

## INTRODUKSI TEKNOLOGI TEPAT GUNA UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS DAN KUANTITAS BATU CADAS ABASAN SEBAGAI BAHAN BANGUNAN STIL BALI

I Ketut Sudiana<sup>1\*</sup>, I Nyoman Selamat<sup>1</sup>, I Wayan Karyasa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Pendidikan Ganesha

\*Alamat email korespondensi: ksudiana17@yahoo.com

### Ringkasan Eksekutif

Batu cadas Abasan adalah sebuah produk bahan galian atau tambang yang memiliki keunggulan dari warna, tekstur dan kekuatannya, namun belum banyak dikenal dan belum digunakan secara luas. Hal ini disebabkan oleh terbatasnya teknologi yang digunakan menambang dan memotong batu sehingga menghasilkan kualitas potongan batu cadas yang masih kurang memenuhi standar penggunaan khususnya untuk bangunan berarsitektur Bali dan produktivitas yang rendah. Teknologi tepat guna pemotongan batu dalam bentuk pelatihan dan pendampingan telah diintroduksibagi UKM Paras Sari yang merupakan satu-satunya usaha tambang batu cadas tradisional di Dusun Abasan Sangsit Buleleng. Kegiatan initelah melibatkan Kelompok Tukang Bangunan Stil Bali di Desa Bongkasa Badung sebagai mitra yang menggunakan langsung, memperluas penggunaan, dan memperkenalkannya di Bali Selatan. Hasil pelaksanaan kegiatan introduksi teknologi tepatguna adalah (1)meningkatkan presisi dimensi potongan balok cadas (dari 30% menjadi 100%), (2) meningkatkan kuantitas produksi (dari 2.500 menjadi 3.200 biji/bulan/orang), (3) meningkatkan lebih dari 25% omzet penjualan batu cadas Abasan,dan (4) dua buah kompleks bangunan berarsitektur Bali tradisional yang menggunakan cadas Abasan sekitar 8.000 buah telah dikerjakan oleh Kelompok Tukang Bangunan Stil Bali dari Desa Bongkasa yaitu satu di Kota Singaraja (Bali Utara) dan satunya lagi adadi Ubud (Bali Selatan). Indeks kepuasan pelanggan terhadap kualitas pengerjaan bangunan stil Bali yang menggunakan batu cadas Abasan berkatagori sangat memuaskan yang direspon oleh pemilik bangunan dan masyarakat sekitarnya.

**Kata kunci:** batu cadas Abasan, teknologi tepat guna, bangunan stil Bali

### *Excecutive Summary*

*Rock stone of Abasan is a mining product which has excellences in color, tecsture and strength, but it has not yet been wellknown and not widely applied. This is caused by the lack of technology used for mining and cutting the rock hence the quality of the cutting rocks can not fullfill the standards application especially for Balinese architectural building and the productivity of the mining is low. An appropriate technology was introduced in form of training and coaching of cutting tool technology for small mining enterprises UKM Paras Sari, who is the only one traditional rock mining at Abasan Sangsit Village of Buleleng Regency. The activity involved A Skilled Builder Group for Balinese Style Buildings from Bongkasa Village of Badung Regency as a partner in order to directly uses of the rocky*

*building material as well as to introduce the building material in Southern Bali. Results of the appropriate technology introduction activity are (1) the increase the dimension precision of rocky block cuts (from 30% into 100%), (2) the increase of production quantity (from 2,500 to 3,200 pieces/month/person), (3) the increase of selling omzet of Abasan rocky blocks more than 25% , and (4) two Balinese Style building complexes that used about 8,000 pieces of Abasan rocky blocks wreer already built by the Skilled Builder Group for Balinese Style Buildings (one at Singaraja City (Northen Bali), and the other one at Ubud (Southern Bali) The customer satisfaction index of the work quality of the Balinese style buildings using the Abasan rocky blocks is in catagory of very satisfaction.*

**Keywords:** *Abasan rocky stone, appropriate technology, Balinese style buildings*

## **A. PENDAHULUAN**

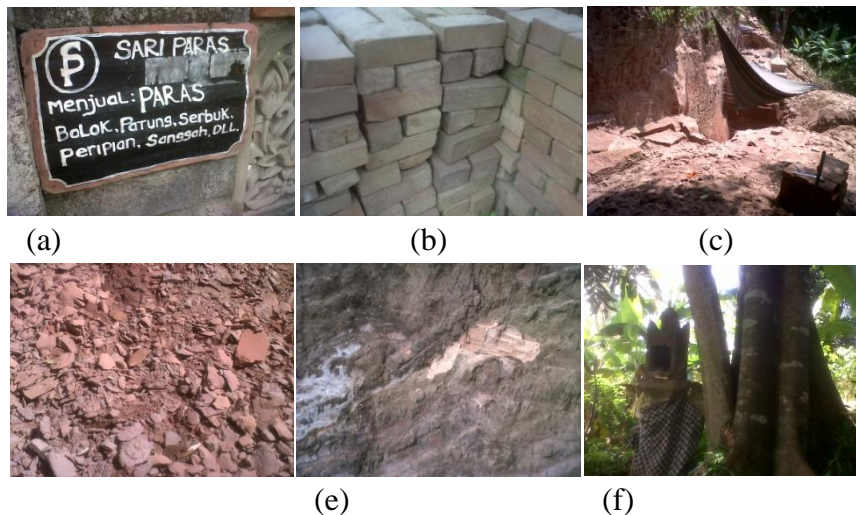
Di belahan Bali Utara khususnya di Dusun Abasan, Desa Sangsit, Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng ada sumber daya alam batu cadas yang cukup lama dikenal di kawasan ini yaitu batu cadas Abasan. Penggunaan batu cadas ini dapat dilihat dari candi Pura Dalem Segara Madu Jagaraga di Desa Jagaraga Kecamatan Sawan (didirikan pada tahun 1865) dan Pura Beji di Desa Sangsit Kecamatan Sawan (didirikan pada tahun 1860-an) yang sudah dikenal luas sebagai objek wisata di Bali Utara karena keindahannya dan didukung masih kokohnya bangunan candi dan ornamen-ornamen ukiran batu cadasnya. Batu cadas ini telah ditambang oleh sebuah keluarga secara turun temurun sejak jaman penjajahan Belanda hingga sekarang. UKM Sari Paras yang dimiliki dan dikelola oleh Kadek Soma (42 tahun) adalah usaha tambang batu cadas satu-satunya yang ada di Dusun Abasan, Desa Sangsit, Kecamatan Sawan yang merupakan usaha warisan keluarga penambang batu cadas Abasan. UKM Sari Paras memiliki kelompok penambang yang beranggotakan 4 (empat) orang. Lahan tambang yang dikelola oleh UKM Sari Paras seluas kurang lebih 1 hektar

sementara potensi lahan cadas Abasan sekitar 10 hektar ( $100.000 \text{ m}^2$ ) dengan kedalaman sekitar 35 meter atau sekitar 3,5 juta meter kubik ( $3.500.000 \text{ m}^3$ ). Keberadaan batu cadas Abasan dari permukaan tanah hanyalah sekitar 1,5 meter. Tiap-tiap penambang mampu menghasilkan 50 – 60 biji (dengan ukuran panjang 30 cm x lebar 15 cm x tebal 8 cm) batu cadas per hari yang diberi ongkos sebesar Rp. 2.000/biji, atau pendapatan tiap penambang per hari kerja sebesar Rp. 80.000 – Rp. 100.000. UKM Sari Paras dengan 3 (tiga) orang penambang aktif mampu memproduksi batu cadas Abasan sebanyak 6.000 – 8.000 biji per bulan tergantung dari jumlah hari kerja efektif per bulan. Jika musim hujan, produksi menjadi turun demikian juga pada musim hari raya keagamaan di desa, di mana tukang gali atau penambang libur kerja. Jika dikalkulasi menggunakan data tersebut, maka banyaknya batu cadas yang dihasilkan pertahun sekitar  $72.000 - 96.000$  biji atau  $259,2 \text{ m}^3 - 345,6 \text{ m}^3$ . Dalam memproduksi batu cadas dengan ukuran tersebut ada sekitar 25% cadas yang menjadi limbah dalam bentuk bongkahan, serpihan, dan serbuk sisa pemotongan cadas atau volume limbah cadas sekitar  $64,8 \text{ m}^3 - 86,4 \text{ m}^3$  per tahun.

Dengan demikian, volume batu cadas yang tergali dalam setahun adalah sekitar  $324 \text{ m}^3 - 432 \text{ m}^3$  per tahun. Jika volume batu cadas yang mampu digali pertahun dipertimbangkan untuk menentukan potensi keberlanjutan usaha tambang batu cadas Abasan ini, maka keberadaan batu cadas Abasan baru akan habis tergali hingga 10.802 – 8.102 tahun. Berdasarkan hasil analisis tersebut, potensi batu cadas Abasan masih sangat tinggi sehingga perluasan atau peningkatan produksi masih sangat memungkinkan. Di samping itu, keberadaan tumpukan limbah galian yang terus meningkat tiap harinya jika tidak ditangani dan dikelola dengan baik, maka tumpukan limbah ini akan mengganggu lingkungan dan membahayakan penambang.

Selain masalah belum dikenal luasnya batu cadas Abasan hingga ke Bali Selatan (pemasaran masih terbatas untuk

memenuhi kebutuhan masyarakat sekitar di Bali Utara), volume produksi masih terbatas dengan peralatan tambang dan pengolahan batu cadas yang masih konvensional dengan ukuran yang masih tunggal (satu ukuran) dan kualitas potongan yang masih kurang siku dan homogen. Kualitas produk batu cadas yang ukuran standarnya  $30 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$  memiliki variasi hingga 2 cm tiap dimensinya. Hal ini terkait dengan teknik dan alat potong yang digunakan di samping keterampilan pekerja. Berdasarkan penuturan dari Bapak Kadek Soma pemilik UKM Sari Paras, pelatihan teknologi dan manajemen dan fasilitasi pemodal oleh pihak terkait masih sangat minim mereka terima. pengelolaan usaha yang dijalankan oleh Bapak Kadek Soma masih tradisional dan bersifat bisnis keluarga dimana keuangan keluarga gabung dengan keuangan usaha.



Gambar 1 (a) Papan nama sederhana dari UKM Sari Paras; (b) Tumpukan produk batu cadas yang siap dijual, kualitas potongan belum baik (ukuran kurang homogen dan bentuk kurang siku); (c) Suasana di areal penggalian saat pekerja istirahat siang; (e) potensi lahan batu cadas yang belum ditambang dengan ditunjukkan perbedaan warna cadas pada tebing; dan (f) tugu tempat pemujaan para pekerja tambang sebelum dan setelah menambang sebagai bentuk kearifan lokal untuk selalu berdoa dan menjaga keselamatan penambang dan kelestarian lingkungan.



Kelompok tukang bangunan stil Bali di Desa Bongkasa, Kecamatan Abiansemal, Kabupaten Badung telah lama dikenal memiliki kualitas hasil pengerjaan pasang batu cadas dan bata gosok (stil Bali) di wilayah Badung, Denpasar, Tabanan, Gianyar, Klungkung, Bangli bahkan sampai Buleleng. Pemimpin tukang bangunan stil Bali ini dikenal sebagai *Undagi* yang bertugas merancang, memberi contoh bentuk dan cara pengerjaan serta mengkoordinasikan pelaksanaan pekerjaan kepada para tukang dan buruh bangunan di bawahnya. Undagi juga mempertanggungjawabkan keseluruhan pekerjaan kepada pemberi pekerjaan, yang biasanya dengan sistem borongan. Salah seorang Undagi dari Desa Bongkasa adalah I Made Sueni (46 tahun). Beliau sudah menggeluti pekerjaan sebagai Undagi sejak tahun 1990-an, dimana sebelum itu beliau belajar dari tahap menjadi buruh/kuli dan tukang ikut Undagi senior dari desa beliau. Saat ini beliau memiliki anak buah tetap sebanyak 4 orang dan tidak tetap (sesuai kebutuhan) sebanyak 4 orang. Gaji tiap tukang rerata per hari adalah Rp. 150.000 atau Rp. 4.500.000 per bulan, sementara buruh atau pembantu tukang di beri upah Rp. 90.000 per hari atau Rp. 2.700.000 per bulan. Omzet kelompok ini per tahun antara Rp. 150.000.000 – 200.000.000 dan membutuhkan batu cadas rerata per bulan 5.000 – 6.000 biji dan bata merah 10.000 – 12.000 biji tergantung bentuk dan jenis pekerjaan. Omzet ini sebenarnya dapat dioptimalkan sampai Rp. 300.000.000 pertahun jika sepanjang tahun ada pekerjaan. Dalam setahun, ada lebih dari tiga bulan kelompok ini tidak dapat pekerjaan. Hal ini disebabkan oleh adanya persaingan antara bangunan stil Bali yang

menggunakan kombinasi cadas Bali dan bata merah dengan yang menggunakan batu candi atau batu lahar atau batu putih Kalimantan. Harga batu cadas Bali meningkat tajam akibat persediaan deposit yang sudah sangat menipis dan adanya pengetatan aturan penggalian untuk melestarikan daerah aliran sungai. Pengerjaan bangunan stil Bali yang menggunakan batu cadas dan bata merah memerlukan waktu yang relatif lama. Lamanya pengerjaan ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah minimnya introduksi teknologi modern dan manajemen pengerjaan secara berkeompok yang masih konvensional dan peran undagi masih sangat dominan, artinya jika Undagi berhalangan datang ke tempat pekerjaan, para tukang dan buruh belum mampu bekerja secara optimal.

Berdasarkan hasil analisis situasi dapat dipaparkan berbagai permasalahan yang dihadapi oleh UKM Sari Paras yaitu: (1) Kualitas produk yang belum mampu memenuhi seluruh kebutuhan pasar yang ditunjukkan oleh keadaan bahwa UKM Sari Paras baru mampu membuat batu cadas yang seukuran (30 cm x 15 cm x 8 cm) dan hampir 75% produk tersebut ukurannya tidak seragam dan tidak siku. Hal ini disebabkan oleh keterampilan penambang yang masih terbatas dan belum didukung dengan teknik dan peralatan yang memadai; (2) Kuantitas produk yang dihasilkan belum optimal dibandingkan potensi dan peluang pasar yang dimiliki (pada hari-hari efektif tiap penambang baru bisa memproduksi 50-60 biji perhari atau sekitar 6.000 – 8.000 ribu perbulan). Hal ini disebabkan oleh kurangnya introduksi teknologi yang mampu meningkatkan produktifitas usaha tambang batu cadas disamping manajemen usaha

yang masih berbasis keluarga; (3) Kapasitas dan kontinuitas produksi masih perlu ditingkatkan, sebagai bukti saat ada order yang banyak seperti terjadi pada tahun sebelumnya sebanyak 10.000 dalam sebulan belum bisa dipenuhi, demikian juga saat hari-hari tidak efektif seperti hari raya, musim panen padi, dan musim hujan, para pekerja lebih banyak yang libur sehingga target produksi menjadi terhambat; dan (4) Permasalahan lainnya adalah belum dikenal luasnya batu cadas Abasan, padahal batu cadas ini telah digunakan sebagai bahan bangunan sejak abad ke 19 yang bangunannya masih kokoh dan lestari menjadi objek wisata andalan Buleleng seperti Pura Dalem Jagaraga dan Pura Beji Sangsit. Hal ini disebabkan kurangnya promosi dan penggunaan cadas yang berkesinambungan oleh para undagi dan tukang bangunan tradisional dan modern yang memanfaatkan cadas sebagai bahan utamanya.

Permasalahan yang dapat diidentifikasi berdasarkan analisis situasi dari Kelompok Tukang Bangunan Stil Bali Bongkasa adalah sebagai berikut: (1) Pengerjaan bangunan stil Bali utamanya bagian pemasangan bata dan cadas gosok dan ukir memerlukan waktu yang cukup lama sehingga bangunan stil Bali terkesan mahal dan perlu waktu yang lama untuk menyelesaikannya. Penyebab dari rendahnya produktifitas dan efisiensi dari pengerjaan bangunan stil Bali adalah kurangnya introduksi teknologi dan manajemen modern serta kurangnya sarana peralatan modern yang dapat mempercepat penyelesaian pekerjaan dengan sekaligus meningkatkan kualitasnya; (2) Kesulitan bahan baku berupa cadas yang berkualitas akibat

semakin mahalannya dan langkanya ketersediaan cadas untuk bangunan stil Bali khususnya cadas yang telah memiliki nama seperti cadas atau paras Silakarang, Silungan, dan Kelating. Hal ini yang kalau tidak diatasi dengan penyediaan bahan baku cadas alternatif yang memiliki kualitas yang setara namun belum dikenal di Bali Selatan saat ini.

UKM Sari Paras memerlukan agen pemasar handal batu cadas yang dihasilkan di Bali Selatan untuk memperluas pangsa pasar, sementara Kelompok Tukang Bangunan Stil Bali Bongkasa memerlukan pemasok bahan bangunan batu cadas berkualitas dengan kuantitas yang memadai secara kontinyu untuk menjamin keberlanjutan usaha pertukangan mereka. Permasalahan kemitraan yang setara dan saling menguntungkan ini menjadi sangat penting untuk sama-sama tetap eksis di era persaingan saat ini terkait keterancaman bangunan stil Bali yang menggunakan batu cadas khas Bali oleh bangunan stil minimalis yang berbahan batu lahar, batu candi atau pada cadas dri luar Bali. Dengan demikian, permasalahan prioritas yang disepakati untuk diselesaikan adalah peningkatan kualitas dan kuantitas produk batu cadas Abasan sehingga Kelompok Tukang Bangunan Stil Bali mendapatkan pasokan bahan baku cadas yang berkualitas tinggi dan dengan kuantitas yang tepat sesuai dengan kebutuhannya. Tujuan dari kegiatan ini adalah mengintroduksi teknologi tepat guna untuk menghasilkan potongan batu cadas Abasan yang memiliki presisi dimensi yang tepat dengan kuantitas yang sesuai dengan kebutuhan.

## **B. SUMBER INSPIRASI**



Batu cadas merupakan salah satu bahan bangunan yang telah banyak digunakan dalam infrastruktur dan arsitektur tradisional maupun modern. Batu cadas memiliki kekuatan yang lebih baik dibandingkan batu bata dan juga memiliki kesan alami, banyak ditemui dalam bentuk-bentuk bangunan infrastruktur jalan kampung, tembok-tembok pekarangan dan fasilitas umum, saluran irigasi dan sebagainya. Dalam arsitektur Bali khususnya, batu cadas banyak digunakan sebagai bahan struktur dan ornamen dari tembok rumah, tembok pekarangan, gapura, candi, dan bangunan fasilitas umum seperti pura, balai desa atau balai adat, *bale kulkul* atau balai kentongan desa. Saat ini penggunaan batu cadas juga semakin meluas tidak saja bangunan arsitektur stil Bali modern, hotel, villa, bandara, perkantoran, tetapi juga bangunan arsitektur minimalis. Hal ini menyebabkan tingginya kebutuhan batu cadas di Bali khususnya di Bali Selatan. Suplai batu candi dan batu lahar dari Jawa tidak mampu membendung kenaikan harga batu cadas Bali khususnya batu cadas untuk bangunan stil Bali yang karakteristiknya cukup berbeda dibandingkan batu candi, batu lahar baik dari Jawa maupun dari Karangasem eks letusan Gunung Agung. Saat ini batu cadas (Bali: *paras*) untuk bangunan stil Bali dengan nama-nama yang telah dikenal luas seperti paras Silungan, paras Silakarang, paras Kelating dan sebagainya harganya per biji ukuran standar berkisar antara Rp. 20.000 – Rp. 25.000 per biji sesuai kualitas, hampir tiga kali lipat harga lima tahun yang lalu yaitu Rp. 6.000 – 7.500 per biji.

Sementara itu, di belahan Bali Utara khususnya di Dusun Abasan, Desa Sangsit, Kecamatan Sawan, Kabupaten

Buleleng terdapat deposit batu cadas yang melimpah dengan berbagai varian warna serta kualitas cadas yang sangat baik. Hasil sementara penelitian eksploratif terhadap batu cadas Abasan (Karyasa, 2016) produk batu cadas Abasan memiliki keunggulan diantaranya adalah (1) memiliki tiga variasi warna yang berbeda yaitu hitam, abu, dan merah; (2) memiliki kemampuan menyerap dan melepaskan air (bersifat higroskopis yang reversibel) pada rentangan suhu ruang merata di daerah tropis yaitu 20 – 30°C dengan ciri penampakan perubahan warna memudar jika melepaskan air dan warna menua jika menyerap air yaitu dari abu menjadi hitam untuk cadas hitam, dari krem hingga abu untuk cadas abu dan putih hingga merah untuk cadas merah; (3) memiliki daya tahan terhadap serangan hama pelapuk dan memiliki sifat yang makin lama makin mengeras seperti yang ditunjukkan pada bangunan candi di Pura Dalem Segara Madu Jagaraga dan Pura Beji Sangsit yang sudah berumur lebih dari 150 tahun; dan (4) memiliki tekstur dan kekerasan yang ideal untuk bangunan stil Bali dengan kualitas mirip batu cadas (*paras*) Silakarang (Gianyar) yang telah terkenal sebagai bahan bangunan stil Bali. Keunggulan kompetitif cadas Abasan ini belum banyak dikenal oleh pelaku usaha bangunan Bali di Bali Selatan. Selain itu, batu cadas Abasan ini memiliki keunggulan komparatif dibandingkan dengan batu cadas yang saat ini digunakan sebagai bahan bangunan stil Bali di Bali Selatan diantaranya adalah harga yang masih lebih murah yaitu harga paras Abasan berkisar antara Rp. 8.000 – Rp. 10.000 per biji dibandingkan paras Silakarang yang harganya saat ini berkisar antara Rp. 22.000 – Rp. 25.000 per biji

dengan ukuran yang sama tergantung kualitasnya. Keunggulan komparatif lainnya adalah potensi paras Abasan masih besar sementara keberadaan paras Silakarang sudah sangat terbatas.

### C. METODE

Introduksi teknologi tepat guna yang diterapkan menggunakan metode pelatihan dan pendampingan teknologi pemotongan batu cadas untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil tambang batu cadas Abasan. Tahapan kegiatan yang telah dilakukan adalah (1) rapat kerja tim menyusun program pelatihan dan pendampingan dan menyiapkan logistik yang diperlukan, (2) pelatihan penerapan teknologi tepat guna peningkatan kualitas dan kuantitas produksi, (3) pendampingan proses produksi batu cadas berkualitas dan berkuantitas sesuai kebutuhan bangunan stil Bali, dan (4) evaluasi terhadap proses dan produk hasil pelatihan dan pendampingan teknologi tepat guna tersebut. Pada tahap kegiatan penyusunan program pelatihan dan pendampingan diadakan rapat kerja dengan UKM Paras Sari dan Kelompok Tukang Bangunan Stil Bali untuk merumuskan teknologi pemotongan cadas yang diperlukan sesuai dengan kondisi lapangan dan kebutuhan dari pengguna dan disepakati menyediakan mesin potong besar dengan mesin penggerak 26 PK dan generator yang minimal menghasilkan listrik 15.000 watt. Pada tahapan pelatihan dilakukan (1) proses pembangunan tempat mesin dengan bentuk rumah terbuka dengan ukuran 6 meter x 3 meter sehingga mesin nanti teduh, (2) penyediaan komponen-komponen mesin seperti kerangka baja tempat mesin potong, mesin potong,

dinamo, alat pengalir air, gigi potong, generator dan mesin penggerak, (3) instalasi mesin di lokasi dan uji coba penggunaan mesin, dan (4) latihan menggunakan prosedur kerja mesin untuk memotong batu cadas menjadi potongan-potongan balok dengan ukuran dimensi sesuai kebutuhan bangunan stil Bali. Pada tahap pendampingan dilakukan kegiatan mendampingi para pekerja UKM Paras Sari melakukan kegiatan menggali batu cadas dengan ukuran yang sesuai dengan kemampuan potong mesin, memotong cadas sesuai dengan ukuran yang diinginkan, menangani permasalahan atau persoalan yang terjadi pada mesin seperti mengganti oli, mengisi bahan bakar, menangani kemacetan aliran air pendingin, mematikan dan menghidupkan mesin dan memelihara instalasi. Pada tahap evaluasi dilakukan pengecekan terhadap kualitas produk dibandingkan dengan sebelum menggunakan mesin, menjangkau respon pekerja terhadap kinerja mesin dan kesulitan-kesulitan yang ditemui dalam mengoperasikan instalasi mesin potong, dan perhitungan terhadap produktivitas dan efisiensi.

### D. KARYA UTAMA

Karya utama dari kegiatan Iptek bagi Masyarakat ini adalah sebuah instalasi pemotongan yang ergonomis, mampu menghasilkan kualitas dan kuantitas produk sesuai kebutuhan pasar, dan ramah lingkungan yang menerapkan prinsip-prinsip teknologi tepat guna. Kapasitas potong dari mesin ini adalah sampai 1000 biji/hari batu cadas dengan dimensi 30 cm x 15 cm x 10,5 cm dengan akurasi atau presisi panjang, lebar, tebal dan siku-siku sudut yang hampir 100%.



## E. ULASAN KARYA UTAMA

### 1. Instalasi Pemotongan Batu Cadas Abasan

Pembuatan mesin pemotongan batu cadas diawali dengan merancang bersama antara tim pelaksana dengan pihak UKM Paras Sari dan Kelompok Tukang Bangunan Stil Bali Bongkasa yang melibatkan teknisi mesin dan tukang potong batu andesit yang telah berpengalaman merancang, membuat, menggunakan dan memelihara mesin potong batu. Hasil rancang bangun ini setelah disepakati bersama selanjutnya dibuat rangkanya di bengkel teknisi mesin potong batu tersebut. Komponen-komponen lain yang diperlukan seperti gigi cakram, dinamo, mesin diesel penggerak, generator, alat pengatur aliran air pendingin, dan sebagainya dibeli di toko yang dipercaya.

Instalasi pemotongan batu cadas Abasan dibangun di lokasi dekat penambangan batu cadas Abasan di lahan milik dari UKM Paras Sari. Instalasi ini terdiri dari sebuah bangunan semi permanen dengan ukuran 6 meter x 3 meter, berisi sebuah perangkat mesin potong, mesin disel penggerak dengan daya 26 PK, sebuah mesin generator listrik dengan kemampuan 15.000 watt, dan instalasi aliran air pendingin dan penambat debu. Instalasi mesin potong ini telah mempertimbangkan secara akurat ergonomi untuk kenyamanan pengguna mesin, keamanan dan keselamatan kerja, dan didampingi dengan buku petunjuk penggunaan mesin serta peralatan kerja untuk keselamatan dan kesehatan pekerja seperti rompi atau jas kerja anti air dan masker.

Posisi mesin dipasang sedemikian rupa dengan mempertimbangkan ergonomi

pekerja yang menggunakan mesin tersebut sehingga pekerja dapat bekerja dengan nyaman, sehat dan selamat. Gambar 2 menunjukkan bagaimana kerangka mesin dirancang dan dibuat serta divalidasi oleh teknisi yang telah berpengalaman bekerja menggunakan mesin potong batu.



(a)



(b)

**Gambar 2** (a) Perangkaian alat potong batu, (b) Latihan menggunakan mesin potong

### 2. Peningkatankualitas dan kuantitas produk potongan batu cadas Abasan

Peningkatankualitas potongan batu cadas Abasan yang dihasilkan oleh pengerjaan batu cadas dengan instalasi mesin potong sebagai wujud dari penerapan teknologi tepat guna dapat digambarkan sebagai berikut. Presisi dimensi panjang, lebar, dan tebal dari

potongan batu cadas dapat dicapai 100% sesuai dengan dimensi balok batu cadas yang diinginkan atau dibutuhkan pasar. Sebagai contoh ukuran batu cadas balok dasar dengan dimensi 30 cm x 15 cm x 10 cm dapat tepat dengan ukuran tersebut dibuat. Sebelum menggunakan teknologi mesin potong ini, tiap 100 biji hasil potongan ada 70 biji yang tidak memenuhi dimensi 30 cm x 15 cm x 10 cm. Penyimpangan tersebut disebabkan oleh teknik memotong langsung di tempat galian dengan menggunakan alat potong mesin sensor tangan. Di samping presisi ukuran, kualitas potongan juga dapat ditingkatkan dari kerataan atau kelurusan bidang-bidangnya dan ketepatan sudut-sudutnya. Sebelumnya hampir 70% hasil potongan bidang-bidang balok permukaannya tidak rata dan tidak lurus sisi-sisinya demikian juga sudutnya tidak siku-siku. Dengan menggunakan mesin potong ini, 100% hasil potongan dapat dibuat rata semua bidang-bidangnya, lurus sisi-sisinya dan siku-siku sudutnya. Gambar 3 menunjukkan perbandingan kualitas hasil potongan cadas sebelum dan setelah penerapan teknologi tepat guna (TTG) instalasi mesin potong.

Penerapan TTG instalasi mesin potong ini dapat meningkatkan kapasitas produksi. Sebelum penerapan teknologi UKM Paras Sari dengan tiga orang pekerja aktif dapat menghasilkan 2.000-2.500 biji/bulan/orang atau 6.000-7.500 biji/bulan balok cadas ukuran 30 cm x 15 cm x 10 cm tersebut. Setelah penerapan TTG ini dapat diproduksi oleh UKM Paras Sari 9.000 – 10.500 biji/bulan atau 3.000-3.500 biji/bulan/orang. Kapasitas instalasi mesin potong ini sebenarnya masih dapat dioptimalkan memotong hingga 600-800 biji/hari yang memerlukan sediaan balok

cadas ukuran 30 cm x 30,5 cm x 52,5 cm sebanyak 60-80 biji/hari yang dapat dikerjakan dalam waktu 6-8 jam sehari. Hal ini diakibatkan oleh mekanisme kerja yang sebelum TTG satu tahap yaitu secara langsung memotong dengan ukuran 30 cm x 15 cm x 10 cm di lokasi tambang, setelah penerapan TTG ini menjadi dua tahap yaitu tahap pemotongan batu cadas saat penggalian untuk mendapatkan balok ukuran 30 cm x 30,5 cm x 52,5 cm, dan tahap kedua pemotongan batu cadas 30 cm x 30,5 cm x 52,5 cm tersebut menjadi 10 biji dengan ukuran 30 cm x 15 cm x 10 cm.



(a)



(b)



(c)

**Gambar3** (a) Hasil potong cadas sebelum penerapan TTG dengan kualitas super, (b) kualitas tidak super atau hasil sortiran, dan (c) hasil penerapan TTG dengan dimensi dan kerataan sisi, bidang dan ketepatan sudut yang 100% presisi.

### 3. Respon pengguna batu cadas produk dari instalasi pemotongan cadas Abasan

Pengukuran indeks kepuasan pelanggan telah dilakukan terhadap kualitas pengerjaan bangunan stil Bali yang menggunakan batu cadas Abasan yang telah dikerjakan oleh Kelompok Tukang Bangunan Stil Bali dari Bongkasa yaitu satu kompleks bangunan di Kota Singaraja dan satunya lagi di Ubud menunjukkan hasil indeks 3,75 (katagori sangat memuaskan) untuk bangunan di Kota Singaraja dan indeks 3,80 (katagori sangat memuaskan) untuk bangunan yang di Ubud. Pengukuran indeks kepuasan pelanggan ini dijarah dari masing-masing 15 responden terpilih yaitu pemilik bangunan itu sendiri, anggota keluarga yang tinggal di rumah itu yang tertarik dengan bangunan stil Bali dan masyarakat sekitar yang memiliki ketertarikan dan pengetahuan tentang bangunan stil Bali. Respon pelanggan ini menunjukkan

kualitas pengerjaan yang dilakukan oleh Kelompok Tukang Bangunan Stil Bali Bongkasa sangat memuaskan pelanggan sehingga tepat dipilih sebagai mitra pengguna sekaligus pemasar batu cadas Abasan.

Respon para tukang bangunan stil Bali terhadap hasil potongan batu cadas Abasan setelah penerapan TTG Instalasi Mesin Potong ini adalah sebagai berikut. Pertama, waktu pengerjaan batu cadas untuk dipecah menjadi balok-balok lebih kecil sesuai ukuran yang diperlukan dalam pemasangan batu cadas untuk bangunan stil Bali menjadi lebih cepat karena presisi dimensi dan kerataan sisi, bidang dan ketepatan sudut-sudutnya. Dari balok dasar ukuran 30 cm x 15 cm x 10 cm ini, para tukang dapat membuat dengan lebih mudah ukuran-ukuran balok 30 cm x 10 cm x 4,5 cm untuk balok dengan istilah “Sebitan”, ukuran 30 cm x 9 cm x 4,5 cm untuk “Tyas”, ukuran 30 cm x 15 cm x 4,5 cm untuk “Penempel” dan ukuran 30 cm x 10 cm x 4,5 cm untuk balok “Dasar”. Terkait dengan ukuran-ukuran balok batu cadas untuk bangunan stil Bali ini, para tukang menyarankan agar langsung dapat dibuat di lokasi atau di UKM Paras Sari menggunakan mesin potong tersebut. Kedua, setelah menggunakan batu cadas dengan kualitas potongan yang presisi ini, dalam pengerjaan bangunan stil Bali tidak banyak lagi limbah potongan kecil-kecil atau bubuk yang terbuang akibat ukuran balok awal yang tidak presisi, kerataan sisi dan bidang yang kurang baik dan sudut-sudut yang tidak siku-siku. Dengan demikian, dari sisi pengguna, batu cadas abasan setelah menerapkan TTG jauh lebih efisien dan efektif dengan kualitas pekerjaan yang lebih baik dibandingkan



dengan batu cadas Abasan sebelum penerapan TTG.

## **F. KESIMPULAN**

Introduksi teknologi tepat guna instalasi pemotongan batu cadas yang menggunakan mesin potong listrik dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas potongan batu cadas yang sesuai dengan kebutuhan pasar utamanya sesuai dengan kebutuhan bangunan stil Bali. Dari sisi pengguna batu cadas Abasan, penerapan teknologi tepat guna ini dapat meningkatkan produktifitas (pekerjaan lebih cepat), efisiensi dan efektifitas (tidak banyak limbah terbuang dan balok cadas lebih sedikit diperlukan). Respon pelanggan yang sangat baik terhadap kualitas bangunan stil Bali yang dikerjakan oleh kelompok tukang yang menggunakan cadas Abasan memberikan prospek pasar yang baik dari batu cadas Abasan.

## **G. DAMPAK DAN MANFAAT UTAMA**

Introduksi teknologi tepat guna melalui pelatihan dan pendampingan instalasi mesin potong cadas memberikan manfaat terhadap beberapa hal berikut: (1) Peningkatan kapasitas produksi dari 6.000-7.500 biji/bulan atau 2.000-2.500 biji/bulan/orang menjadi 9.000-10.500 biji/bulan atau 3.000-3.500 biji/bulan/orang yang berdampak pada peningkatan pendapatan para pekerja dari rerata Rp. 100.000-110.000/hari/orang menjadi Rp. 150.000-160.000/hari/orang dan peningkatan keuntungan dari pengusaha UKM Paras Sari. Pelaksanaan; (2) peningkatan kualitas produk yang berdampak pada daya saing produk serta daya tawar pasar menjadi lebih tinggi yang diharapkan dapat berdampak ikutan yaitu

meningkatkan harga jual; (3) Akibat penambangan dan pemotongan langsung di tempat (in site) berupa penumpukan limbah potongan-potongan kecil berupa pecahan atau bongkahan yang tidak bermanfaat serta serbuk atau debu sisa proses pemotongan yang berdampak membahayakan penambang jika sewaktu-waktu bisa longsor dan menimbun penambang, dapat dikurangi dengan pemindahan balok yang lebih besar ke lokasi instalasi pemotongan batu cadas sebagai penerapan teknologi ini, sehingga introduksi TTG ini bermanfaat pada pengurangan limbah penggalian dan pengerjaan cadas di lokasi tambang yang berdampak pada pengurangan resiko kecelakaan kerja dan penyelamatan lingkungan hidup.

Dari sisi pengguna batu cadas Abasan, hasil penerapan TTG ini yang menghasilkan kualitas cadas yang lebih baik dengan kuantitas yang memadai bermanfaat bagi pengguna (terutama para tukang bangunan stil Bali) adalah: (1) mempercepat pengerjaan yang berdampak pada peningkatan produktifitas, efisiensi waktu, dan efektifitas penggunaan bahan cadas dengan dampak lanjutan berupa peningkatan gaji pekerja (kalau pekerjaan borongan dan keuntungan kelompok tukang sebagai pemborong (jika pekerjaan borongan); (2) kualitas pekerjaan menjadi lebih baik sebagai akibat dari bahan cadas yang lebih baik sehingga berdampak pada peningkatan apresiasi terhadap hasil pekerjaan dan terhadap bangunan stil Bali yang menggunakan cadas Abasan; dan (3) mengurangi sisa atau limbah potongan cadas karean sudah presisi sehingga lebih ramah lingkungan,

## **H. DAFTAR PUSTAKA**

- ILO. 2013. Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Tempat Kerja. Pedoman Pelatihan untuk Manajer dan Pekerja. Edisi Indonesia. Swiss: International Labour Office, CH-1211 Geneva 22.
- Karyasa, I W., 2016. Studi Exploratif Geopolimer Cadas Abasan dan Potensinya sebagai Smart Material Pengatur Kelembaban Udara. Penelitian Mandiri. Undiksha.