



LAYOUT TEKNOLOGI TEPAT GUNA UNTUK WILAYAH PESISIR

Frendi Maulana^{1*}, Suci Hardina Rahmawati², M Khoirudin², M Hadziq Qulubi², Wintari Mandala², Siti Mutmainah³, Eny Maulita Purnama Sari³

¹Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Lampung, Taman Fajar, Purbolinggo, Lampung Timur, Lampung 34192, Indonesia

²Fakultas Fakultas Pertanian, Perikanan dan Peternakan, Universitas Nahdlatul Ulama Lampung, Taman Fajar, Purbolinggo, Lampung Timur, Lampung 34192, Indonesia

³Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nahdlatul Ulama Lampung, Taman Fajar, Purbolinggo, Lampung Timur, Lampung 34192, Indonesia

*frendimaulana270@gmail.com

ABSTRAK

Desa Margasari memiliki potensi wilayah pesisir dengan sumber energi angin, matahari, dan limbah cangkang kerang yang belum dimanfaatkan secara optimal untuk mendukung perekonomian masyarakat setempat. Program pengabdian masyarakat di Desa ini bertujuan untuk mendukung sektor ekonomi masyarakat melalui kegiatan penyusunan layout desain teknologi tepat guna berbasis energi terbarukan. Kegiatan penyusunan layout teknologi ini meliputi pembuatan desain sistem teknologi pengeringan ikan berbasis energi matahari, desain turbin angin Venturi untuk solusi kebutuhan energi listrik, dan pembuatan panduan/metode pengolahan limbah cangkang kerang sebagai bahan tambahan pembuatan paving block. Metode pengabdian yang digunakan meliputi: koordinasi, pemetaan kebutuhan, penyusunan layout teknologi, dan presentasi kepada peserta (perangkat desa, masyarakat, dan pelaku usaha tepung ikan). Presentasi difokuskan pada pengenalan desain dan tahapan konstruksi yang dapat dirancang agar dapat diadopsi masyarakat secara mandiri. Layout teknologi tepat guna dirancang untuk memberikan panduan yang jelas, meliputi prosedur konstruksi bertahap dan spesifikasi teknis, sehingga memungkinkan penerapan yang praktis di kemudian hari dan sesuai dengan keperluan lokal masyarakat. Layout teknologi ini juga diharapkan akan memicu realisasi inovasi teknologi berbasis sumber daya lokal yang dapat diterapkan di wilayah Desa margasai serta wilayah-wilayah pesisir lainnya.

Kata kunci: paving block; pengering terowongan energi matahari; teknologi tepat guna; turbin angin venturi; wilayah pesisir

APPROPRIATE TECHNOLOGY LAYOUTS FOR COASTAL AREAS

ABSTRACT

Margasari Village has the potential of coastal areas with wind and solar energy sources, as well as the potential for unused shell waste to support the local community's economy. This community service program in the village aims to support the community's economic sector through the development of appropriate technology design layouts based on renewable energy. This technology layout development activity includes designing a solar-based fish drying technology system, designing a Venturi wind turbine for electrical energy needs solutions, and developing guidelines/methods for processing shell waste as an additional ingredient for making paving blocks. The service methods used include: coordination, needs mapping, preparation of technology layouts, and presentations to participants (village officials, community members, and fish flour business actors). The presentation focused on introducing the design and construction stages that can be designed and adopted independently by the community. The appropriate technology layout is designed to provide clear guidance, including step-by-step construction procedures and technical specifications, enabling practical application in the future and under the needs of the local community. This technology layout is also expected to trigger the realisation of technology

Keywords: paving block, solar tunnel dryer; appropriate technology; venturi wind turbine; coastal area

PENDAHULUAN

Desa Margasari, yang terletak di pesisir timur Provinsi Lampung memiliki salah satu ekosistem mangrove di wilayah tersebut dengan luas mencapai 124,2 hektar (Tsani et al. 2022). Ekosistem ini memainkan peran penting dalam melindungi wilayah pesisir dari abrasi, menjaga keseimbangan lingkungan, serta mendukung keanekaragaman hayati. Potensi sumber daya alam yang dimiliki desa ini telah menjadi tumpuan bagi berbagai aktivitas ekonomi masyarakat, terutama di sektor perikanan, pertanian, wirausaha, jasa dll. Tahun 2018, Desa Margasari memiliki ±1.700 jiwa penduduk yang bekerja, berprofesi sebagai nelayan (66,12%), petani (22,17%), karyawan (0,58%), pedagang (0,64%), peternak (0,17%), montir (0,34%), bidan (0,17%), pembantu rumah tangga (3,24%), tukang kayu (1,59%), tukang batu (1,40%), guru (0,82%) dan wiraswasta (0,88%) (Yayuk anisah 2018).

Sektor perikanan merupakan tulang punggung perekonomian lokal hingga saat ini, dengan hasil tangkapan laut seperti ikan, cumi, rajungan, dan kerang yang dimanfaatkan untuk konsumsi maupun diolah menjadi produk bernilai tambah, seperti tepung ikan dan kerupuk. Pada tahun 2021, produksi tepung ikan dari Desa Margasari bahkan telah dipasarkan ke luar negeri (Vietnam), yang menunjukkan potensi besar dari sektor ini. Namun, kemampuan produksi tepung ikan saat ini dinilai belum optimal akibat sejumlah hal: sarana dan prasarana pendukung produksi, serta fluktuasi ketersediaan bahan baku yang menghambat keberlanjutan industri. Untuk mengatasi kendala tersebut, diperlukan penerapan teknologi tepat guna yang ramah lingkungan guna meningkatkan efisiensi produksi sekaligus mendukung keberlanjutan ekonomi berbasis sumber daya lokal. Dalam konteks ini, dosen dari UNU Lampung melalui program pengabdian masyarakat menyusun layout teknologi tepat guna ramah lingkungan berbasis energi terbarukan. Teknologi ini mencakup sistem pengeringan ikan berbasis energi matahari untuk meningkatkan efisiensi produksi tepung ikan, pemanfaatan energi angin melalui desain turbin venturi, serta konversi limbah kulit kerang menjadi paving block. Teknologi ini disusun agar dapat diadopsi secara mandiri oleh aparatur desa dan masyarakat pesisir umumnya untuk memperkuat ekonomi lokal secara berkelanjutan.

Kegiatan pengabdian masyarakat ini juga bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat terkait teknologi tepat guna, khususnya di wilayah pesisir di Desa Margasari. Penyusunan layout teknologi disertai dengan sosialisasi bertujuan memperjelas alur, desain, dan konstruksi teknologi yang dapat diterapkan. Target akhir dari kegiatan ini adalah mendorong munculnya peluang bisnis baru dan memperkuat sektor ekonomi Desa Margasari secara mandiri dan berkelanjutan.

METODE

Metode pengabdian ini diawali dengan tahap persiapan yang melibatkan koordinasi antara tim akademisi dari Universitas Nahdlatul Ulama Lampung, pemerintah Desa Margasari, dan kelompok usaha masyarakat, khususnya pelaku produksi tepung ikan. Koordinasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi informasi terkait potensi usaha unggulan, tantangan yang dihadapi, serta kondisi geografis desa, termasuk potensi energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan. Selain itu, koordinasi dilakukan untuk menyamakan persepsi antara pihak dosen/akademisi dan peserta guna memastikan kelancaran kegiatan. Kegiatan koordinasi ini dilaksanakan pada tanggal 8 Oktober

2024. Tahap berikutnya adalah pemetaan dan penyusunan layout teknologi tepat guna yang dapat diterapkan secara mandiri. Proses ini berlangsung selama satu bulan, di mana tim dosen mengidentifikasi kebutuhan teknologi berdasarkan hasil koordinasi awal. Layout yang disusun mencakup desain sistem teknologi berbasis energi terbarukan yang diadaptasi untuk kondisi lokal Desa Margasari.

Setelah tahap pemetaan, dilakukan pertemuan lanjutan berupa pemaparan dan presentasi. Pada tahap ini, tim akademisi memberikan paparan mengenai layout desain teknologi, termasuk gambaran tahapan-tahapan konstruksi yang dapat dilakukan secara bertahap oleh masyarakat. Indikasi kegiatan pengabdian ini berhasil ditunjukkan melalui antusiasme tinggi dan pemahaman meningkat peserta terhadap layout teknologi yang dipaparkan. Hasil layout teknologi yang disusun disajikan secara terperinci pada bagian 'Hasil dan Pembahasan'. Aktifitas kegiatan pengabdian ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. dokumentasi pengabdian kepada masyarakat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teknologi tepat guna paling potensial yang dapat di adopsi di desa margasari, diantaranya sebagai berikut.

1. Alat pengering (pengering terowongan tenaga matahari)

Proses pengeringan merupakan suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam suatu bahan melalui penguapan. Proses ini dapat memanfaatkan berbagai sumber energi, termasuk energi matahari, panas buang industri, atau energi listrik. Proses pengeringan akan menurunkan tingkat kelembaban (kadar air), dimana umumnya batas layak bahan disebut kering ketika menyisakan kadar air 5-25%, sesuai dengan tujuan aplikasinya (Nurhuda 2018). Pengeringan langsung dibawah paparan sinar matahari merupakan metode sederhana yang hanya memerlukan area terbuka luas. Masyarakat Desa Margasari telah lama mengadopsi metode ini untuk mengeringkan berbagai produk, seperti proses pengeringan ikan yang terlihat pada gambar 2. Meskipun sederhana dan ekonomis, metode ini memiliki sejumlah keterbatasan seperti pengeringan yang tidak memadai, pengeringan berlebih, infestasi jamur, kehilangan akibat hama pengerat, hingga kerugian akibat hujan mendadak yang tidak terduga (Barooah, Sethi, and Borah 2020).

Pada praktiknya, proses pengeringan ikan di Desa Margasari sangat mempengaruhi kualitas dan kuantitas akhir produksi tepung ikan. Tantangan utama proses ini yang dirasakan langsung adalah laju pengeringan lambat pasca proses *blanching* (perebusan ikan), kebutuhan tenaga kerja untuk

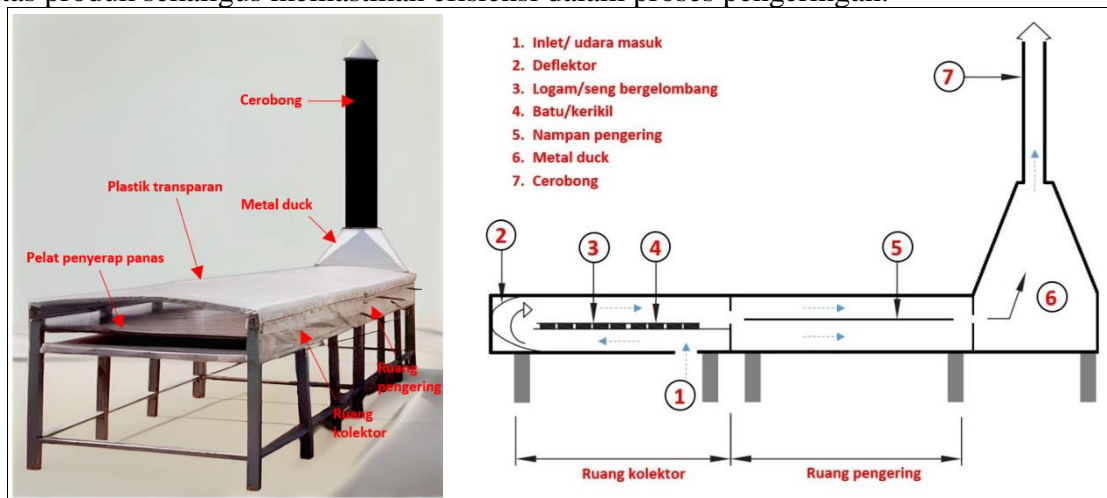
menyebarkan dan mengumpulkan ikan, serta risiko kontaminasi lingkungan (serangga, hewan, partikel debu). Sementara itu, desa Margasari sebagai wilayah pesisir memiliki fluktuasi iklim panas dan lembap/sejuk. Pada saat kondisi sejuk, kelembapan relatif udara sekitar menyulitkan proses pengeringan, sehingga kebutuhan akan teknologi pengeringan komersial yang murah-efisien menjadi sangat penting. Untuk mengurangi hambatan-hambatan ini, desain teknologi/alat pengering terowongan tenaga surya yang lebih terkontrol diperlukan.



Gambar 2. Proses pengeringan ikan

a) Pengering terowongan model 1

Pengering dengan desain berbentuk terowongan atau dikenal *Solar Tunnel Dryer* (STD) menawarkan pengendalian yang lebih baik terhadap proses pengeringan. Desain ini dirancang untuk meminimalkan dampak negatif paparan sinar matahari langsung, khususnya radiasi ultraviolet yang berpotensi menyebabkan perubahan warna dan penurunan kualitas nutrisi bahan yang dikeringkan. STD menjadi pilihan ideal untuk pengeringan ikan, karena mampu menjaga kualitas produk sekaligus memastikan efisiensi dalam proses pengeringan.



Gambar 3. Pengering Terowongan dengan tarikan udara alami (Patil and Gawande 2016; Senadeera and Kalugalage 2004).

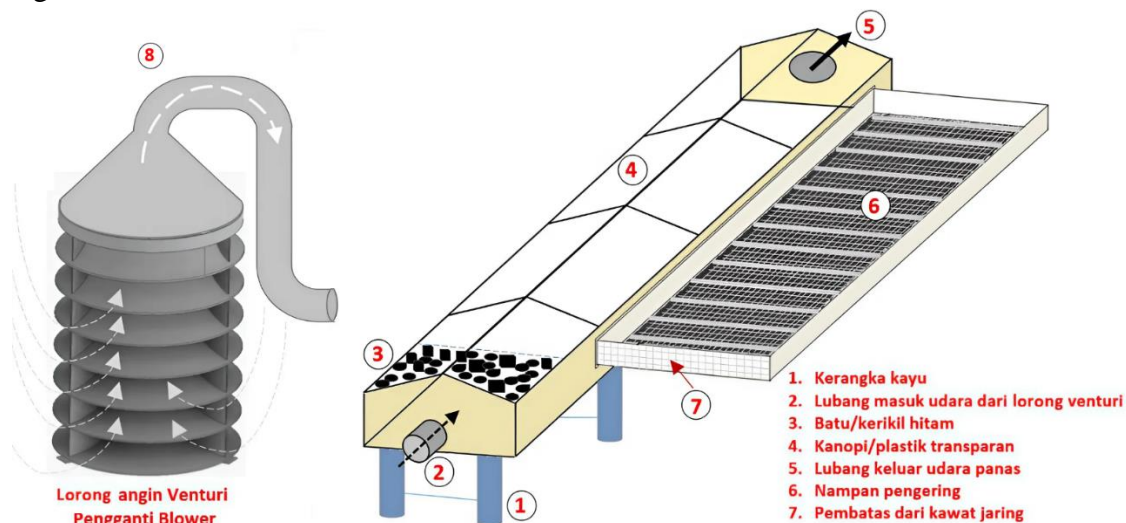
Gambar 3 merupakan contoh model pengering STD, dengan sistem pengering yang memanfaatkan energi matahari secara pasif dan ventilasi udara pasif. Desain ini tidak memerlukan blower untuk mendorong sirkulasi udara didalam pengering, tetapi memanfaatkan sirkulasi alami (tarikan udara alami) menggunakan rekayasa *efek termosifon*. Komponen pengering pada Gambar 3 dijelaskan sebagai berikut:

- Ruang kolektor. Setengah bagian pertama terowongan adalah ruang kolektor untuk mengumpulkan energi panas matahari. Umumnya ruang kolektor dapat terdiri atas deflektor, plat penyerap panas, isolator dan kanopi/plastik transparan.
 - Deflektor dirancang dengan bentuk cekung untuk mengarahkan dan mengatur aliran udara yang masuk dari lingkungan ke bagian atas ruang kolektor.
 - Plat penyerap panas dibuat dari logam, galvalum atau seng bergelombang. Sisi atas pelat penyerap (menghadap matahari) dicat hitam. Diatas plat dapat dihamparkan batu/kerikil hitam dengan ukuran yang seragam untuk menyimpan panas dan melepaskannya secara perlahan saat suhu lingkungan turun. Hal ini membantu menjaga suhu tetap stabil ketika intensitas sinar matahari berfluktuasi. Plat dihamparkan diatas isolator (bisa papan atau triplek).
 - Isolator berfungsi sebagai penahan panas agar tak menjalar ke bawah, sekaligus bingkai kolektor.
 - Untuk plat ukuran 2x2 meter, jarak antara plat dan kanopi dianjurkan sekitar 10-15 cm. jarak terlalu dekat dapat menyebabkan kehilangan panas akibat interaksi langsung antara udara dengan kanopi. Sebaliknya jika terlalu jauh, volume udara yang berlebihan dapat mengurangi efisiensi transfer panas (Nurhuda 2018).
 - Kanopi/penutup plastik transparan akan menciptakan efek rumah kaca dalam terowongan, pelindung dari hujan, debu, dan kontaminasi lingkungan.
- Pengontrol aliran udara panas diposisikan di antara ruang kolektor dan ruang pengeringan yang terbuat dari logam.
- Setengah bagian kedua terowongan adalah ruang pengering. Di dalam ruang ini, kawat jaring digunakan sebagai nampan/tempat pengeringan dan dipasang pada ketinggian yang lebih tinggi (sekitar 1 inci) dari pelat penyerap panas untuk memungkinkan aliran udara panas yang lancar.
- *Metal duct* berfungsi sebagai komponen transisi antara ruang pengeringan dan cerobong, yang dirancang untuk memfasilitasi aliran udara panas secara alami.
- Selimut luar cerobong dicat hitam, yang secara teori bertujuan untuk mengoptimalkan penyerapan radiasi matahari. Hal ini, pada akhirnya menyebabkan terjadinya peningkatan suhu di dalam cerobong, sehingga karakter udara di dalamnya menjadi lebih ringan dan bergerak ke atas. Proses ini menciptakan sirkulasi udara alami, dimana akan terjadi tarikan udara alami dari dalam ruang pengering ke luar cerobong yang dikenal sebagai *efek termosifon*.
- Untuk meningkatkan efisiensi efek termosifon, cerobong dirancang setinggi mungkin, karena gaya hisap yang dihasilkan berbanding lurus dengan ketinggian cerobong. Selain itu, luas permukaan cerobong (yang berkaitan dengan diameternya) juga mempengaruhi performa. Meskipun diameter yang lebih besar memungkinkan penyerapan panas yang lebih banyak, hal ini dapat memperlambat daya hisap. Sebaliknya, diameter yang terlalu kecil dapat mengurangi efisiensi penyerapan panas. Oleh karena itu, diameter cerobong hendaknya dibuat tidak terlalu kecil tetapi juga tidak terlalu besar (Nurhuda 2018).

b) Pengering terowongan model 2

Model pengering berbasis lorong/terowongan angin venturi menawarkan efisiensi energi yang lebih tinggi dibandingkan model dengan blower listrik pada umumnya. Lorong-lorong venturi memanfaatkan prinsip perubahan tekanan pada saluran sempit untuk meningkatkan kecepatan dan stabilitas aliran udara tanpa memerlukan konsumsi energi listrik. Keunggulan ini memungkinkan pengoperasian pengering di wilayah pesisir yang cenderung memiliki angin

kencang, menjadikannya solusi yang ramah lingkungan dan ekonomis untuk penggunaan jangka panjang.



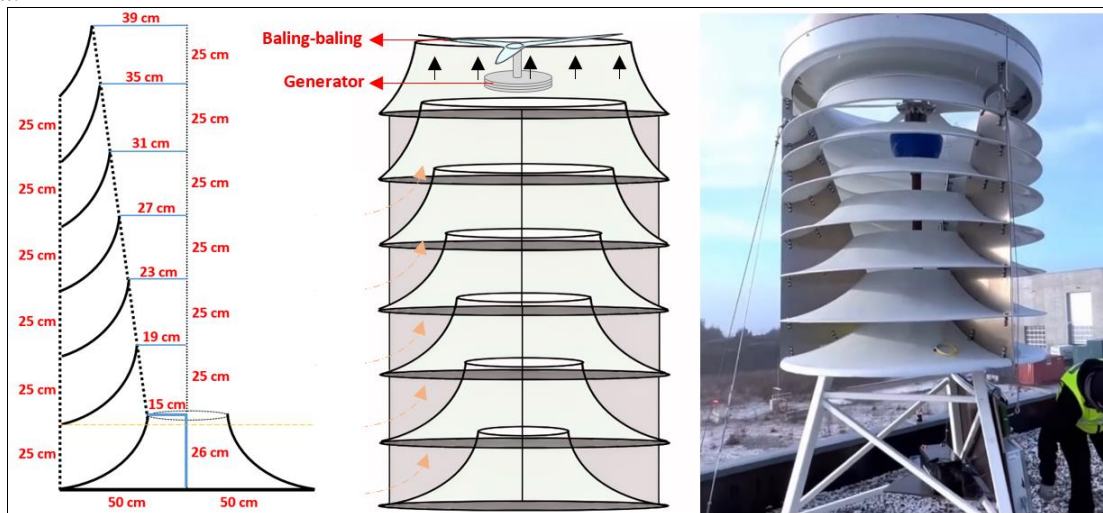
Gambar 4. Pengering Terowongan dengan tarikan udara alami (dokumen pribadi)

Model pengering yang ditampilkan pada Gambar 4 terdiri dari beberapa komponen fungsional utama, yaitu:

- (1) Kerangka kayu berfungsi sebagai struktur utama yang menopang seluruh sistem pengering, memberikan stabilitas mekanis pada keseluruhan alat.
- (2) Lubang masuk udara mengarahkan aliran udara dari lorong Venturi (komponen nomor 8) ke dalam ruang kolektor. Aliran udara ini menjadi media utama dalam proses transfer panas dan pengeringan.
- (3) Ruang kolektor berfungsi sebagai media penyerap dan penyimpan panas. Di dalamnya, batu atau kerikil hitam berukuran seragam digunakan untuk menangkap radiasi matahari secara maksimal dan menyimpan panas. Ruang ini meningkatkan efisiensi pemanasan udara yang akan disalurkan ke ruang pengering.
- (4) Kanopi plastik transparan berperan sebagai pelindung terhadap cuaca sekaligus memanfaatkan efek rumah kaca untuk meningkatkan suhu di dalam sistem pengering.
- (5) Lubang keluar udara panas/lembap merupakan jalur eksitasi bagi udara panas yang telah melewati proses pengeringan, membantu menjaga sirkulasi udara yang konstan dalam sistem.
- (6) Nampan pengering berfungsi sebagai tempat untuk menampung produk yang akan dikeringkan. Nampan ini dibuat dari kawat jaring, dan di bawahnya terdapat pelat penyerap panas (terbuat dari galvalum atau seng bergelombang yang dicat hitam) untuk meningkatkan transfer panas ke produk. Nampan dirancang dengan mekanisme laci/selokan untuk kemudahan penggunaan.
- (7) Pembatas kolektor dan ruang pengering terbuat dari kawat jaring untuk memastikan pemisahan aliran udara panas antara ruang kolektor dan ruang pengering tanpa menghalangi sirkulasi udara.
- (8) lorong venturi dibuat dari bahan seperti paralon, resin, atau lembaran seng yang dibentuk menyerupai desain Gambar 4 (nomor 8). Lorong-lorong ini memanfaatkan prinsip Venturi untuk mempercepat aliran udara secara alami. Bagian luar lorong venturi dapat dicat hitam untuk memberikan kerja optimal aliran udara panas awal memasuki ruang kolektor.

2. Pembangkit listrik dari Turbin angin

Turbin angin venturi merupakan salah satu inovasi terbaru dalam bidang terbarukan, yang memanfaatkan efek venturi untuk meningkatkan efisiensi pengumpulan aliran angin. Teknologi ini menggunakan saluran berbentuk lorong untuk mempercepat aliran udara yang mengenai/melewati turbin, sehingga meningkatkan daya yang dihasilkan bahkan ketika kecepatan angin rendah. Dengan potensi kecepatan angin di wilayah pesisir seperti Desa Margasari, pengadopsian turbin angin metode venturi ini dapat menjadi solusi yang efisien dan ramah lingkungan untuk mendukung pemenuhan suplay energi listrik dan untuk kebutuhan lainnya.



Gambar 5. Desain turbin angin venturi

Gambar 5 merupakan turbin angin metode venturi, dengan desain di sisi kiri-tengah merupakan koleksi pribadi sementara desain di sisi kanan adalah produk komersial dari *Ventum Venturi*. Turbin angin dengan efek venturi bersifat *omnidirectional* yaitu untuk menangkap angin dari segala arah tanpa posisinya berputar, sehingga perawatannya berpotensi lebih rendah. Ini adalah cara lain untuk menangkap energi angin lebih efisien, yang mungkin menawarkan solusi *green technology* khususnya teknologi turbin angin masa mendatang.

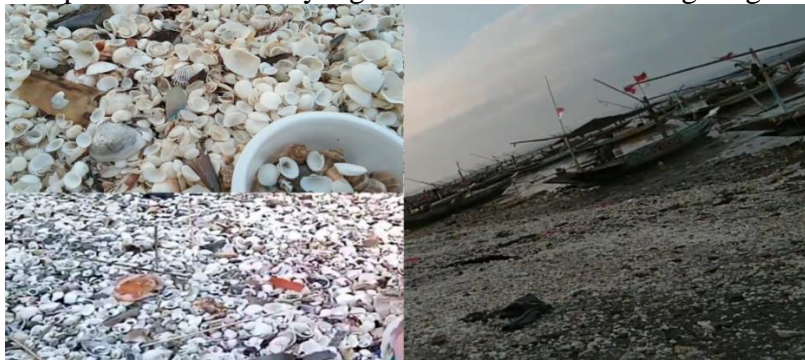
Pada turbin angin venturi, angin diarahkan ke dalam lorong venturi yang dirancang untuk mempercepat aliran udara mengenai dan menggerakkan baling-baling. Peningkatan kecepatan angin ini menghasilkan lebih banyak energi kinetik baling-baling, yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh generator yang terhubung dengan turbin.

3. Paving block dari campuran kulit kerang

Limbah cangkang kerang, seperti yang ditampilkan pada gambar 6 merupakan salah satu hasil samping aktivitas perikanan yang belum dimanfaatkan didesa Margasari (sekitar kuala penet). Dengan jumlah yang cukup melimpah, cangkang kerang sebenarnya memiliki potensi besar untuk diolah menjadi bahan alternatif dalam pembuatan paving block. Berdasarkan standar SNI 03-0691-1996, paving block adalah material bangunan yang terdiri dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidrolis sejenis, air, dan agregat (halus/kasar) (Badan Standarisasi Nasional 1996). Komposisi dari masing-masing bahan tersebut harus diatur secara cermat untuk menghasilkan campuran beton yang mudah dikerjakan, memiliki kekuatan tekan yang sesuai dengan desain, dan ekonomis dalam produksinya (Ma'ruf, Prasadi, and Dwityaningsih 2024).

Cangkang kerang yang diproses menjadi serbuk dapat dimanfaatkan sebagai agregat halus/kasar yang berkontribusi dalam meningkatkan kekuatan tekan paving block. Produk paving block

berpotensi memperkuat prinsip ekonomi sirkular dengan mengurangi limbah lingkungan sekaligus menciptakan produk konstruksi yang ekonomis dan ramah lingkungan.



Gambar 6. Potensi cangkang kerang disekitar balai pelelangan ikan kuala penet.

Tabel 1.
Sifat-sifat fisika standar paving block sesuai **SNI 03-0691-1996**

Mutu	Kuat tekan				Ketahanan aus		Penyerapan air rata-rata maks
	(MPa)		(kg/cm ²)		(mm/menit)		%
	Rata-rata	Minimum	Rata-rata	Minimum	Rata-rata	Minimum	
A	40	35	400	350	0,090	0,103	3
B	20	17	200	170	0,130	0,149	6
C	15	12,5	150	125	0,160	0,184	8
D	10	8,5	100	85	0,219	0,251	10

Klasifikasi mutu paving block terdiri atas mutu A (untuk aplikasi jalan), mutu B (untuk peralatan/area parkir), mutu C (untuk jalur pejalan kaki), dan mutu D (untuk taman atau penggunaan non-struktural lainnya). Beberapa penelitian berikut menunjukkan bahwa penggunaan serbuk cangkang kerang sebagai bahan campuran dapat meningkatkan kualitas *paving block*. Komposisi terbaik dari campuran serbuk cangkang kerang dan prosedur pembuatan *paving block* dirangkum dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2.
Ringkasan temuan penelitian dan taahap pembuatan paving block.

Komposisi dan Referensi	Hasil uji		
	Kuat tekan	Ketahanan aus	Serap air
Semen: Pasir : Serbuk kerang (1 : 1,2 : 1,8)	Rata-rata	Rata-rata	Rata-rata
	455,02	0,41981	
Komposisi perbandingan bahan dapat disesuaikan dengan rasio diatas.	kg/cm ²	(dimana	7,273 %
Proses pembuatan paving block dilakukan melalui tahapan berikut:	(Mutu A)	standar	(Mutu C)
a) Pasir (1,2 kg) dan serbuk kerang (1,8 kg) dicampur terlebih dahulu hingga merata.		keausan	
b) Semen (1 kg) kemudian ditambahkan ke dalam campuran, diikuti dengan penambahan air sebanyak 400 ml untuk mencapai Faktor Air-Semen (FAS) 0,4.		untuk	
c) Campuran diaduk hingga homogen.		agregat	
d) Melakukan pencetakan paving block		maksimum	
e) Paving block yang telah dicetak disimpan di ruangan tertutup selama 24 jam untuk proses pengerasan awal.		40% atau	
f) Selanjutnya, paving block direndam dalam air (proses <i>curing</i>) selama 28 hari untuk meningkatkan pengerasan dan kekuatan produk. Proses <i>curing</i> dimaksudkan untuk memaksimalkan proses hidrasi semen.		0,4)	
g) Setelah proses curing, paving block dikeringkan selama 28 hari dengan cara diangin-anginkan di ruang terbuka, tidak terkena			

Komposisi dan Referensi	Hasil uji		
	Kuat tekan	Ketahanan aus	Serap air
<p>sinar matahari langsung untuk mencegah retak akibat penguapan air yang terlalu cepat.</p> <p>h) Paving blok siap digunakan.</p> <p>Kekuatan maksimum <i>paving block</i> umumnya tercapai setelah periode pengerasan 28 hari. Hal ini dikarenakan reaksi hidrasi semen yang merupakan proses utama dalam pembentukan struktur beton, mencapai tingkat optimal/kejenuhannya pada usia tersebut. (Dey 2006)</p>			
<p>Serbuk kulit kerang : Sekam padi : Semen : Pasir : Air 75 gram : 25 gram : 500 gram : 1500 gram:120 ml Tahap pembuatan paving block:</p> <p>a) Campurkan seluruh bahan (pasir, semen, arang sekam padi, dan serbuk cangkang kerang), dan tambahkan air 120 ml secara bertahap.</p> <p>b) Masukkan campuran yang telah homogen ke dalam cetakan paving block. Gunakan alat pemadat paving block untuk memadatkan campuran di dalam cetakan.</p> <p>c) Setelah dipadatkan, balik cetakan dan biarkan selama 3 menit sebelum dibuka. Langkah ini penting untuk mencegah kerusakan struktural akibat pengembangan arang sekam padi dan abu cangkang kerang yang dapat membuat paving block menjadi rapuh.</p> <p>d) Letakkan paving block yang telah dicetak di bawah sinar matahari tidak langsung selama 3-5 hari untuk proses pengeringan awal. Hindari paparan langsung sinar matahari untuk mencegah keretakan.</p> <p>(Ma'ruf et al. 2024)</p>	17 Mpa mutu B	-	7,69 % mutu B
<p>Serbuk kulit kerang : Batu pecah : Semen : Pasir 0,375 kg : 2,125 kg : 1 kg : 3 kg</p> <p>Tahap pembuatan paving block:</p> <p>a) Semua bahan (serbuk kerang, batu pecah, pasir, dan semen) dicampur secara merata. Air sebanyak 500 ml (FAS 0,5) ditambahkan hingga membentuk adonan yang homogen.</p> <p>b) Paving block dicetak menggunakan cetakan yang sesuai, kemudian diangin-anginkan selama 24 jam.</p> <p>c) Produk yang telah mengeras kemudian direndam dalam air selama 28 hari, dan dikeluarkan untuk selanjutnya dilakukan proses pengeringan.</p> <p>(Rakhmawati and Amin 2010)</p>	202,31 kg/cm ²		5,47 %
<p>Serbuk kulit kerang : Semen : Pasir 0,63 kg : 8,37 kg : 27 kg</p> <p>(Ulfiyati, Pratiwi, and Wahyuningsih 2019)</p>	481,259 kg/cm ² menggunakan Compressi on Testing Machine	-	-
<p>Variasi terbaik yang ditemukan dalam penelitian ini adalah 5%, dengan komposisi sebagai berikut: Serbuk kerang : Semen : Pasir : Kerikil (23,3 kg : 442,7 kg : 970,2 kg : 793,8 kg), yang setara dengan rasio 1</p>	20,98 Mpa (mutu Beton normal)		

Komposisi dan Referensi	Hasil uji		
	Kuat tekan	Ketahanan aus	Serap air
kg : 19 kg : 42 kg : 34 kg.			
Tahap pembuatan paving block:			
a) Campurkan bahan-bahan yang telah ditakar sesuai komposisi. Tambahkan air 8360 ml untuk mencapai <i>FAS</i> sebesar 0,44 , kemudian aduk campuran tersebut hingga homogen.			
b) Tuangkan campuran beton yang telah homogen ke dalam cetakan paving block.			
c) Setelah pencetakan, paving block dilakukan perawatan (<i>curing</i>) selama 28 hari. Proses perawatan dapat dilakukan dengan salah satu dari metode berikut:			
<ul style="list-style-type: none"> • Membasahi permukaan paving block secara berkala agar tidak terjadi penguapan air secara cepat. • Merendam paving block dalam air. • Menutupi paving block dengan karung basah untuk menjaga kelembapan. 			
(Liemawan, Tavio, and Raka 2015)			
Serbuk plastik : Serbuk kerang : Semen : Pasir	12,8 Mpa (beton mutu C)	-	1,94%
Komposisi adukan paving block dirancang dengan perbandingan 1 : 4 , yang melibatkan langkah-langkah sebagai berikut:			
1) Campuran serbuk botol plastik dengan pasir dalam proporsi 10% : 90%. Campuran ini selanjutnya disebut sebagai <i>adukan pasir</i> .			
2) Campuran serbuk kerang dengan semen dalam proporsi 10% : 90%. Campuran ini selanjutnya disebut sebagai <i>adukan semen</i> .			
3) Gabungkan <i>adukan semen</i> dan <i>adukan pasir</i> dalam rasio 1 : 4 untuk membentuk komposisi akhir paving block.			
(Handayasari, Artiani, and Putri 2018)			
Semen : (Pasir + Serbuk kulit kerang) 1:4	Rata-rata 336,36 kg/cm ² (Mutu B)	-	Rata-rata 3,53 %
Untuk menghasilkan 6 paving blok ukuran P x L x T (20 cm x 10 cm x 6 cm), komposisi bahan yang digunakan adalah Semen (2,99 kg), Pasir (8,37 kg), Serbuk kulit kerang (3,59 kg).			
Tahap pembuatan paving block:			
a) Campurkan bahan-bahan yang telah ditakar, yaitu semen, pasir, dan serbuk kerang. Tambahkan air sebanyak 1196 ml , setara nilai (<i>FAS</i>) 0,4 dan diaduk kembali hingga homogen.			
b) Setelah selesai dicetak, pindahkan paving block ke area yang terpapar sinar matahari untuk proses pengeringan hingga benar-benar mengeras. Selama proses ini, lakukan perawatan berupa penyiraman air secara rutin (minimal dua kali sehari) selama 28 hari , guna memastikan proses hidrasi sempurna.			
(Hidayat 2020)			

Faktor air-semen (*FAS*) adalah perbandingan antara berat air terhadap berat semen yang menentukan sifat serta karakteristik beton. Semen dapat mengikat air sebanyak 40% dari beratnya. Proses hidrasi terjadi pada saat partikel semen bereaksi dengan air, menghasilkan senyawa hidrat yang memberikan beton sifat pengikatan, pengerasan, dan kekuatan (Dey 2006). Pada beton normal, air yang diperlukan untuk hidrasi semen sekitar 40% dari berat semen, atau setara dengan 0,4 kali berat semen. Banyaknya air ini cukup untuk membentuk saluran-saluran

hidrasi dalam struktur beton. Kelebihan air yang tidak digunakan dalam proses hidrasi akan tersisa dalam bentuk pori-pori kapiler, yang saling berhubungan dan mengurangi kekuatan beton. Beton dengan FAS tinggi (kadar air berlebih) akan memiliki pori-pori yang lebih banyak, sehingga berdampak negatif pada kekuatan tekan dan masa pakainya. Sebaliknya, FAS yang rendah menunjukkan kadar air yang sedikit, sehingga jarak antar butiran semen menjadi lebih pendek. Ini meningkatkan kekompakan massa semen, yang pada gilirannya menghasilkan kekuatan awal beton yang lebih baik serta kepadatan yang lebih tinggi pada batuan (Dey 2006). Pengendalian FAS menjadi salah satu parameter penting dalam desain beton untuk mencapai kekuatan dan durabilitas yang optimal.

SIMPULAN

Pengabdian kepada masyarakat di Desa Margasari telah meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai potensi pemanfaatan teknologi tepat guna dalam mendukung sektor ekonomi lokal. Penyediaan layout teknologi yang dirancang memungkinkan masyarakat untuk secara mandiri mengadopsi dan mengaplikasikan teknologi tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Dampak positif dari program ini terlihat pada respon baik peserta selama mengikuti kegiatan, aktif dalam komunikasi yang mencerminkan adanya relevansi kegiatan pengabdian dengan kebutuhan masyarakat disana. Adapun rekomendasi untuk kegiatan berikutnya yang masih diharapkan masyarakat yaitu pendampingan intensif agar pemahaman teknologi dan juga keterampilan setiap masyarakat semakin baik. Disamping itu, kegiatan evaluasi yang mencakup perawatan teknologi ini belum dapat dilakukan. Dengan demikian, upaya yang telah dilakukan saat ini diharapkan dapat meningkatkan keberlanjutan dan dampak program pada pemberdayaan masyarakat Desa Margasari.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 1996. *SNI 03-0691-1996*.
- Barooah, Manas Jyoti, Laxmi Narayan Sethi, And Abhijit Borah. 2020. "Solar Tunnel Drying System: A Literature Review." *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri* 9(3):252–62. Doi: 10.21776/Ub.Industria.2020.009.03.9.
- Dey, Yuliana Elivin Bunga. 2006. "Studi Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Agregat Dalam Pembuatan Paving Block." Institut Teknologi Nasional Malang.
- Handayasari, Indah, Gita Puspa Artiani, And Desi Putri. 2018. "Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Kemasan Air Mineral Dan Limbah Kulit Kerang Hijau Sebagai Campuran Paving Block." *Jurnal Konstruksia* 9(2):25–30.
- Hidayat, Arfan. 2020. "Pengaruh Penambahan Limbah Cangkang Kerang Sebagai Campuran Terhadap Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Pada Paving Block." Universitas Islam Riau.
- Liemawan, Ae, Taviero, And I. Gusti Putu Raka. 2015. "Pemanfaatan Limbah Kerang Hijau (Perna Viridis L.) Sebagai Bahan Campuran Kadar Optimum Agregat Halus Pada Beton Mix Design Dengan Metode Substitusi." *Jurnal Teknik Its* 4(1):128–33.
- Ma'ruf, Nazula Azzam, Oto Prasadi, And Rosita Dwityaningsih. 2024. "Pemanfaatan Sekam Padi (Oryza Sativa) Dan Cangkang Kerang Totok (Geloina Sp.) Sebagai Bahan Campuran Paving Block." *Media Ilmiah Teknik Lingkungan* 9(1):16–22. Doi: 10.33084/Mitl.V9i1.5878.

Nurhuda, Muhammad. 2018. *Mendulang Energi Gratis Dengan Teknologi Tepat Guna*. Ub Press.

Patil, Rajendra, And Rupesh Gawande. 2016. "A Review On Solar Tunnel Greenhouse Drying System." *Renewable And Sustainable Energy Reviews* 56:196–214. Doi: 10.1016/J.Rser.2015.11.057.

Rakhmawati, Anis, And Muhammad Amin. 2010. "Kulit Kerang Sebagai Bahan Substitusi Agregat Kasar Untuk Paving Block Sesuai Sii 0819-83." *Jurnal Penelitian Inovasi* 34:175–89.

Senadeera, Wijitha, And I. Kalugalage. 2004. "Performance Evaluation Of An Affordable Solar Dryer For Drying Crops." Pp. 1–7 In *Proceedings Of Biennial Conference Of The Society Of Engineers In Agriculture. Dubbo, Australia*. Australia: The Society For Engineering In Agriculture.

Tsani, Machya Kartika, Rommy Qurniati, Heryandi Heryandi, And Duryat Duryat. 2022. "Increasing Promotion Of Mangrove Ecotourism During The Covid-19 Pandemic Through Online Media Training." *Community Empowerment* 7(1):110–18. Doi: 10.31603/Ce.5933.

Ulfiyati, Yuni, Tiara Indah Eka Pratiwi, And Yuli Wahyuningsih. 2019. "Kajian Teknis Dan Ekonomis Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Pada Produksi Paving Block Ramah Lingkungan." *Seminar Nasional Infrastruktur Berkelanjutan 2019 Era Revolusi Industri 4.0 Teknik Sipil Dan Perencanaan* (2015):1–6.

Yayuk Anisah. 2018. "Praktik Jual Beli Salam Pada Perdagangan Ikan Asin Perspektif Ekonomi Islam." Institut Agama Islam Negeri (Iain) Metro.