandingan Hasil Kuisiner Pra Pelatihan terkait Pemahaman terhadap Kepadatan Beton**

Hasil perbandingan kuisiner terhadap pemahaman pengujian kuat tekan menggunakan Hammer Test dapat dilihat pada Gambar 5.18. Dari hasil analisis dapat dilihat bahwa 25% siswa SMKN 2 Kendal cukup paham tentang pengujian kuat tekan menggunakan alat hammer test dan 31% siswa sangat paham. Dari Gambar 5.18 terlihat bahwa pemahaman siswa SMKN 2 Kendal terhadap pengujian kuat tekan beton menggunakan hammer test mengalami peningkatan..



**Gambar 17 Perbandingan Hasil Kuisisioner Pra Pelatihan terkait Pemahaman Pengujian Kuat Tekan menggunakan Hammer Test**

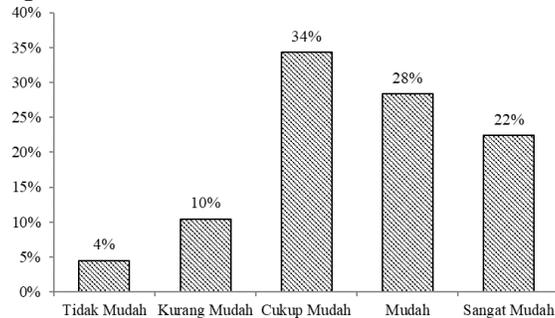
Hasil perbandingan kuisisioner terhadap pemahaman alat UPV dapat dilihat pada Gambar 18. Berdasarkan Gambar 18 dapat dilihat bahwa pemahaman siswa SMKN 2 Kendal penggunaan alat UPV sebesar 33% cukup paham, 15% paham, dan 15% sangat paham. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa pemahaman siswa terhadap penggunaan alat UPV meningkat setelah pelatihan.



**Gambar 18 Perbandingan Hasil Kuisisioner Pra Pelatihan terkait Pemahaman Penggunaan Alat UPV**

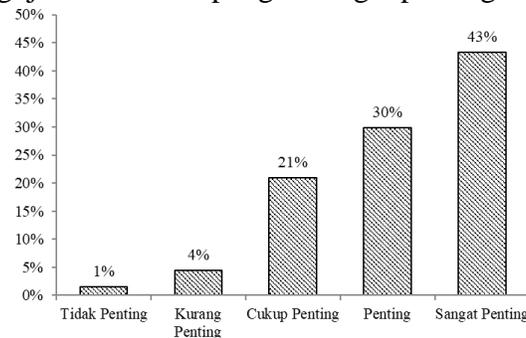
Pemahaman dan pengetahuan siswa SMKN 2 Kendal yang mengalami peningkatan diperoleh melalui skema pelatihan yang efektif. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Goro et al., (2023) dan Sulistiawati et al., (2023). Metode pelatihan yang digunakan adalah siswa dibagi menjadi beberapa kelompok kemudian diberikan pembekalan teori dan pendampingan praktek secara langsung di lapangan. Setelah itu pada proses analisis data yang diperoleh dari uji di lapangan, siswa didampingi secara langsung dan intensif oleh tim dosen PkM dan mahasiswa pendamping. Untuk mengukur tingkat kemudahan siswa dalam menerima materi yang disampaikan dilakukan dengan pemberian kuisisioner. Hasil kuisisioner menyatakan bahwa 34% siswa menyatakan bahwa

dosen dan mahasiswa yang mendampingi memberikan bimbingan dan arahan dengan jelas sehingga cukup mudah dipahami oleh siswa (Gambar 19).



**Gambar 19 Hasil Kuisisioner Kemudahan dalam Memahami Materi yang diberikan**

Kuisisioner juga diberikan untuk mengetahui urgensi dalam memahami pengujian beton. Hasil dari kuisisioner dari Gambar 20 menunjukkan bahwa 43% siswa menyatakan bahwa pemahaman pengujian beton dilapangan sangat penting bagi siswa SMK.



**Gambar 20 Hasil Kuisisioner Urgensi Siswa SMK dalam Memahami Pengujian Beton di Lapangan**

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan pelatihan untuk peningkatan kompetensi siswa SMKN 2 Kendal terhadap pengujian beton di lapangan menggunakan Hammer Test dan UPV yang dilakukan oleh Tim dosen PkM dari Jurusan Teknik Sipil Polines, antara lain:

- a. Kegiatan Pengabdian kepada masyarakat tentang pengenalan dan pelatihan pengujian beton di lapangan bagi siswa SMKN 2 Kendal sangat perlu dilakukan untuk mengisi kesenjangan materi pada kurikulum SMK dan untuk meningkatkan kompetensi siswa SMKN 2 Kendal khususnya pada bidang bahan bangunan untuk pengujian beton di lapangan.
- b. Pelatihan penggunaan alat uji Hammer Test dan UPV memberikan pengetahuan dan

pengalaman baru bagi siswa SMKN 2 Kendal pada pekerjaan sipil khususnya penentuan mutu, sehingga secara tidak langsung dapat menambah kompetensi yang dimiliki oleh siswa.

Berdasarkan hasil kuesioner, setelah pelatihan rata-rata siswa SMKN 2 Kendal > 50% dapat mengetahui dan mengerti secara tepat cara pengujian di lapangan menggunakan alat uji Hammer Test dan UPV, serta cara analisis data hasil pengujian. Pelatihan yang dilakukan secara langsung dan pendampingan yang intensif merupakan metode yang baik sehingga siswa lebih mudah dalam menerima materi yang diberikan.

## 5. Ucapan Terima Kasih

Pengabdian Pratama ini didanai oleh Anggaran Politeknik Negeri Semarang tahun 2024.

## 6. Daftar Rujukan

- ACI 211.1-91. (1991). *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. Farmington Hills, MI, USA: American Concrete Institute.
- Anugrah. (2014). *Anugrahsurvey: PROCEQ DIGITAL CONCRETE TEST HAMMER CO-550.5S*. Dipetik 11 1, 2014, dari IndonetWORK: <http://anugrahsurveyshoop.indonetWORK.co.id/3572661/proceq-digital-concrete-test-hammer-co-550-5s.htm>
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Mulyono, T. (2014). *Teknologi Beton: dari teori ke praktek*. Jakarta: LPP-UNJ.
- Mulyono, T. (2017) *Pengujian Beton Keras dan Evaluasi Beton*. Fakultas Teknik-Universitas Negeri Jakarta.
- SNI 03-2461-2002. (2002). *Agregat Ringan Untuk Beton Ringan Struktural*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2834-2000. (2000). *Tata Cara Perencanaan Beton Normal*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-2834-2000. (t.thn.). *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. BSN.
- SNI 03-3449-2002. (2002). *Tata Cara Rencana Pembuatan Beton Ringan dengan Agregat Ringan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-3976-1995. (t.thn.). *Tata cara pengadukan dan pengecoran beton*. Jakarta: BSN.
- SNI 2847:2013. (2013). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Jakarta: BSN.