

OPTIMALISASI PEMANFAATAN LIMBAH PECAHAN BATA UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BATU DI KELURAHAN NGADIRGO KOTA SEMARANG

Teguh Mulyo Wicaksono ^{1*}, Wasino ¹⁾, Muhammad Mukhlisin ¹⁾, Supriyadi ¹⁾, Sudarmono ¹⁾, Junaidi ¹⁾, Sukoyo ¹⁾, Anung Suwarno ¹⁾, Wildana Latif Mahmudi ¹⁾, Rifqi Aulia Abdillah ¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275
*E-mail: teguh.mulyo@polines.ac.id

ABSTRACT

2022 is the beginning of offline learning after the Covid-19 pandemic. where previously learning was carried out online including practicums. One of the practicums carried out in the Semarang State Polytechnic Civil Engineering department is the masonry practicum which is carried out for semester 1 students. With the offline masonry practicum, the practicum will leave behind brick fragments that can no longer be used. These broken bricks will usually be thrown away at the end of each semester after all the practicums have been carried out. the proportion of brick fragments to intact bricks usually reaches 30% to 40%. The construction workers come from the Ngadirgo community, they learn building work autodidactically based on experience. With the continued development of BSB, there are quite a lot of employment opportunities, including development workers. Techniques and methods of masonry work that comply with construction standards can increase the ability of craftsmen to become skilled workers so that it is hoped that they can improve the welfare of the community around Ngadirgo sub-district, Mijen sub-district. Ngadirgo sub-district currently has a village cemetery which is located in Ngadirgo hamlet RW 2, in this cemetery there is no coffin house which is used to store death equipment including the coffin which is currently still entrusted to one of the residents' house. With the existence of coffin house products made from brick masonry in the village cemetery area.

Keyword: Brick Waste, Skills, Stone Work, Coffin House.

PENDAHULUAN

Politeknik Negeri Semarang (Polines) merupakan perguruan tinggi vokasi yang menerapkan sistem pendidikan 60% praktik dan 40% teori, dimana hal tersebut diharapkan mahasiswa menguasai keahlian terapan sesuai bidang tertentu. Politeknik Negeri Semarang memiliki beberapa jurusan, salah satunya jurusan teknik sipil. Jurusan Teknik Sipil Polines memiliki beberapa bengkel dan laboratorium untuk mendukung kegiatan praktik di jurusan tersebut, yaitu bengkel batu dan beton, bengkel baja dan pemipaan, bengkel kayu dan perancah, laboratorium tanah, laboratorium bahan, laboratorium pengukuran, laboratorium struktur dan

hidro, dan yang terakhir laboratorium gambar dan komputer.

Tahun 2022 adalah awal pembelajaran *offline* pasca pandemi covid-19, dimana sebelumnya pembelajaran dilaksanakan secara *online* termasuk praktikum. Salah satu praktikum yang dilaksanakan pada Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang adalah praktikum batu yang dilaksanakan untuk mahasiswa semester satu. Pekerjaan yang dilaksanakan antara lain salah satunya adalah pekerjaan pasangan bata dengan setengah pilar dan lengkung. Adanya praktikum pasangan bata secara *offline* maka praktikum akan menyisakan limbah pecahan bata yang sudah tidak bisa dimanfaatkan lagi.

Pecahan bata ini biasanya akan dibuang pada tiap akhir semester setelah seluruh praktikum dilaksanakan. Proporsi pecahan bata dengan utuh biasanya mencapai 30% sampai dengan 40%. Sehingga Politeknik melalui jurusan Teknik Sipil harus mengeluarkan biaya tambahan untuk membuang limbah limbah sisa hasil praktikum tiap tahunnya. Secara prinsip limbah potongan bata ini jika digunakan sebagai pasangan bata sebenarnya Akan meningkatkan biaya pekerjaan karena membutuhkan siar pengisi atau disebut spesi yang lebih banyak dibandingkan dengan pasangan pada bata utuh. Namun dengan adanya pemasangan siar yang lebih rapat justru akan menambah kekakuan dan kekuatan dari pasangan dinding yang dibuat terhadap gaya geser akibat gempa. Menurut Suwandojo S (1982) Sering terjadi, bahwa kejadian gempa menjadi bencana, karena menimbulkan banyak kerusakan harta benda dan korban jiwa. Korban jiwa terjadi akibat tertimpa bangunan yang roboh mendadak, karena tidak kuat menahan beban dinamik gempa. Bangunan yang sudah dibuat tahan gempa, tidak akan rusak atau roboh walaupun terjadi gempa. Bangunan yang tidak roboh, tidak menimbulkan bencana, sehingga bencana dapat dicegah atau dikurangi.

Pecahan bata ini dapat didonasikan untuk dipasang maka dengan tidak menggunakan biaya pembelian barang tetap akan didapatkan pasangan yang efisien. Dengan adanya limbah tersebut jurusan teknik sipil harus menyediakan anggaran untuk membuang limbah tersebut sehingga lokasi bisa digunakan untuk menyimpan bahan yang baru dan tidak mengganggu proses praktek.

Lokasi kelurahan Ngadirgo kecamatan Mijen yang secara langsung berbatasan dengan pengembangan Kota

Baru BSB *City* menjadikan peluang pekerjaan bangunan masih sangat besar potensinya. BSB sendiri memiliki peran penting dalam membawa kemajuan di area Mijen dan sekitarnya dengan adanya pusat pemerintahan, Kawasan Industri, pusat pendidikan, area mall dan perbelanjaan, serta kawasan pemukiman perumahan elit yang cukup banyak muncul di wilayah BSB. Masyarakat Kelurahan Ngadirgo Memiliki pekerjaan yang beraneka ragam karena wilayahnya termasuk daerah Pinggiran di Kota Semarang Banyak masyarakat yang bekerja sebagai tenaga bangunan dengan tingkat pendidikan rata-rata sekolah menengah pertama. tenaga bangunan yang bersumber dari masyarakat Ngadirgo mereka belajar pekerjaan bangunan secara otodidak Berdasarkan pengalaman. Dengan adanya Pembangunan BSB yang berkelanjutan menjadikan peluang tenaga kerja yang cukup banyak termasuk tenaga pembangunan. Teknik dan cara pekerjaan pasangan batu yang sesuai standar pembangunan dapat meningkatkan kemampuan tenaga tukang menjadi tenaga terampil sehingga harapannya dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar kelurahan Ngadirgo kecamatan Mijen.

Kelurahan Ngadirgo kecamatan Mijen saat ini memiliki 6 lokasi makam desa dimana keenamnya tersebar merata di seluruh Kelurahan Ngadirgo salah satunya adalah makam desa yang bertempat di Dukuh Ngadirgo RW 2, di makam ini belum terdapat rumah keranda yang digunakan untuk menyimpan peralatan-peralatan kematian termasuk keranda jenazah yang saat ini masih dititipkan pada rumah salah satu warga. Dengan adanya produk rumah keranda yang dibuat dari pasangan bata di area makam desa maka Akan sangat bermanfaat dan masyarakat menjadi lebih tenang.

Limbah potongan bata pada bengkel batu memiliki ukuran yang sudah tidak standar, sehingga sudah tidak dapat digunakan praktek kembali. Tetapi limbah bata tersebut masih bisa dimanfaatkan untuk membangun bangunan sederhana sebagai dinding dengan teknik pemasangan yang sudah dikembangkan. Dinding menjadi hal yang paling diperhatikan baik pada segi struktur. Dinding adalah suatu struktur padat yang membatasi dan kadang melindungi suatu area. Menurut Heriyanto, dkk (2020) dinding dapat dibuat dari bermacam-macam material sesuai kebutuhannya, antara lain: dinding batu buatan (bata dan batako), dinding batu alam, dinding kayu: kayu, dinding beton. Dalam desain konstruksi tahan gempa dinding harus memiliki ikatan yang baik terhadap konstruksi beton yang mengikatnya baik itu kolom, balok, *sloof* dan konstruksi pengikat lainnya. Menurut Bochari (2018), Hubungan antara kolom praktis dan pasangan dinding bata dalam pelaksanaannya harus bersama – sama artinya pasangan dinding bata, jika sudah mencapai ketinggian 1m, harus segera kolom praktisnya dicor supaya ada perkuatan untuk memegang pasangan batu batanya. Jadi pengecoran kolom praktis boleh bertahap.

Mitra desa kelurahan Ngadirgo, kecamatan Mijen, kota Semarang dapat memanfaatkan limbah potongan bata tersebut untuk membuat keranda, sehingga dapat mengurangi biaya pembelian bata.

Tujuan dalam pengabdian ini adalah untuk mengoptimalkan limbah sisa material pecahan bata, meningkatkan kompetensi tenaga kerja tukang pasangan batu serta menghasilkan produk rumah keranda makam kelurahan Ngadirgo Kecamatan Mijen Kota Semarang.

METODE

Ukuran potongan bata yang sudah tidak standar, perlu dilakukan pengembangan metode untuk teknik pemasangannya. Sebelum pelaksanaan pembuatan keranda, pekerja yang berada di wilayah tersebut sebelumnya akan dilakukan pelatihan pemasangan bata dengan ukuran yang tidak standar tersebut sehingga tukang bisa membuat keranda dengan memanfaatkan limbah potongan bata.

Menurut Wasino (2022) Metode pemasangan dinding batu bata adalah sebagai berikut:

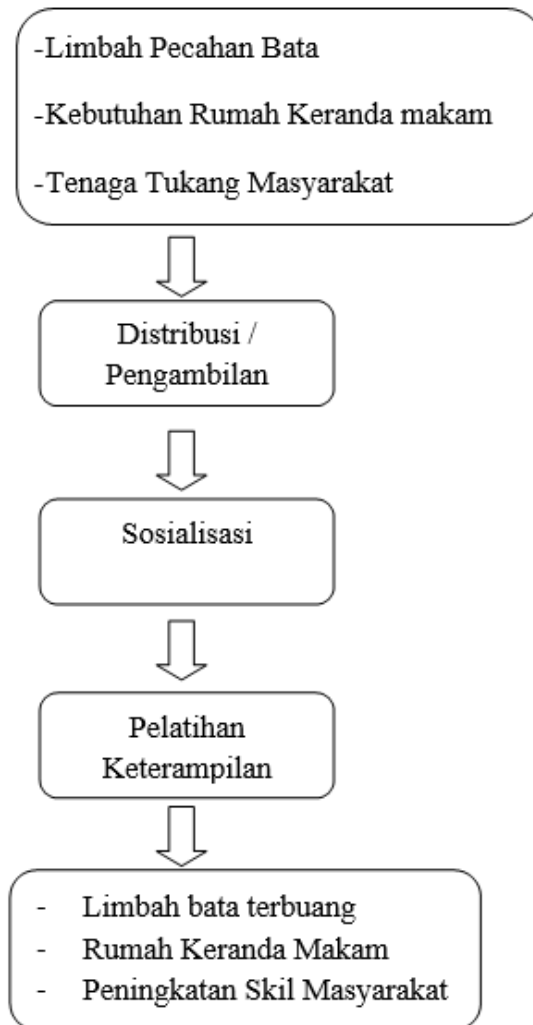
1. Tentukan lokasi penempatan pasangan, dengan membuat pedoman pasangan bata/ tiang profil.
2. Tiang-tiang profil didirikan pada beton dengan posisi tegak, pengukuran ketegakan dapat menggunakan *waterpass* atau unting-unting,
3. Tentukan titik pada tiang profil, misal titik A dengan ketinggian sembarang ($\pm 1m$),
4. Pindahkan ketinggian antara titik A ke titik B pada tiang profil 2 dengan menggunakan prinsip-prinsip keseimbangan yang ada pada selang plastik berisi air, dan pastikan di dalam selang plastik tidak ada gelembung udara,
5. Buat pedoman pemasangan bata, yang dimulai dari masing-masing titik A dan B baik keatas maupun kebawah (menyesuaikan tinggi pasangan), tebal lapisan pasangan adalah tebal bata ditambah satu siar.
6. Tarik benang pada lapisan batu pertama untuk memulai memasang bata, lapisan pertama ganjil

7. Lanjutkan pasangan bata pada lapisan kedua, dengan didahului menaikkan benang pada tiang profil A dan B, lapisan kedua/genap berselang seling dengan lapisan pertama.
8. Ulangi seterusnya sampai lapisan terakhir.

Kelurusan pasangan bata ditentukan oleh ketegakan tiang profil yang digunakan sebagai acuan pemasangan. Menurut Samsu Trihadi (1980) pasangan bata yang kurang tegak mempengaruhi kekuatan tembok,

penyelidikan di Inggris menunjukkan untuk tembok setinggi 6 m dengan kemiringan 2 cm menyebabkan penurunan kekuatan tembok 20%, Plesteran menjadi tebal sebelah, menyebabkan ketebalan plesteran tidak sama tebal menyebabkan penyusutan yang tidak seragam, serta bahan plesteran jadi tidak ekonomis.

Secara garis besar metode pelaksanaan pengabdian dapat digambarkan seperti diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir pengabdian

Distribusi Limbah Pecahan Bata

Material pecahan bata bersumber dari sisa hasil praktikum mahasiswa pada

semester satu yaitu mata kuliah praktikum bengkel batu dan drainase. setiap tahun praktikum biasanya bata

yang pecah dapat mencapai 30% sampai dengan 40% dibandingkan dengan data yang utuh. umumnya data yang utuh akan ditata kembali dan akan digunakan untuk praktikum tahun depan sedangkan bata yang pecah biasanya akan disingkirkan dan dibuang. Politeknik Negeri Semarang melalui jurusan Teknik Sipil setiap tahun pada akhir semester lalu menjadwalkan untuk pembersihan sisa-sisa hasil praktikum di mana hal tersebut menjadikan jurusan Teknik Sipil mengeluarkan biaya tambahan lain untuk jasa pembuangan dan pembersihan area lokasi praktikum.



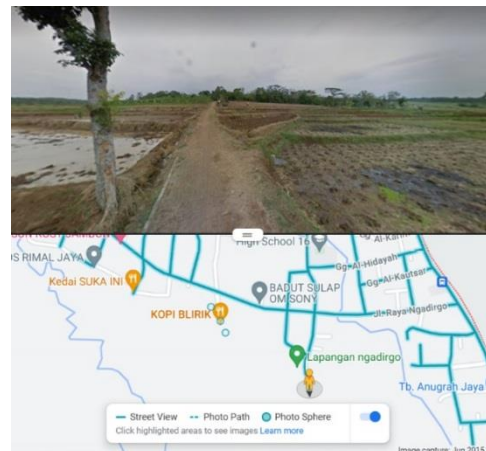
Gambar 2. Material limbah pecahan bata

Kebijakan *output* limbah pada masing-masing bengkel tergantung dari masing-masing tim pengajar bengkel yang diketuai oleh kepala bengkel. Biasanya pemilahan limbah dilakukan pada akhir semester dengan mengoptimalkan kegiatan mahasiswa kompensasi. Limbah yang sudah dipilah kemudian ditempatkan pada stok *yard* khusus yang mudah di akses untuk pembuangan. Alur pengambilan material limbah yang adalah melalui kepala bengkel masing-masing dengan surat pengantar barang keluar yang dikeluarkan oleh produk dan jasa (Projas) serta mengetahui ketua jurusan Teknik Sipil.

1. Pemilahan Limbah , Penempatan di stok *yard*
2. Permohonan penggunaan kembali
3. Surat Barang Keluar
4. Pengambilan Limbah

Persiapan Lahan dan Masyarakat

Lokasi pembangunan adalah di area makam desa kelurahan Ngadirgo Kecamatan Mijen, Area makam Ngadirgo masih memiliki lahan kosong yang rencana untuk perluasan makam dan saat ini dikerjakan untuk bertanam singkong oleh penjaga makam. Area lahan perluasan inilah yang nantinya akan digunakan sebagai tempat pelaksanaan pengabdian. Masyarakat Ngadirgo yang secara langsung berbatasan dengan wilayah pengembangan kota baru BSB berpotensi sebagai tenaga pembangunan dengan proporsi lebih dari 30% dari total masyarakat Kelurahan Ngadirgo adalah berprofesi sebagai tukang bangunan. Melalui paguyuban pengurus RT RW 02 Kelurahan Ngadirgo sudah siap menyiapkan program, lahan dan mempersiapkan tenaga kerja masyarakat untuk dilakukan bimbingan teknis terkait pasangan dinding bata.



Gambar 3. Area Makam dan akses situasi lokasi

Desain Rumah Keranda Makam Desa

Desain rumah keranda yang akan dibuat berukuran 3 x 5 m terdiri dari ruang penyimpanan keranda serta penyimpanan peralatan-peralatan pemakaman lainnya, area selasar yang dapat digunakan untuk berteduh bagi para peziarah.



Gambar 4. Desain Rumah Keranda Makam Desa

HASIL KEGIATAN

Sosialisasi Program

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dimulai dengan mengadakan pertemuan dengan perangkat Kelurahan pengurus RT RW dan warga di kelurahan Ngadirgo bersamaan dengan kegiatan pertemuan bulanan rutin yang dilaksanakan di kediaman ketua RW 2. kegiatan pertemuan rutin yang dilaksanakan membahas tentang program-program dan kegiatan ke rw-an serta sosialisasi program pengabdian masyarakat yang akan dilaksanakan di wilayah RW 2 Kelurahan Ngadirejo. program ini disosialisasikan agar masyarakat dapat membantu kelancaran pelaksanaan program pengabdian pada masyarakat. keterlibatan masyarakat dalam pelaksanaan program Yang akan disampaikan saat sosialisasi antara lain pengambilan bata bekas yang ada di Kampus Politeknik Negeri Semarang sisa hasil praktikum bengkel batu, persiapan lahan dan pembangunan serta pelatihan warga dalam teknik pertukangan batu lebih khusus untuk pasangan setengah bata.

Limbah batang hasil sisa praktikum bengkel batu telah ada sejak akhir semester pada bulan Desember Tahun 2022. Kegiatan persiapan dimulai dengan Rapat koordinasi dan sosialisasi dengan masyarakat untuk melakukan persiapan kegiatan pelatihan dan pembangunan

rumah keranda makam Kelurahan Ngadirgo.



Gambar 5. Koordinasi dan Sosialisasi di rumah Ketua RW 02

Koordinasi dilakukan di rumah ketua RW 02 dengan agenda pertama yaitu menentukan mekanisme pengambilan material yang kedua menentukan mekanisme pelaksanaan pelatihan dan pembangunan rumah keranda makam Kelurahan Ngadirgo. Pengambilan material pecahan bata yang ada di Kampus Politeknik Negeri Semarang dilakukan secara bersama-sama warga RW 2 Kelurahan Ngadirego dengan Armada sewa truk sampah dinas kebersihan wilayah Kecamatan Mijen. Hasil pecahan bata yang diambil sementara diletakkan di halaman masjid Jami Nurul Huda Kelurahan Ngadirgo untuk stok *yard* atau gudang penyimpanan sementara karena area cukup luas.



Gambar 6. Pengambilan Material Pecahan Bata di Kampus Polines

Koordinasi Tim

Koordinasi tim Pengabdian dilakukan internal di Kampus Politeknik Negeri Semarang untuk melakukan persiapan kegiatan pelatihan dan

pembangunan rumah keranda makam Kelurahan Ngadirgo. petunjuk instruksi pelaksanaan pelatihan pekerjaan pasangan bata mengikuti acuan pekerjaan program praktik bengkel batu yang ada di jurusan teknik sipil Politeknik Negeri Semarang. Koordinasi ini menentukan kapan dilaksanakan waktu Pengabdian dan siapa saja tim pengabdian yang dapat dijadwalkan mendampingi kegiatan pelatihan tersebut, Serta penentuan koordinator mahasiswa yang dapat ikut terlibat dalam kegiatan Pengabdian tersebut.



Gambar 7. Koordinasi Internal Tim Pengabdian

Pelaksanaan Pelatihan

Kerja bakti masyarakat dilakukan 4 kali selama proses pelaksanaan pelatihan dan pembangunan rumah keranda makam Kelurahan Ngadirgo kecamatan Mijen antara lain yang pertama adalah kerja bakti pengambilan material pecahan bata di Kampus Politeknik Negeri Semarang, yang kedua adalah kerja bakti saat pemindahan material pecahan bata dari halaman Masjid Jami Nurul Huda Kelurahan Ngadirgo menuju area lokasi pembangunan rumah keranda makam Kelurahan Ngadirgo, kegiatan kerja bakti yang ketiga dilaksanakan pembangunan pondasi dan *sloof* sampai dengan perataan lokasi *Project* oleh warga, kerja bakti yang ketiga sekaligus dimulainya pelatihan pemasangan pasangan setengah bata menggunakan bata pecah untuk pembangunan dinding rumah keranda makam Kelurahan Ngadirgo.



Gambar 8. Pasangan Rolag pondasi

Kerja bakti yang terakhir sekaligus finishing produk adalah pemasangan atap rangka baja ringan dengan penutup galvalum dan penataan sekitar bangunan rumah keranda makam Kelurahan Ngadirgo sekaligus penutupan kegiatan pengabdian masyarakat di lingkungan wilayah RW 2 Kelurahan Ngadirgo kecamatan Mijen kota Semarang untuk periode pengabdian tahun 2023.



Gambar 9. Kerja bakti pelatihan sekaligus pembangunan rumah keranda makam desa dengan material limbah bata pecah

Evaluasi Kegiatan

Pasangan bata dengan bata pecah secara kekuatan seharusnya memiliki kekuatan yang justru lebih kuat dibanding dengan pasangan bata utuh dikarenakan pasangan bata pecah memiliki ikatan dengan spesi lebih

banyak sehingga kekuatan geser dinding bata akibat beban gempa dapat meningkat, tentunya hal ini juga memiliki faktor kelemahan dan kekurangan di mana pekerjaan menggunakan bata pecah akan memerlukan adukan mortar yang lebih banyak serta waktu pemasangan yang lebih lama sehingga nilai efisiensinya baik material maupun tenaga menjadi lebih mahal. Kelemahan pasangan bata pecah tersebut dapat diminimalisir dengan cara menggunakan material bata yang tidak terpakai lagi sehingga biaya pembelian bata dapat di eliminasi, hal kedua yang dapat dilakukan adalah dengan produk pelatihan yang merupakan bagian dari FASUM (Fasilitas Umum) maka pekerjaan dapat dilakukan secara gotong royong dan meminimalisir pengeluaran tenaga kerja. Evaluasi kegiatan pengabdian dilakukan internal para tim pengabdian untuk melakukan tindak lanjut pasca Pengabdian antara lain penyusunan laporan keuangan dan laporan kegiatan pengabdian masyarakat Pratama, melakukan evaluasi pelaksanaan agar dalam Pengabdian berikutnya memberikan dampak atau luaran yang dapat lebih sempurna dan bermanfaat bagi masyarakat sekitar,



Gambar 10. Produk pasangan bata dengan material limbah bata pecah

Optimalisasi Produk

Analisa satuan pekerjaan pasangan setengah bata diatur dalam SNI 03-6897-2002 dimana pada pelaksanaan pekerjaan dengan bata utuh dengan volume

pekerjaan 1 m² dibutuhkan sejumlah 70 buah bata, sedangkan pada pengabdian ini digunakan bata pecahan. Koefisien semen sebesar 14,37 kg dan pasir sebesar 0,04 m³. Optimalisasi yang dilakukan adalah mengeliminasi penggunaan material bata yang ada dalam SNI analisa satuan pekerjaan pasangan setengah bata yang kemudian dapat menghemat biaya pengeluaran dengan mengoptimalkan penggunaan limbah. Beberapa penambahan terjadi pada biaya pengangkutan, spesi adukan, dan produktifitas tenaga kerja. Penggunaan spesi pada pasangan dengan limbah bata pecah memerlukan spesi lebih banyak dikarenakan jarak siar vertikal menjadi lebih pendek dan lebih rapat. Secara prinsip pasangan bata dengan bata pecah memiliki ketahanan terhadap gempa yang lebih baik. Penurunan produktifitas tenaga kerja secara spesifik belum dihitung berdasarkan kecepatan pekerjaan akan dapat diteliti lebih lanjut pada penelitian selanjutnya.

PENUTUP

Simpulan

Dengan pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat dengan topik pelatihan pemanfaatan limbah pecahan bata sisa hasil praktikum bengkel batu ini dapat memberikan dampak positif bagi berbagai pihak antara lain masalah pembuangan limbah sisa hasil praktikum dapat teratasi dengan penyaluran yang tepat sasaran sehingga dapat mengurangi biaya pengeluaran pembuangan limbah, selain itu dampak positif yang dihasilkan adalah masyarakat kelurahan Ngadirgo kecamatan Mijen mendapatkan pengetahuan tambahan terkait pasangan bata menggunakan bata pecah yang justru dapat meningkatkan kekakuan serta kekuatan struktur bangunan jika menahan efek beban gempa, selain itu juga masyarakat dapat menghasilkan suatu

produk rumah keranda makam kelurahan Ngadirgo secara layak dan permanen yang sebelumnya belum ada.

Simpulan merupakan ringkasan atas pengabdian masyarakat dan implikasinya. Saran diberikan untuk pengembangan dan program pengabdian lanjutan tentang kompetensi *finishing* pada bangunan dinding dan struktur lainnya agar kompetensi tenaga tukang dapat lebih optimal untuk berbagai jenis pekerjaan lainnya.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Semarang. Pemerintah dan Warga di wilayah RW 02 Kelurahan Ngadirgo Kecamatan Mijen Kota Semarang. Apabila terdapat pendapat, temuan, dan kesimpulan atau rekomendasi dalam tulisan ini adalah dari penulis dan tidak berkaitan dengan substansi yang bersifat institusional.

DAFTAR PUSTAKA

Bochari. 2018. *Pasangan Batu Bata, Pus. Pengembangan Bahan Ajar*. UMB.
Heriyanto, L , Tjakra, J, Malingkas, GY. 2020. *Metode Pelaksanaan*

Pekerjaan Dinding Pasangan Bata Ringan Dan Plesteran Pada Pekerjaan Proyek Office And Distribution Centre PT. Sukanda Jaya Airmadidi-Minahasa Utara. Jurnal Sipil Statik. Vol 8. No.5 hal 695 – 708. Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi. Manado

Samsu, Trihadi. 1980. *Teknologi Mortel dan Pasangan Bata*. Bandung. Direktorat Penyelidikan Bangunan.

Suwandoyo S, 1982. *Rencana Bangunan Tahan Gempa Dengan Struktur Kayu Dan Dinding Pasangan Bata*. Bandung: Dep. Pekerjaan Umum.

Wasino. 2022. *Job Sheet Praktikum Bengkel Batu dan Drainase*. Semarang. Politeknik Negeri Semarang

SNI 1726-2019, 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.

SNI 2847-2019, 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.