

PENGENALAN DAN PELATIHAN UJI TANAH DI LAPANGAN UNTUK SISWA BIDANG KEAHLIAN KONSTRUKSI JALAN, IRIGASI, DAN JEMBATAN SMKN 7 SEMARANG

Garup Lambang Goro¹⁾, Aiun Hayatu Rabinah^{1)}, Jamal Mahbub¹⁾, Risman¹⁾, Warsiti¹⁾, Tedjo Mulyono¹⁾, Arief Subakti Ariyanto¹⁾, Imam Nurhadi¹⁾, Lilik Satriyadi¹⁾*

*¹⁾ Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang, Kota Semarang 50275*

**E-mail: aiun.hayatu@polines.ac.id*

ABSTRAK

Salah satu tantangan yang dihadapi mahasiswa yang berasal dari SMKN 7 Semarang adalah suasana pembelajaran dan sistem pembelajaran yang diterapkan PTV. Hal ini disebabkan karena adanya celah antara kurikulum SMK dengan PTV. Siswa SMKN 7 Semarang sudah memiliki pemahaman dasar terkait kompetensi bidang teknik sipil, tetapi ketika memasuki dunia PTV masih mengalami kesulitan dalam beberapa bidang. Oleh karena itu untuk menjembatani dan mengisi celah dari kurikulum SMK ke PTV diperlukan pengenalan dan pelatihan terkait kompetensi bidang teknik sipil, salah satunya adalah kompetensi pengujian tanah di lapangan. Pelatihan yang dilakuakn adalah pelatihan uji sandcone dan DCP. Hasil dari pelatihan siswa SMKN 7 Semarang dapat memahami secara tepat cara pengujian di lapangan menggunakan alat sandcone dan DCP, juga cara analisis data hasil pengujian. Selain itu, kuisisioner juga menanyakan terkait kemudahan bimbingan selama pelatihan, hasilnya adalah 91% siswa menyatakan bahwa dosen dan mahasiswa yang mendampingi memberikan bimbingan dan arahan dengan jelas sehingga mudah dipahami oleh siswa.

Kata kunci: Sandcone, DCP, Pemadatan Tanah, Kuat Dukung Tanah.

PENDAHULUAN

Sekolah Menengah Kejuruan Negeri (SMKN) 7 Semarang merupakan salah satu sekolah SMK yang berada di Kota Semarang. SMKN 7 Semarang terletak di Jalan Pahlawan No.1, Mugassari, Kec. Semarang Selatan, Kota Semarang. SMKN 7 Semarang memiliki 8 kompetensi bidang keahlian, dua diantaranya merupakan kompetensi di bidang teknik sipil yaitu Konstruksi Gedung, Sanitasi, dan Perawatan (KGSP) serta Konstruksi Jalan, Irigasi, dan Jembatan (KJIJ).

Politeknik Negeri Semarang (Polines) merupakan salah satu PTV yang memiliki 5 jurusan salah satunya yaitu Teknik Sipil. Mayoritas sumber daya calon mahasiswa yang masuk ke Polines merupakan siswa lulusan SMK.

Khususnya di jurusan Teknik Sipil Polines mahasiswa yang berasal dari lulusan SMK juga cukup banyak, salah satunya adalah lulusan SMKN 7 Semarang.

Salah satu tantangan yang dihadapi mahasiswa yang berasal dari SMKN 7 Semarang adalah suasana pembelajaran dan sistem pembelajaran yang diterapkan PTV. Hal ini disebabkan karena adanya celah antara kurikulum SMK dengan PTV. Siswa SMKN 7 Semarang sudah memiliki pemahaman dasar terkait kompetensi bidang teknik sipil, tetapi ketika memasuki dunia PTV masih mengalami kesulitan dalam beberapa bidang. Oleh karena itu untuk menjembatani dan mengisi celah dari kurikulum SMK ke PTV diperlukan pengenalan dan pelatihan terkait kompetensi bidang teknik sipil, salah

satunya adalah kompetensi pengujian tanah di lapangan.

BAHAN DAN METODE

Persiapan

Langkah pertama yang harus dilakukan dalam pelaksanaan pengabdian masyarakat adalah persiapan dengan melakukan koordinasi dengan seluruh tim pengabdian. Selanjutnya melakukan koordinasi dengan mitra dan pihak terkait. Koordinasi dengan mitra dan pihak terkait menggunakan metode FGD. Karena kondisi pandemi Covid-19 koordinasi ini dapat dilakukan secara hybrid, jika online melalui *platform zoom meeting* ataupun *G-meet*. Koordinasi juga bisa dilakukan secara tatap muka dengan memperhatikan dan melaksanakan protokol kesehatan.

Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan yang bertujuan untuk mengetahui kurikulum di SMKN 7 Semarang. Survei ini juga bertujuan untuk mendapatkan gambaran terkait kurikulum yang diterapkan di SMK sehingga tim peneliti dapat memetakan celah antara kurikulum SMK dengan Jurusan Teknik Sipil Polines.

Persiapan Modul Pelatihan

Modul pelatihan berisi materi, cara penggunaan alat uji, dan analisa hasil pengujian yang dibuat singkat, padat, dan jelas. Modul akan berisi materi *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP), dan *Sandcone* yang disusun berdasarkan ASTM dan SNI. Modul ini akan dibagikan kepada peserta pelatihan untuk digunakan pada saat kegiatan pelatihan alat uji tanah di lapangan.

Alat yang Digunakan pada Pelatihan

Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Tes *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) (Gambar 1) digunakan untuk

menentukan kekuatan tanah asli tidak terganggu (*in situ strength of undisturbed soil*) dan kekuatan material tanah yang dipadatkan (Hardiyatmo, 2019; Hardiyatmo, 2019). Metode pengujian DCP terdiri atas dua *hammer* yaitu 4.6 kg dan 8 kg (ASTM, 2009; Kementerian Pekerjaan Umum, 2010; Badan Standarisasi Nasional, 2011). DCP digunakan untuk memperkirakan daya dukung tanah/ nilai CBR (*California Bearing Ratio*) in-situ, mengidentifikasi ketebalan masing-masing lapisan, kuat geser setiap lapisan tanah, dan lain-lain.



Gambar 1. Alat *Dynamic Cone Penetrometer*

Sandcone

Di lapangan setelah pekerjaan pemadatan dilaksanakan, maka untuk mengetahui mutu pemadatan, dilakukan pemeriksaan terhadap derajat kepadatannya, dimana semakin tinggi derajat kepadatan semakin baik mutu pemadatan yang dicapai (Hardiyatmo, 2011). Yang dimaksud derajat kepadatan (D) adalah prosentase perbandingan antara kepadatan tanah di lapangan (γ_d lap) dengan kepadatan standar (Kementerian Pekerjaan Umum, 2010; Badan Standarisasi Nasional, 2011). Alat yang digunakan untuk uji kepadatan tanah di lapangan adalah *sandcone* (Gambar 2), sedangkan alat untuk mengukur kadar air lapangan menggunakan *speedy moisture test* (Gambar 3).



Gambar 2. Alat *Sandcone*



Gambar 3. Alat *Speedy moisture test*

HASIL DAN PEMBAHASAN
Kurikulum SMKN 7 Semarang

Kurikulum KeahlianKonstruksi Jalan, Irigasi, dan Jembatan SMKN 7 Semarang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kurikulum Keahlian Konstruksi Jalan, Irigasi, dan Jembatan SMKN 7 Semarang

Tabel 1.
Kurikulum Keahlian Konstruksi Jalan, Irigasi, dan Jembatan SMKN 7 Semarang

Mata Pelajaran	Kelas / Semester							
	X		XI		XII		XIII	
	1	2	3	4	5	6	7	8
A. Muatan Nasional								
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	3	3	-	-
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	4	4
B. Muatan Kewilayahan								
1 Seni Budaya	3	3	-	-	-	-	-	-
2 Pendidikan Jasmani, Olahraga dan Kesehatan	2	2	2	2	-	-	-	-
Jumlah A dan B	24	24	17	17	16	16	4	4
C. Muatan Peminatan Kejuruan								
C1. Dasar Bidang Keahlian								
1 Simulasi dan Komunikasi Digital	3	3	-	-	-	-	-	-
2 Fisika	3	3	-	-	-	-	-	-
3 Kimia	3	3	-	-	-	-	-	-
C.2 Dasar Program Keahlian								
1 Gambar Teknik	4	4	-	-	-	-	-	-
2 Mekanika Teknik	3	3	-	-	-	-	-	-
3 Dasar-dasar Konstruksi Bangunan	3	3	-	-	-	-	-	-
4 Teknik Pengukuran Tanah	3	3	-	-	-	-	-	-
C3. Kompetensi Keahlian								
1 Konstruksi Jalan, Irigasi dan Jembatan	-	-	9	9	4	4	-	-
2 Teknik Pelaksanaan dan Pengawasan Pekerjaan Jalan	-	-	4	4	5	5	8	8
3 Teknik Pelaksanaan dan Pengawasan Pekerjaan Irigasi	-	-	4	4	4	4	8	8
4 Teknik Pelaksanaan dan Pengawasan Pekerjaan Jembatan	-	-	4	4	6	6	10	10
5 Estimasi Biaya Pekerjaan Jalan, Irigasi dan Jembatan	-	-	4	4	6	6	8	8
6 Produk Kreatif dan Kewirausahaan	-	-	4	4	5	5	8	8
Jumlah C (C1, C2, dan C3)	22	22	29	29	30	30	42	42
Total Jam per Minggu	46	46	46	46	46	46	46	46

Modul Pelatihan

Modul pelatihan ini dibuat untuk memandu peserta pelatihan selama kegiatan. Semua panduan prosedur pengujian tanah dalam modul ini merujuk pada *American Standard of Testing Material* (ASTM) dan Standar

Nasional Indonesia (SNI). Isi dari modul ini tidak sepenuhnya sama dengan ASTM dan SNI, karena telah mengalami perubahan pada beberapa bagiannya. Perubahan tersebut dikarenakan penyesuaian dengan fasilitas serta sumber daya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah di Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Semarang. Modul pelatihan memuat dua uji yaitu *sandcone* dan DCP. Modul pelatihan dilengkapi oleh teori dasar, tujuan pengujian, alat dan bahan, langkah pengujian, serta analisis data (Gambar 4).



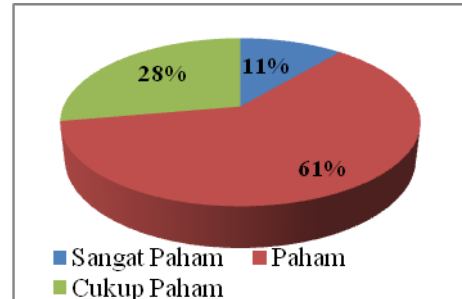
Gambar 4. Modul Pelatihan

Kegiatan Pelatihan

Kuisisioner Pra-Pelatihan

Sebelum kegiatan pelatihan DCP, dan *sandcone* dilakukan, para siswa pelatihan mengisi kuisisioner melalui link: <https://forms.gle/4tqWCtpXT8kzqkWN>. Kuisisioner ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan dan pemahaman siswa SMKN 7 Semarang terhadap pengujian tanah di lapangan, dan juga alat apa yang digunakan untuk pengujian lapangan khususnya DCP, dan *sandcone*.

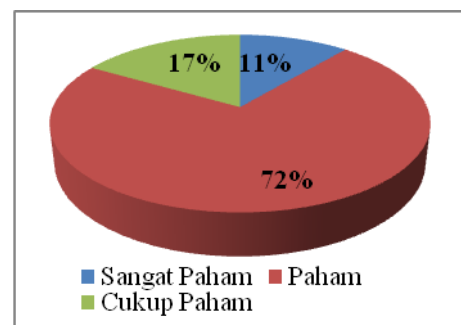
Berdasarkan hasil kuisisioner (Gambar 5), terhadap pengetahuan mengenai teori dasar pengujian kepadatan tanah dilapangan dengan menggunakan alat *sandcone* dan *speedy moisture* diketahui bahwa sebanyak 28% siswa cukup paham, 61% siswa sudah paham, dan 11% siswa sangat paham. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa hampir seluruh siswa SMKN 7 Semarang yang mengikuti pelatihan sudah memahami teori dasar pengujian kepadatan tanah di lapangan.



Gambar 5. Hasil Kuisisioner Pra Pelatihan terkait

Pemahaman terhadap Teori Dasar Pengujian Kepadatan Tanah di Lapangan menggunakan *Sandcone* dan *Speedy moisture*

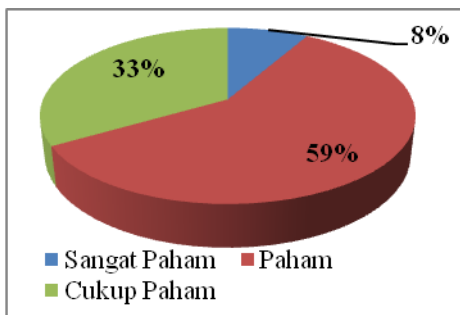
Hasil kuisisioner untuk mengetahui pemahaman siswa terhadap teori pengujian kekuatan tanah dengan menggunakan alat DCP dapat dilihat pada Gambar 5, gambar 6 dan gambar 7. Berdasarkan Gambar 6 diketahui 17% siswa pelatihan cukup paham terhadap teori dasar pengujian kekuatan tanah dengan menggunakan alat DCP, 72% paham, dan 11% sangat paham. Berdasarkan data tersebut dapat dikatakan hampir seluruh siswa paham terhadap teori dasar pengujian kekuatan tanah dengan alat DCP.



Gambar 6. Hasil Kuisisioner Pra Pelatihan terkait Pemahaman terhadap Teori Dasar Pengujian Kekuatan Tanah di Lapangan menggunakan DCP

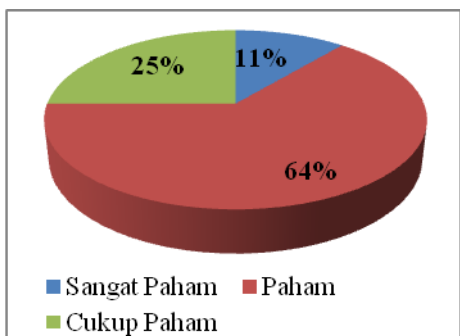
Pemahaman siswa terhadap penggunaan alat uji *sandcone* untuk menghitung kepadatan tanah di lapangan dapat dilihat pada Gambar 7. Siswa SMKN 7 Semarang yang mengikuti pelatihan sebanyak 33% cukup paham

terhadap penggunaan alat uji *sandcone*, 59% paham, dan 8% sangat paham. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa sebagian siswa peserta pelatihan paham terhadap penggunaan alat uji *sandcone*.



Gambar 7. Hasil Kuisioner Pra Pelatihan terkait Pemahaman terhadap Penggunaan Alat Uji *Sandcone* untuk Kepadatan Tanah di Lapangan

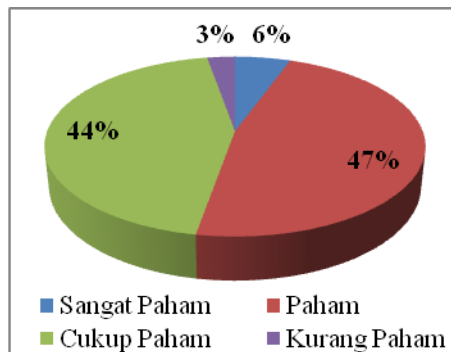
Hasil kuisioner terkait pemahaman siswa terhadap penggunaan alat DCP untuk menentukan kapasitas dukung tanah di lapangan dapat dilihat pada Gambar 8. Dapat dilihat bahwa 25% siswa pelatihan cukup paham terhadap penggunaan alat DCP, 64% paham, dan 11% sangat paham. Berdasarkan data tersebut bisa ditarik kesimpulan bahwa sebagian besar siswa pelatihan paham cara penggunaan alat DCP untuk uji kekuatan tanah di lapangan.



Gambar 8. Hasil Kuisioner Pra Pelatihan terkait Pemahaman terhadap Penggunaan Alat Uji DCP untuk Kekuatan Tanah di Lapangan

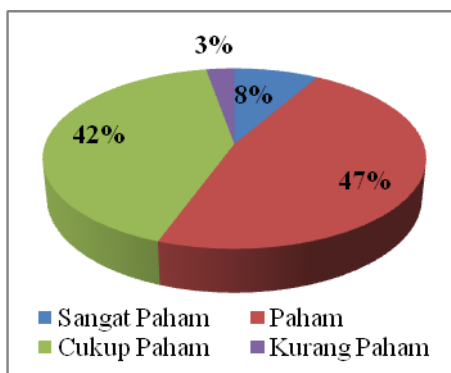
Selanjutnya hasil kuisioner terkait pemahaman siswa dalam menganalisis hasil uji *sandcone* dapat dilihat pada Gambar 9. Dapat dilihat bahwa sebanyak 3% dari siswa pelatihan kurang paham terhadap analisa data hasil uji *sandcone*, 44% cukup paham, 47% paham, dan 6% sangat paham.

3% dari siswa pelatihan kurang paham terhadap analisa data hasil uji *sandcone*, 44% cukup paham, 47% paham, dan 6% sangat paham. Berdasarkan data tersebut dapat kita tarik kesimpulan sebagian besar siswa sudah paham terhadap analisis data hasil uji *sandcone*.



Gambar 9. Hasil Kuisioner Pra Pelatihan terkait Pemahaman terhadap Analisis Data Hasil Uji *Sandcone*

Hasil kuiseioner terakhir mengenai pemahaman siswa dalam menganalisis hasil uji DCP dapat dilihat pada Gambar 10. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa sebanyak 3% siswa kurang paham terhadap analisis DCP, 42% cukup paham, 47% paham, dan 8% sangat paham. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa siswa SMKN 7 Semarang sebagian besar paham terhadap analisis data DCP.



Gambar 10. Hasil Kuisioner Pra Pelatihan terkait Pemahaman terhadap Analisis Data Hasil Uji DCP

Pelaksanaan Pelatihan

Kegiatan pelatihan diawali dengan pemberian materi mengenai pengujian

tanah di lapangan. Selain itu juga, dijelaskan alat yang digunakan untuk melakukan pengujian lapangan. Pemberian materi dilakukan di dalam kelas, dan yang bertindak sebagai narasumber adalah Tim PkM yang dibantu oleh 5 orang mahasiswa Jurusan Teknik Sipil (Gambar 11). Tujuan dari pemberian materi diawal untuk memberikan pembekalan dan pengarahan kepada peserta pelatiba, khususnya pemahaman dasar mengenai uji tanah di lapangan. Pemberian materi dikelas juga dilakukan untuk memberikan pengetahuan dan pemahaman terkait alat uji DCP, *sandcone*, dan *speedy moisture* yang akan digunakan selama pelatihan.



Gambar 11. Pemberian Materi di Kelas

Selanjutnya di lapangan peserta pelatihan diajarkan dari merangkai alat uji DCP (Gambar 12) sampai dengan proses pegujian (Gambar 13). Kegiatan ini dilakukan di lapangan yang didampingi oleh dosen tim PkM, 1 orang laboran, dan 5 mahasiswa. Peserta pelatihan di bagi menjadi 4 kelompok dimana 1 kelompok akan di damping oleh 2 orang dosen tim pengabdian, 1 mahasiswa, dan 1 orang laboran.



Gambar 12. Siswa Pelatihan Merakit Alat Uji DCP



Gambar 13. Pelaksanaan Pelatihan Uji DCP oleh Siswa SMKN 7 Semarang

Selain uji DCP siswa juga dilatih menggunakan alat uji *sandcone* (Gambar 14). Tujuan dari pengujian lapangan berupa *sandcone* ini adalah untuk menentukan kepadatan (*density*) dari tanah yang sudah dipadatkan (*compacted soil*) atau mutu pepadatan di lapangan yang dinyatakan dalam derajat kepadatan. Biasanya dilakukan pada saat konstruksi timbunan tanah, pekerjaan jalan, dan pada tanggul. Dari pengujian ini didapatkan nilai γ_{dry} lapangan yang akan dibandingkan dengan γ_{dry} dari laboratorium.



Gambar 14. Pelaksanaan Uji *Sandcone* di Lapangan oleh Siswa

Setelah uji di lapangan siswa peserta pelatihan juga diajarkan cara menganalisis hasil uji DCP menggunakan bantuan spreadsheet DCP. Sebelum siswa menganalisis hasil uji, terlebih dahulu dijelaskan cara menganalisis menggunakan spreadsheet DCP. Selanjutnya siswa langsung mempraktekkan analisis dengan data hasil uji yang diperoleh dilapangan (Gambar 15).

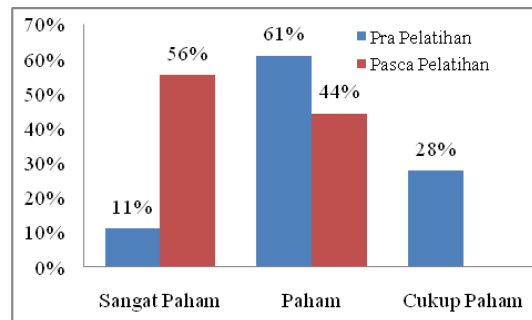


Gambar 15. Siswa Langsung Mempraktekkan Analisis Menggunakan Spreadsheet DCP

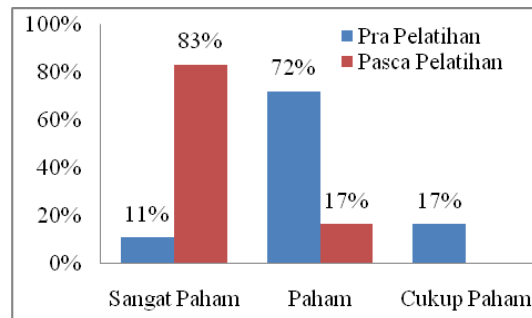
Kuisisioner Pasca Pelatihan

Pasca pelatihan siswa diminta untuk mengisi kuisisioner yang bertujuan untuk mengetahui hasil yang diperoleh selama pelatihan *sandcone* dan DCP. Kuisisioner diisi melalui link: <https://forms.gle/y535GUswTemJkPJS7>. Pengisian kuisisioner pasca pelatihan dilakukan untuk mengetahui dampak atau hasil yang didapat oleh siswa SMKN 7 Semarang setelah melaksanakan pelatihan DCP dan Sand

Cone di Jurusan Teknik Sipil Polines. Berdasarkan hasil analisis kuisisioner, pemahaman siswa terkait teori pengujian kekuatan tanah menggunakan *sandcone* dan *speedy moisture test* mengalami peningkatan, dengan nilai 44% paham dan 56% sangat paham (Gambar 16). Hasil kuisisioner terhadap pemahaman siswa terkait teori pengujian kekuatan tanah dengan uji DCP juga mengalami peningkatan, dengan nilai 17% paham dan 83% sangat paham (Gambar 17).



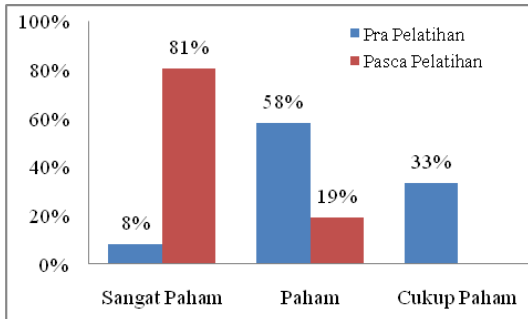
Gambar 16. Perbandingan Hasil Kuisisioner Pra dan Pasca Pelatihan terkait Pemahaman terhadap Teori Dasar Pengujian Kepadatan Tanah di Lapangan menggunakan *Sandcone* dan *Speedy moisture test*



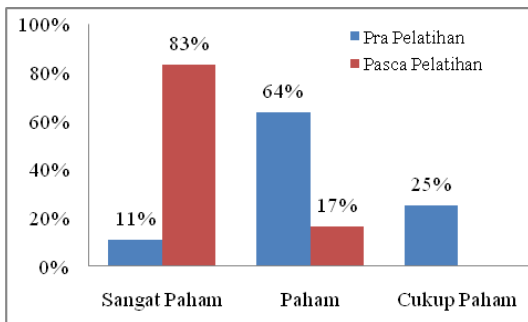
Gambar 17. Perbandingan Hasil Kuisisioner Pra dan Pasca Pelatihan terkait Pemahaman terhadap Teori Dasar Pengujian Kekuatan Tanah di Lapangan menggunakan DCP

Hasil kuisisioner terhadap pemahaman penggunaan alat *sandcone* dan DCP dapat dilihat pada Gambar 18 dan Gambar 19. Berdasarkan Gambar 18 pemahaman siswa terkait penggunaan alat uji kepadatan tanah dengan *sandcone* sebesar 19% paham dan 81%

sangat paham. Sedangkan pemahaman siswa terhadap penggunaan alat uji kekuatan tanah menggunakan DCP memperoleh nilai sebesar 17% paham dan 83% sangat paham (Gambar 19).

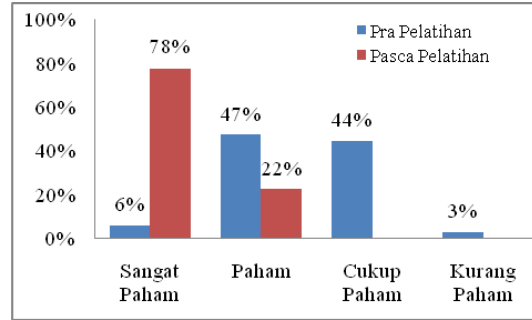


Gambar 18. Perbandingan Hasil Kuisioner Pra dan Pasca Pelatihan terkait Pemahaman terhadap Penggunaan Alat Uji *Sandcone* untuk Kepadatan Tanah di Lapangan

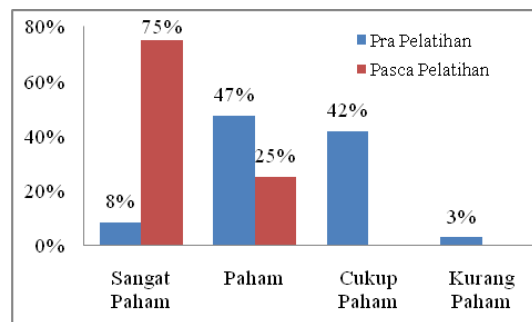


Gambar 19. Perbandingan Hasil Kuisioner Pra dan Pasca Pelatihan terkait Pemahaman terhadap Penggunaan Alat Uji DCP untuk Kekuatan Tanah di Lapangan

Hasil kuisioner terhadap pemahaman analisis data uji *sandcone* dan DCP dapat dilihat pada Gambar 20 dan Gambar 21. Berdasarkan Gambar 20 pemahaman siswa terhadap analisis data uji *sandcone* sebesar 22% paham dan 78% sangat paham. Sedangkan pemahaman siswa terhadap analisis data uji DCP mendapatkan nilai sebesar 25% paham dan 75% sangat paham.

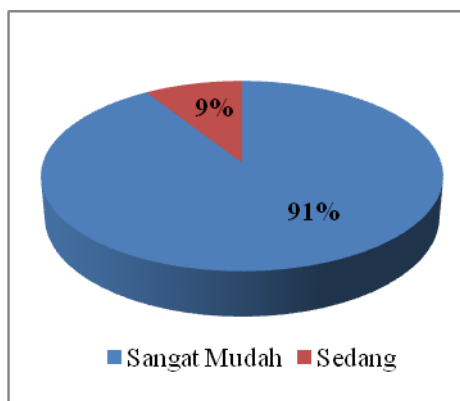


Gambar 20. Perbandingan Hasil Kuisioner Pra dan Pasca Pelatihan terkait Pemahaman terhadap Analisis Data Hasil Uji *Sandcone*



Gambar 21. Perbandingan Hasil Kuisioner Pra dan Pasca Pelatihan terkait Pemahaman terhadap Analisis Data Hasil Uji DCP

Pemahaman pelatihan yang meningkat dengan baik diperoleh dari metode pelatihan yang efektif, dimana siswa diberikan pembekalan teori dan pendampingan praktek langsung secara berkelompok di lapangan. Selain itu juga pada saat analisis siswa didampingi secara langsung dan intensif oleh dosen dan mahasiswa pendamping. Hasil kuisioner juga menyatakan kemudahan bimbingan selama pelatihan, yaitu 91% siswa menyatakan bahwa dosen dan mahasiswa yang mendampingi memberikan bimbingan dan arahan dengan jelas sehingga mudah dipahami oleh siswa, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 22. Hasil Kuisisioner Kemudahan Bimbingan selama Pelatihan

PENUTUP

Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan pelatihan *sandcone* dan DCP untuk siswa SMKN 7 Semarang yang dilakukan oleh Tim Pengabdian dari Jurusan Teknik Sipil Polines, antara lain:

1. Kegiatan Pengabdian kepada masyarakat tentang pengenalan dan pelatihan uji tanah di lapangan bagi siswa SMK sangat perlu dilakukan untuk mengisi kesenjangan materi pada kurikulum SMK.
2. Pengenalan dan pelatihan penggunaan alat *sandcone* dan alat uji DCP memberikan pengetahuan dan pengalaman baru bagi siswa SMK pada pekerjaan sipil khususnya pemadatan tanah.
3. Berdasarkan hasil kuisisioner, setelah pelatihan siswa SMKN 7 Semarang dapat memahami secara tepat cara pengujian di lapangan menggunakan alat *sandcone* dan DCP, juga cara analisis data hasil pengujian. Selain itu, kuisisioner juga menanyakan terkait kemudahan bimbingan selama pelatihan, hasilnya adalah 91% siswa menyatakan bahwa dosen

dan mahasiswa yang mendampingi memberikan bimbingan dan arahan dengan jelas sehingga mudah dipahami oleh siswa.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada SMKN 7 Semarang sebagai mitra dalam pengabdian kepada masyarakat. Kegiatan PkM dibiayai dari Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran Politeknik Negeri Semarang, Nomor: SP DIPA-023.18.2.677603/2022 Tanggal 17 Nopember 2021 sesuai Surat Perjanjian Pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat Pratama Tenaga Pengajar Politeknik Negeri Semarang Nomor: 186/PL4.7.4.2/PM/2022.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. 2009. *Standard Test Method for Use of the Dynamic Cone Penetrometer in Shallow Pavement Applications* (ASTM Designation: D6951/D6951M – 09). United State: ASTM International.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *SNI 2828:2011: Metode Uji Densitas Tanah Di Tempat (Lapangan) Dengan Alat Konus Pasir*. Jakarta.
- Das, B.M. 2010. *Principles of Geotechnical Engineering Seven Edition. Soil Mechanics*. Stamford: Cengage Learning.
- Hardiyatmo, H.C. 2019. *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C. 2019. *Mekanika Tanah 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Kementerian Pekerjaan Umum. 2010.
*Surat Edaran Menteri Pekerjaan
Umum No. 04/SE/M/2010 tentang
Pemberlakuan Pedoman Cara Uji
California Bearing Ratio (CBR)
dengan Dynamic Cone
Penetrometer (DCP).* Jakarta

Kementerian Pekerjaan Umum. 2010.
*Lampiran Surat Edaran Menteri
Pekerjaan Umum Nomor:
04/Se/M/2010: Pedoman Cara Uji
California Bearing Ratio (CBR)
Dengan Dynamic Cone
Penetrometer (DCP).* Jakarta.