Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Gedung BPPT II Lantai 19, Jl. MH. Thamrin No. 8 Jakarta Pusat
https://simlitabmas.ristekdikti.go.id/

PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN
Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN AKHIR PENELITIAN MULTI TAHUN

ID Proposal: c651b90a-6a0e-48ac-970f-9435ef9b6cfc
laporan akhir Penelitian: tahun ke-1 dari 2 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

Inovasi distilator refrigerasi tenaga surya tipe coil-in-tube meningkatkan produktivitas dan konsistensi kualitas produksi mesin penyulingan produk pertanian

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Pangan	-	Teknologi berkelanjutan dengan sumber energi baru dan terbarukan	Teknik Mesin (dan Ilmu Permesinan Lain)

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Desentralisasi			SBK Riset Terapan	6	2

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama (Peran)	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
IDA AYU ELISTYAWATI - Anggota	Politeknik Negeri Bali	Perhotelan K. Mataram	Membantu ketua peneliti dalam membangun komunikasi dengan mitra industri dan pengguna teknologi,	6197421	0

Pengusul			menyiapkan dan menggali data sekunder, menyusun jadwal, membuat rencana penelitian, membuat kajian ekonomis untuk studi kelayakan, menyusun logbook kegiatan, menyusun rencana penggunaan anggaran dan laporan keuangan		
I NYOMAN SUAMIR - Ketua Pengusul	Politeknik Negeri Bali	Teknologi Rekayasa Utilitas	Merencanakan pelaksanaan kegiatan penelitian, mengkoordinir kegiatan penelitian, merancang optimasi prototipe mesin penyulingan berkelanjutan dengan distilator tenaga surya, merencanakan proses produksi, melakukan kajian experimental tingkat lab dan lingkungan sebenarnya, pembuatan studi kelayakan, artikel publikasi, usulan hak cipta dan paten, seminar dan pelaporan	5979082	6
MADE ERY ARSANA - Anggota Pengusul	Politeknik Negeri Bali	Teknologi Rekayasa Utilitas	Membantu ketua peneliti dalam membuat prototype mesin penyulingan berkelanjutan dengan distilator refrigerasi tenaga surya yang dioptimasi, membuat instalasi sistem instrumentasi dan kendali cerdas, membantu pengujian, mengolah data dan analisa, kajian dampak lingkungan dan penyusunan studi kelayakan penerapan mesin dalam memajukan UMKM	5986841	3

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
Mitra Calon Pengguna	Ida Bagus P.N. Mahadiyasa, SE

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun	Jenis	*Status target capaian (accepted,*	*Keterangan (url dan nama jurnal,*

Luaran	Luaran	*published, terdaftar atau granted, atau status lainnya)*	*penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)*

Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	*Status target capaian (accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya)*	*Keterangan (url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)*

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat

Total RAB 2 Tahun Rp. 0

Tahun 1 Total Rp. 0

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total

Tahun 2 Total Rp. 0

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total

Tahun 3 Total Rp. 0

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total

6. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN

Penyulingan merupakan proses pemisahan minyak atau alkohol dari bahan bakunya dengan bantuan penguapan atau uap air dan selanjutnya dikondensasikan. Secara umum mesin penyulingan produk pertanian menerapkan metode kondensasi dengan pendinginan udara atau air. Hal ini membuat mesin penyulingan kurang praktis karena ukurannya menjadi besar, dan kurang efektif dalam proses kondensasi sehingga besar kemungkinan uap distilasi belum sempat terkondensasi di distilator. Di samping itu mesin penyulingan yang ada masih menggunakan listrik PLN untuk menggerakkan pompa atau kipas angin. Listrik PLN masih berkontribusi tinggi terhadap pencemaran lingkungan setara emisi 0,84 kgCO_2 per kWh atau belum green. Menggunakan mesin penyulingan dengan teknologi saat ini, untuk aplikasi penyulingan alkohol atau minuman beralkohol, konsistensi kualitas produk sangat sulit dicapai. Diperlukan keterampilan khusus serta pengalaman yang cukup untuk mendapatkan konsistensi kualitas produk. Kalau untuk penyulingan minyak atsiri tidak terlalu kritikal, karena setelah penyulingan masih ada proses pemisahan antar minyak dan air. Berdasarkan pertimbangan lokasi penelitian di daerah Bali dan mitra UMKM memiliki bidang usaha produksi Arak Bali serta juga mempertimbangkan UMKM yang bergerak di bidang minyak atsiri di Bali sangat sedikit dan cendrung menghentikan usahanya. Oleh karena itu mesin penyulingan yang diangkat pada penelitian ini lebih difokuskan untuk mesin penyulingan alkohol atau

lebih spesifik mesin penyulingan Arak Bali sesuai bidang usaha mitra calon pengguna. Lebih lanjut, mesin penyulingan ini berbasis teknologi tepat guna (TTG) dan sangat sejalan dengan Rencana Induk Penelitian (RIP) Politeknik Negeri Bali.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan inovasi teknologi berkelanjutan pada aplikasi mesin penyulingan produk pertanian secara umum atau produk Arak Bali secara khusus, dengan menerapkan distilator refrigerasi tenaga surya tipe coil-on-tube diintegrasikan dengan sistem kendali cerdas. Inovasi ini dapat meningkatkan produktivitas dan konsistensi kualitas produk. Dari aspek lingkungan, dengan menerapkan sumber energi terbarukan maka inovasi ini akan sekaligus dapat menurunkan dampak lingkungannya.

Penelitian dilakukan secara bertahap selama 2 tahun. Kegiatan penelitian tahun ke-1 telah menerapkan metode mencakup survei, simulasi inventor dan EES (engineering equation solver), produksi prototipe, uji experimental di level Laboratorium. Luaran penelitian tahun ke-1 mencakup: sebuah prototipe mesin distilasi tenaga surya dengan kondensor refrigerasi, satu buku panduan operasional mesin distilasi tenaga surya disertai HKI berupa Hak Cipta, satu usulan paten sederhana dengan judul “Kondensor distilasi refrigerasi” dengan status terdaftar, satu artikel pada prosiding internasional terindex - status: dilaksanakan dan sebuah buku studi kelayakan. Pada tahun pertama ini pencapaian TKT penelitian yang diawali dengan sudah tersedianya prototipe mesin distilasi dengan distilator refrigerasi dan juga sudah ada prototipe sistem tenaga surya yang keduanya sudah dilakukan pengujian pada tingkat laboratorium dengan level TKT 3 sampai 4.

B. KATA KUNCI

Mesin_penyulingan; distilator_refrigerasi; tenaga_surya; produktivitas; konsistensi_kualitas_produk

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan seringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. **HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN:** Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Secara keseluruhan dalam dua tahun penelitian ini ditujukan untuk mengembangkan inovasi teknologi berkelanjutan pada aplikasi mesin penyulingan produk pertanian secara umum atau produk Arak Bali secara khusus, dengan menerapkan distilator refrigerasi tenaga surya diintegrasikan dengan sistem kendali cerdas. Inovasi ini dapat meningkatkan produktivitas dan konsistensi kualitas produk. Dari aspek lingkungan, dengan menerapkan sumber energi terbarukan maka inovasi ini akan sekaligus dapat menurunkan dampak lingkungannya.

Pada pelaksanaan kegiatan penelitian tahun ke-1 ini dengan menerapkan metode yang mencakup survei, simulasi inventor dan EES (engineering equation solver), pabrikasi prototipe dan uji experimental di level Laboratorium dapat dicapai pelaksanaan kegiatan yang mencakup:

1. Pengumpulan data sekunder dari mitra oleh 2 orang mahasiswa tentang teknologi yang telah diterapkan dalam memproduksi arak Bali;
2. Pembuatan desain rangka dan desain mesin distilasi tenaga surya;
3. Pembuatan desain distillator refrigerasi coil-on-tube HX;
4. Pembuatan desain sistem refrigerasi;
5. Pembuatan desain sistem kelistrikan dan solar power;
6. Pembuatan kerangka mesin penyulingan;
7. Pembuatan tangki reaktor distilasi tempat pemanasan dari stainless steel;
8. Pembuatan distilator refrigerasi lengkap dengan isolasi;
9. Pembuatan sistem kontrol kelistrikan (kendali cerdas) yang mencakup: distillator controller, reaktor distilasi controller, solenoid valve dan sensor temperatur serta panel kontrol;
10. Pembuatan sistem penyalaan dan pembakaran reaktor distilasi mencakup: tabung gas, selang fleksibel, regulator, solenod valve, pilot penyalaan, dan kompor gas tekanan rendah;
11. Pembuatan sistem suplai listrik tenaga surya lengkap dengan panel surya, SCC, Inverter, Battery, dan panel kontrol kapasitas 1000 W;
12. Perkitan prototipe mesin penyulingan produk pertanian, lebih khususnya mesin distilasi Arak Bali
    Dalam proses desain dan pembuatan prototipe mesin penyulingan diperlukan pengadaan bahan-bahan yang diperlukan dalam pembuatan prototipe mesin distilasi (penyulingan) termasuk sistem refrigerasi dan sistem tenaga suryanya; juga konsumsi pembuatan komponen dan perakitan prototipe serta rapat koordinasi tim peneliti dan mahasiswa; sewa mesin potong, dan mesin las; sewa tempat penyimpanan peralatan, perakitan, dan pengujian; transport tim peneliti dan mahasiswa kunjungan ke mitra;
13. Melakukan pengujian komisioning prototipe di tingkat laboratorium;
14. Melakukan pengolahan, analisis dan penyajian data baik data sekunder maupun data primer hasil pengujian komisioning;
15. Mempersiapkan paper untuk seminar internasional;
16. Mempersiapkan laporan studi kelayakan;
17. Mempersiapkan HKI Hak Cipta untuk Buku Spesifikasi dan Karakteristik operasional mesin penyulingan/distilisai tenaga surya;
18. Mempersiapkan Laporan Kemajuan.
19. Mempersiap draft usulan paten sederhana dan mengusulkan permohonan ke DJKI
20. Mempersiapkan laporan akhir

Adapun capaian dari masing-masin kegiatan dapat dirinci sebagai berikut:

1. Pengumpulan data sekunder dari Mitra

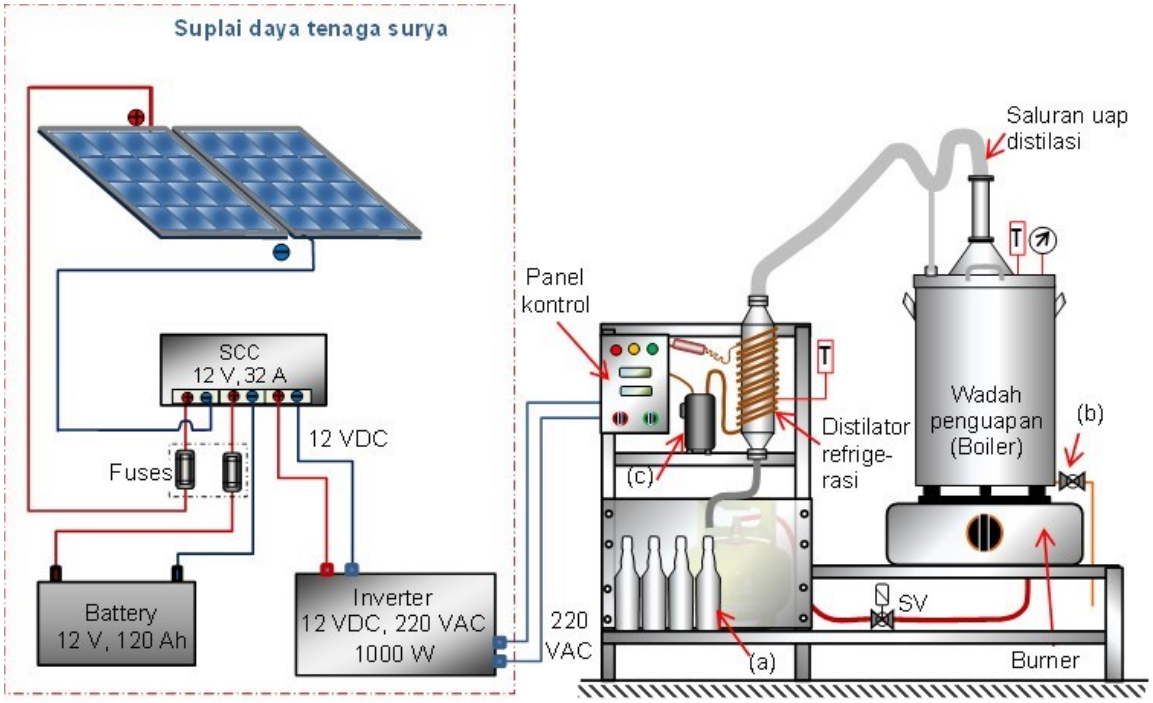
Pengumpulan data sekunder dari mitra dilakukan oleh dua orang nahasiswa dan satu tim peneliti dengan berkungjung langsung ke Mitra (UKM Bali Arakata) di Kabupaten Karang Asem. Data yang dikumpulkan mencakup proses produksi, kapasitas produksi dan jenis teknologi yang diterapkan. Diperoleh bahwa mesin penyulingan untuk aplikasi memproduksi Arak Bali, mitra masih menggunakan peralatan penyulingan tradisional sehingga belum diketahui dengan jelas kadar alkohol (etanol) yang ada dalam arak yang diproduksi dan konsistensi kualitas arak sangat sulit dipertahankan dan sangat sesuai dengan referensi [1,2]. Proses pengolahan

yang sederhana tersebut rentan terhadap timbulnya masalah kesehatan, terutama ada kandungan methanol apabila diminum akan dapat menimbulkan efek beracun pada tubuh manusia. Penyalahgunaan arak sebagai minuman beralkohol sudah dipublikasi oleh dinas terkait seperti dilaporkan pada [3,4]. Namun dalam batas-batas tertentu minuman beralkohol di berbagai negara diizinkan atau halal untuk dikonsumsi [5]. Hasil kunjungan juga menemukan bahwa mitra juga telah menerapkan teknologi tepat guna (TTG) yang dapat membantu meningkatkan proses produksi dan konsistensi kualitas produk petani Arak Bali yang diproduksi sesuai dengan yang dilaporkan pada referensi [6] seperti yang disajikan pada Gambar 1. Mesin penyulingan ini menerapkan metode kondensasi dengan pendinginan air. Hal ini membuat mesin penyulingan kurang praktis karena ukurannya menjadi besar, disamping itu mesin cepat panas dan hanya bisa dimanfaatkan dalam periode produksi yang pendek.

Gambar 1. Mesin atau Peralatan penyulingan digunakan oleh petani Arak Bali

2. Pembuatan desain rangka dan desain mesin distilasi tenaga surya;

Berdasarkan hasil diskusi dengan mitra dan adanya tuntutan konsistensi kualitas produk maka dikembangkan sebuah konsep desain teknologi tepat guna dengan menggabungkan keunggulan teknologi refrigerasi yang hemat energi (*energy effcient refrigeration technology*) menggunakan R-134a dan teknologi energi terbarukan (*renewable energy technology*) yaitu tenaga surya. Teknologi yang diterapkan juga dilengkapi dengan sistem kontrol yang mampu mengendalikan variabel kontrol secara otomatis. Desain dari TTG yang dikembangkan diilustrasikan pada Gambar 2.



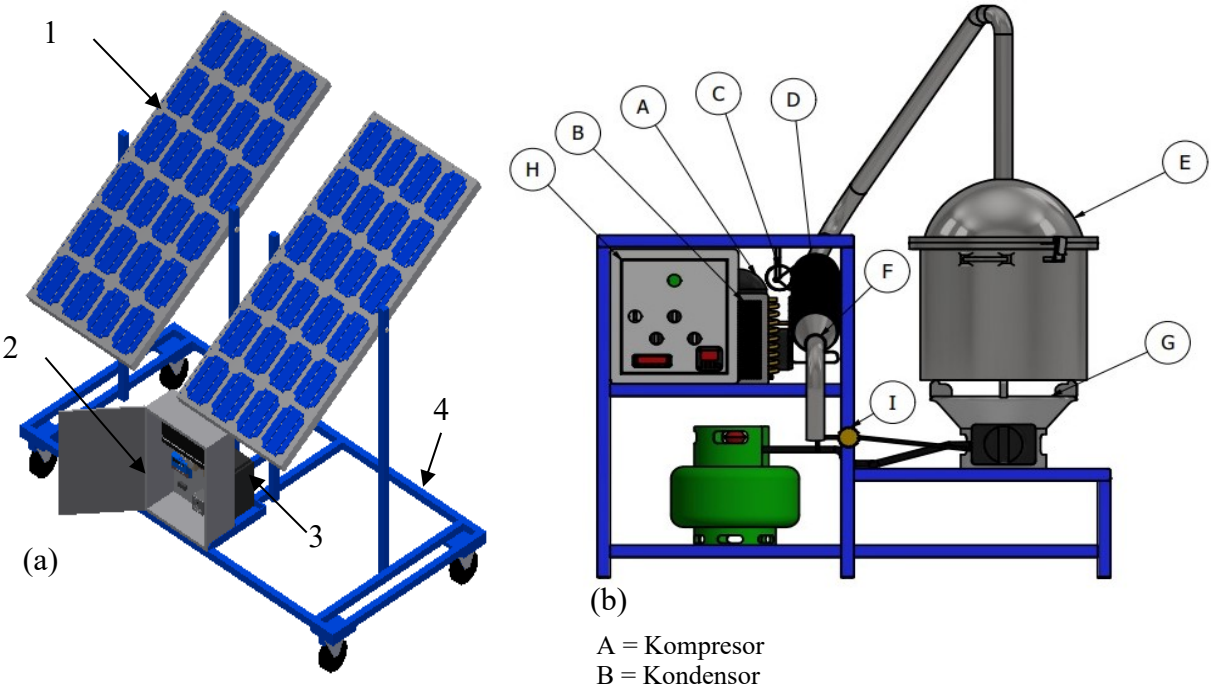
Distilator refrigerasi merupakan tempat pengembunan yang didinginkan oleh evaporator dari sistem refrigerasi; (a) botol penampung hasil produksi; (b) saluran buang limbah penyulingan; (c) kompresor.

Gambar 2. Desain dari teknologi mesin penyulingan tenaga surya yang dikembangkan pada penelitian ini

Pengembangan tiga variabel kontrol dalam TTG mesin penyulingan mencakup: temperatur penguapan di dalam reaktor distilasi, temperatur pengembunan di dalam distilator refrigerasi dan waktu atau lamanya proses penyulingan dalam sekali pengisian bahan baku fermentasi pada reaktor distilasi. Temperatur penguapan di dalam reaktor distilasi akan dikontrol pada rentang penguapan etanol minimum sekitar 78,4 ℃. Kemudian baru diikuti dengan mengontrol temperatur distilator refrigerasi untuk memulai proses kondensasi arak Bali. Apabila kondensasi dilakukan lebih awal ada kemungkinan akan diperoleh methanol di dalam Arak Bali dan hal ini tidak bagus untuk kesehatan tubuh manusia karena turunan metaboliknya beracun. Pengaturan variabel kontrol dalam penelitian ini juga dibuat profilnya sampai ditemukan karakteristik proses produksi yang sesuai untuk mendapatkan kualitas Arak Bali memenuhi kualitas produk industri.

Desain mesin penyulingan juga dilengkapi dengan sistem kontrol otomatis yang terdiri atas dua kontroler yaitu satu buah untuk mengontrol temperatur penguapan pada reaktor distilasi dan yang satu lagi digunakan untuk mengontrol temperatur dari distilator. Kedua sistem kontrol ini dapat memberikan fleksibilitas pada mesin untuk menentukan karakteristik operasi mesin penyulingan secara spesifik dalam menghasilkan produk arak Bali dengan karakteristik tertentu sesuai dengan spesifikasi kebutuhan.

Untuk kebutuhan konstruksi kemudian dikembangkan gambar tiga dimensi dari mesin penyulingan tenaga surya yang dibuat terpisah antara unit mesin distilasinya (Gambar 3b) dan pembangkitan listrik tenaga suryanya (Gambar 3a).



Keterangan;
1 = Panel surya 300 Wp
2 = Panel kontrol
3 = Baterai
4 = Rangka dudukan unit pembangkitan listrik tenaga surya

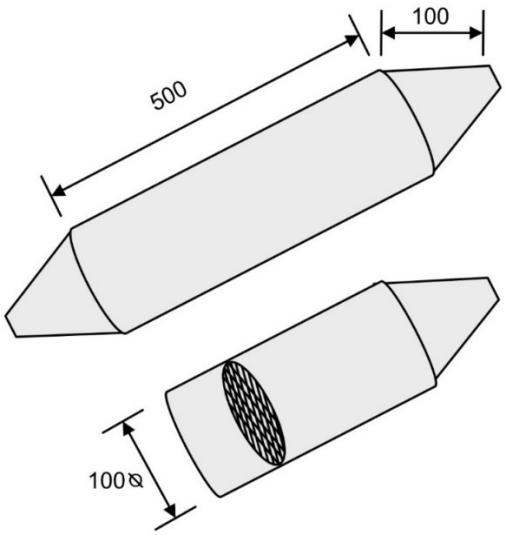
A = Kompresor
B = Kondensor
C = pipa kapiler
D = Evaporator (dipermukaan tabung Distilator)
E = Tabung penampung bahan dasar (tabung reaktor distilasi)
F = Tabung distilator
G = Kompor gas tekanan rendah
H = Panel kontrol
I = Katup solenoid

Gambar 3. (a) Desain unit pembangkitan listrik tenaga surya; (b) Unit mesin penyulingan yang dikembangkan pada penelitian ini

3. Pembuatan desain distilator refrigerasi coil-on-tube HX;

Selanjutnya untuk dapat diproduksi dibuatkan desain distilator refrigerasi yang merupakan tempat terjadinya kondensasi uap arak menjadi Arak Bali. Konsep desain terdiri atas tabung distilator yang terbuat dari pipa stainless steel diameter 100 mm dimana pada kedua bagian ujungnya dibuat mengecil dengan ukuran akhir 32 mm. Satu ujungnya merupakan saluran masuk uap distilasi dan ujung yang lainnya merupakan saluran keluar arak (distilat) yang merupakan hasil kondensasi uap distilasi. Tabung distilator dilengkapi dengan 3 buah sekat pengatur aliran serta untuk memperluas bidang kontak antara dinding distilator dengan uap distilasi yang mengalir di dalamnya.

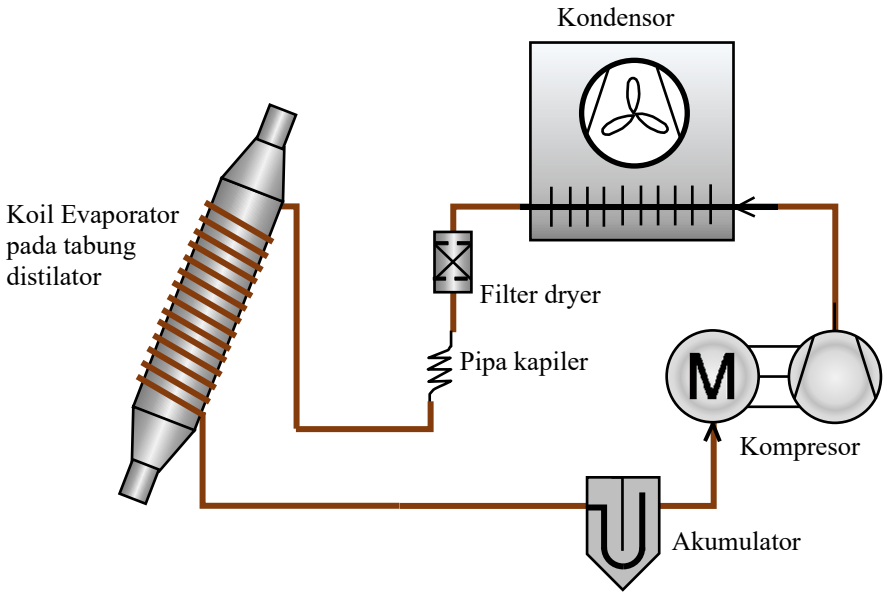
Gambar 5 menyajikan desain tabung distilator lengkap dengan ukurannya. Kemudian dipermukaan tabung distilator dililitkan pipa tembaga ukuran 3/8 inchi yang merupakan koil evaporator dari sistem refrigerasi.



Gambar 4. Desain pipa distilator lengkap dengan ukurannya

4. Pembuatan desain sistem refrigerasi

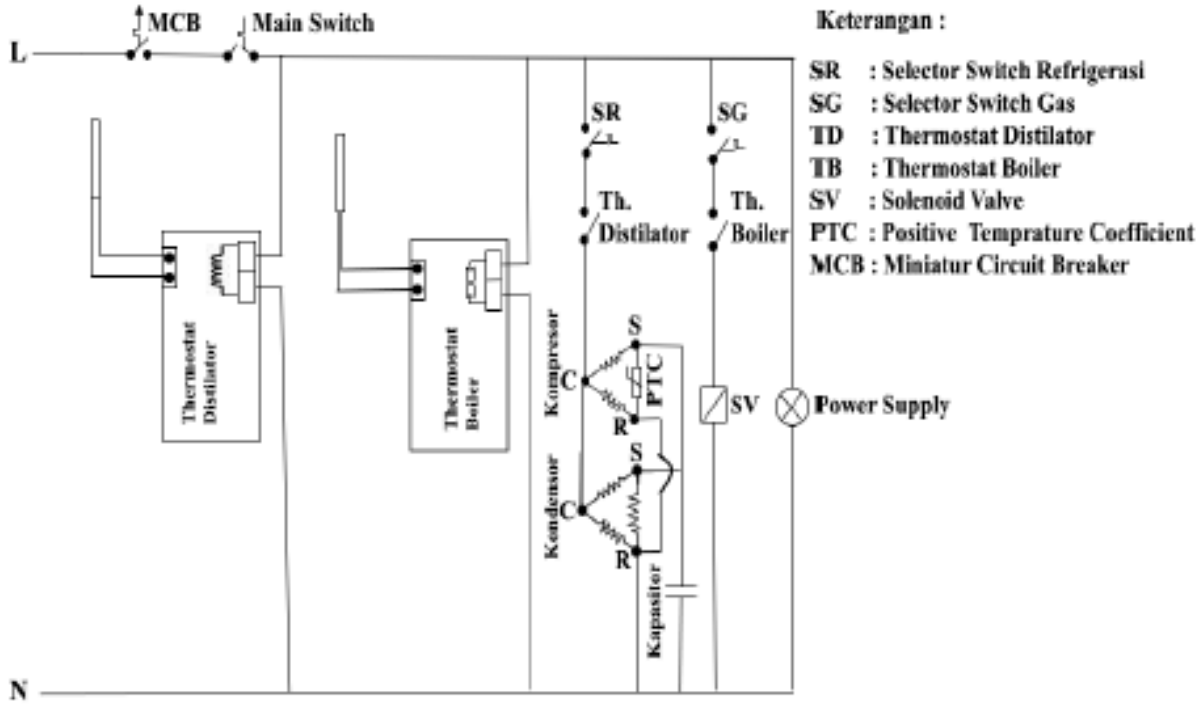
Sistem refrigerasi dari mesin penyulingan merupakan sistem refrigerasi dengan siklus kompresi uap yang terdiri atas empat komponen utama yaitu: kompresor, kondensor, pipa kapiler dan evaporator seperti yang disajikan pada Gambar 5. Istimewanya evaporator dari sistem refrigerasi terintegrasi langsung dengan sistem penguapan dan kondensasi bahan baku yaitu pada distilatornya. Pipa evaporator dililitkan pada tabung distilator. Sehingga distilatornya dapat disebut sebagai distilator refrigerasi. Adapung kompresor yang digunakan adalah kompresor torak hermetik. Sedangkan sistem pembuangan panasnya mengunakan kondensor aliran paksa dengan kipas sehingga pembuangan panasnya lebih efektif.



Gambar 5. Desain sistem refrigerasi dengan kapasitas daya ¼ daya kuda

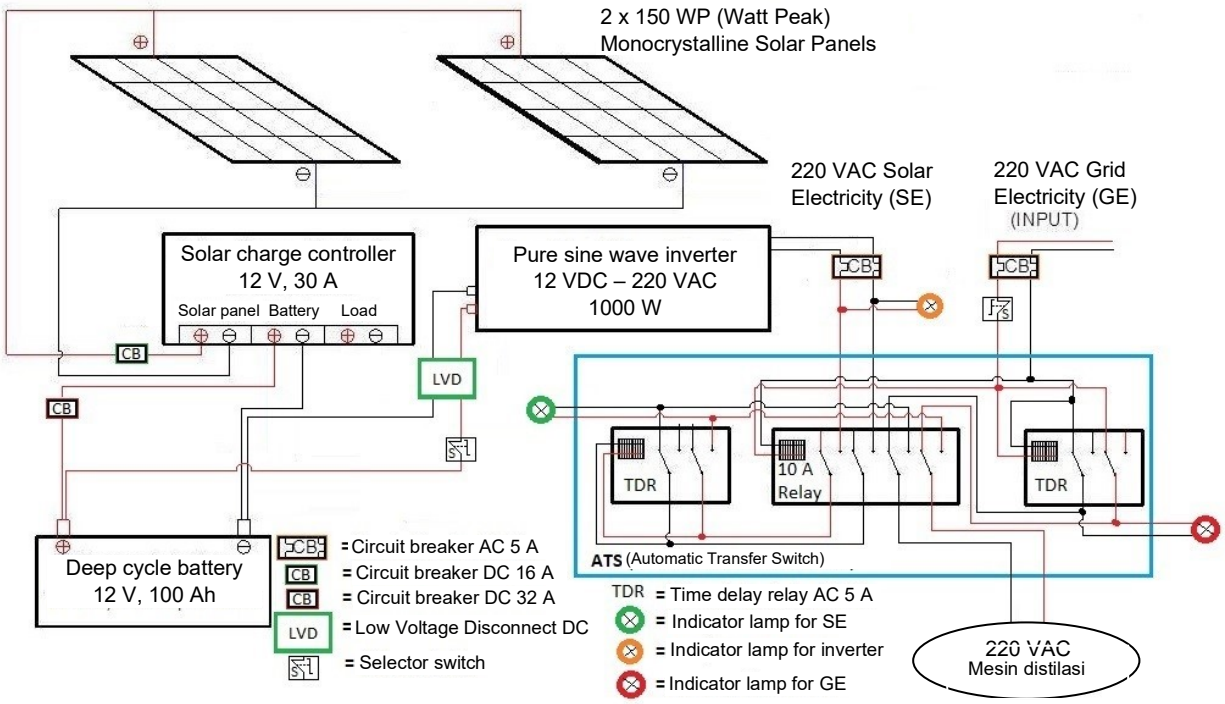
5. Pembuatan desain sistem kelistrikan dan solar power;

Sistem kontrol kelistrikan pada mesin distilasi atau penyulingan melibatkan dua kontrol cerdas yang mencakup distillator controller dan reaktor distilasi controller yang masing-masing berfungsi mengontrol secara cerdas temperatur pendinginan distilator dan temperatur pemanasan pada reaktor distilasi. Disamping pengaturan kedua kontrol dapat menahan kedua temperatur pada posisi setting dengan sangat akurat. Desain dari sistem kontrol kelistrikan unit mesin penyulingan disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Desain dari sistem kontrol kelistrikan unit mesin penyulingan

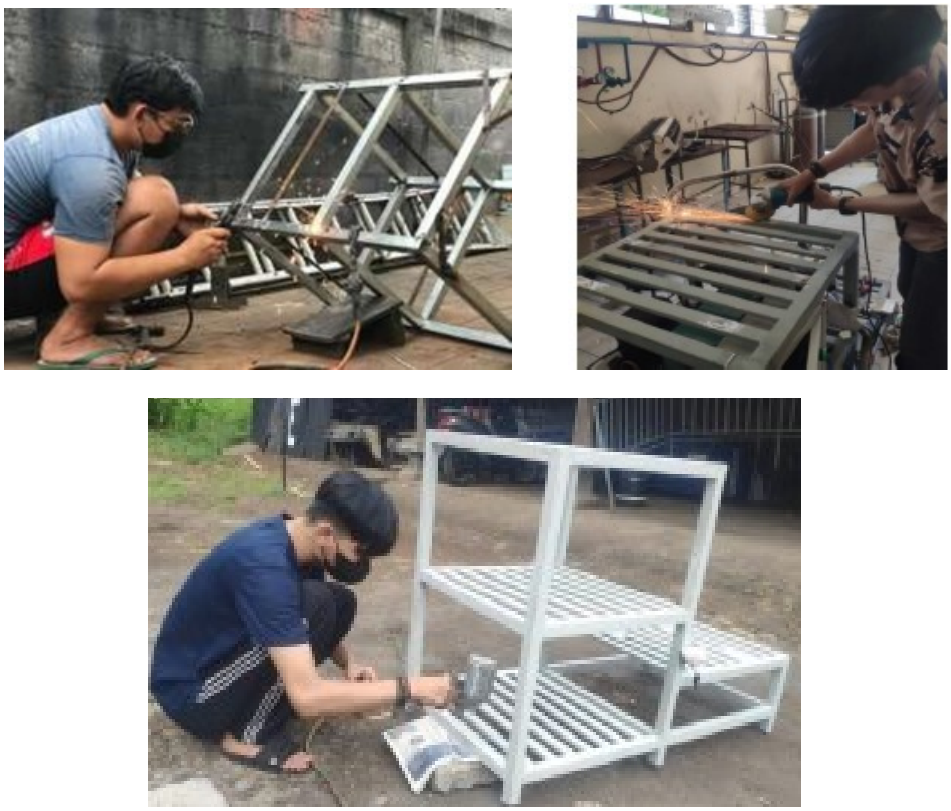
Adapun desain sistem kelistrikan dari sumber pembangkit listrik tenaga surya relatif lebih kompleks karena melibatkan pembangkitan, penyimpanan dan pengkonversian tegangan dari DC 12 V menjadi tegangan AC 220 volt. Adapun detil rangkaian kelistrikan sumber pembangkitan listrik tenaga surya disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Desain dari sistem kelistrikan unit pembangkit listrik tenaga surya

6. Pembuatan kerangka mesin penyulingan dan pembangkit listrik tenaga surya

Pembuatan rangka mesin penyulingan dan pembangkit listrik tenaga surya sepenuhnya dilakukan di dalam kampus Politeknik Negeri Bali dengan melibatkan mahasiswa yang sedang mengerjakan mata kuliah Proyek Akhir pada semester 6 Program D3. Adapun pembuatan kerangka yang dimaksud disajikan pada Gambar 8



Gambar 8. Pembuatan kerangka mesin penyulingan di kampus Politeknik Negeri Bali

7. Pembuatan tangki reaktor distilasi tempat pemanasan dari stainless steel

Proses pembuatan tabung reaktor distilasi dengan bahan stainless steel, berukuran 350 mm yang berdiameter 390 mm dengan ketebalan 1,2 mm dibuat dengan cara di las argon. Tabung reaktor distilasi ini mampu menampung bahan baku tuak atau hasil fermentasi dengan kapasitas 40 liter. Tangki reaktor distilasi dilengkapi dengan tutup dan pengunci serta packing agar uap hasil produksi tidak bocor keluar. Selanjutnya tutp tangki dilengkapi dengan saluran keluar uap arak yang dikondensasi di distilator menjadi cairan arak. Hasil pembuatan tangki reaktor distilasi disajikan pada Gambar 9.

Gambar 9. Tangki reaktor distilasi tempat pemanasan bahan baku berbahan *stainless steel*

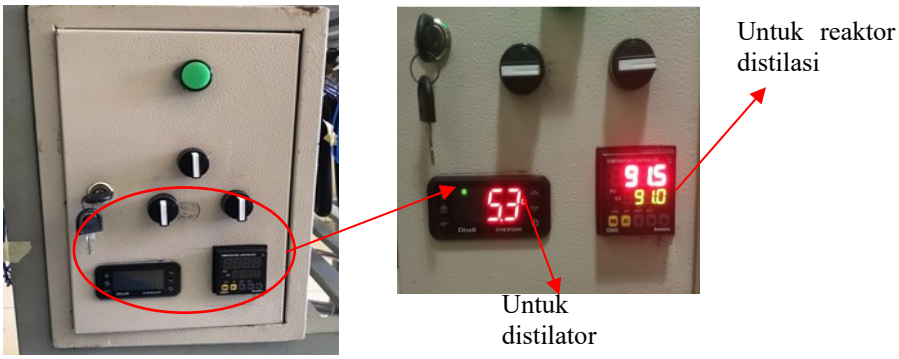
8. Pembuatan distilator refrigerasi lengkap dengan isolasi

Proses pembuatan tabung distilator dengan bahan stainless dengan ukuran 500 mm x diameter 100 mm dilas dengan menggunakan elektroda stainless dengan code A240. Dan ujung tabung destilator dibentuk sedikit menkrucut dengan ukuran 1¼ inchi sesuai dengan desain. Hasil pembuatan distilator refrigerasi disajikan pada Gambar 10.

Gambar 10. Pembuatan distilator refrigerasi sampai lengkap dengan isolasi

9. Pembuatan sistem kontrol kelistrikan (kendali cerdas) yang mencakup: Kontrol distilator, Kontrol reaktor distilasi, solenoid valve dan sensor temperatur serta panel kontrol;

Pembuatan sistem kontrol mencakup pengaturan dan pemeliharaan level temperatur pada dua komponen utama distilator dan reaktor distilasi dari mesin distilasi dilakukan dengan sistem kontrol cerdas yang terletak di panel kontrol listrik. Sistem kendali cerdas (Gambar 11) terdiri dari: (i) Pengontrol temperatur distilator yang berfungsi untuk menjaga dan mengatur temperatur kondensasi uap distilasi di distilator; (ii) Pengatur temperatur reaktor distilasi yang menjaga dan mengatur temperatur penguapan bahan baku menjadi uap.



Gambar 11. Sistem kendali cerdas Distilator dan Boiler

Kontroler untuk distilator bekerja berdasarkan sensor temperatur yang dipasang pada badan distilator. Sensor ini memberikan sinyal level temperatur dari distilator sebagai input. Berdasarkan masukan tersebut, kontroler kemudian memberikan respon berupa sinyal “On atau Off” ke sistem refrigerasi. Jika level temperatur sudah tercapai, maka kompresor sistem refrigerasi dibuat “Off” dan sebaliknya.

Untuk pengontrol boiler, sensor temperatur dibenamkan ke dalam bahan tuak atau nira yang difermentasi. Sensor ini memberikan informasi kepada pengontrol tingkat temperatur proses penguapan yang terjadi di boiler. Kontroller menutup katup suplai bahan bakar ke burner dan mematikan burner (tetapi api pilot tetap menyala) ketika temperatur penguapan di boiler telah mencapai temperatur pengaturan. Berdasarkan kemampuan regulasi yang diberikan oleh kedua pengontrol tersebut, Mesin Distilasi dapat melakukan kontrol cerdas dalam menjaga konsistensi kondisi operasional yang mempengaruhi kualitas produk. Dengan menggunakan intelligent control, mesin tersebut mampu memberikan berbagai varian kualitas dari Arrack Bali. Kontroler juga dapat memastikan bahwa temperatur penguapan dalam boiler adalah 78,4 °C atau lebih. Oleh karena itu, hanya etanol yang diproduksi.

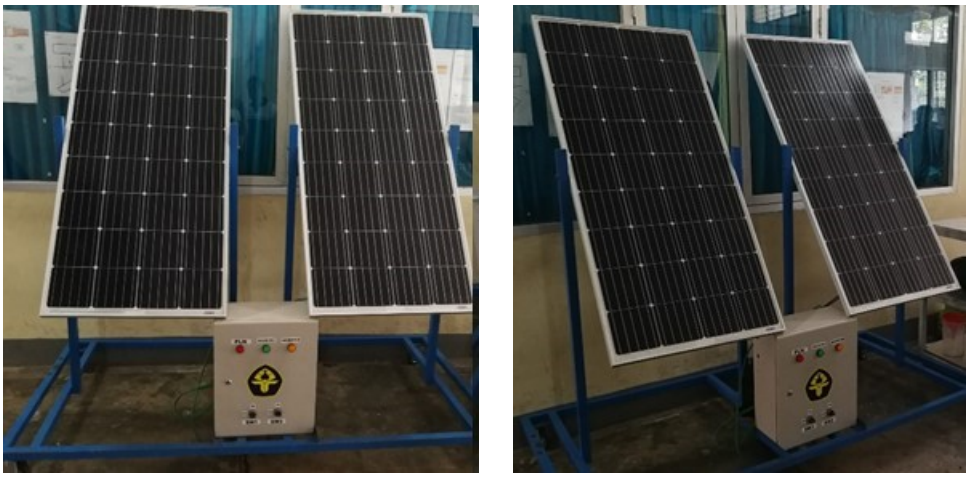
10. Pembuatan sistem penyalaan dan pembakaran reaktor distilasi mencakup: tabung gas, selang fleksibel, regulator, solenod valve, pilot penyalaan, dan kompor gas tekanan rendah

Hasil pembuatan sistem penyalaan dan pembakaran dari reaktor distilasi yang terdiri dari beberapa komponen meliputi tabung gas LPG, selang fleksibel, regulator gas LPG, pitlot penyalaan dan kompor gas tekanan rendah disajikan pada Gambar 12.

Gambar 12. Sistem penyalaan dan pembakaran reaktor distilasi mencakup: tabung gas, selang fleksibel, regulator, solenod valve, pilot penyalaan, dan kompor gas tekanan rendah

11. Pembuatan sistem suplai listrik tenaga surya lengkap dengan panel surya, SCC, Inverter, Battery, dan panel kontrol kapasitas 1000 W

Hasil pembuatan sistem sistem suplai listrik tenaga surya lengkap dengan panel surya, SCC, Inverter, Battery, dan panel kontrol kapasitas 620 W disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. Sistem suplai listrik tenaga surya lengkap dengan panel surya, SCC, Inverter, Battery, dan panel kontrol kapasitas 1000 W

Adapun rangkaian sistem kelistrikan dari sumber pembangkit listrik tenaga surya relatif cukup kompleks karena melibatkan pembangkitan, penyimpanan dan pengkonversian tegangan dari DC 12 V menjadi tegangan AC 220 volt. Adapun detil rangkaian kelistrikan sumber pembangkitan listrik tenaga surya disajikan pada Gambar 2.4. Sistem pembangkit tenaga surya yang diterapkan terdiri dari lima bagian utama: i) panel PV surya; ii) pengontrol muatan surya; iii) unit penyimpanan energi (baterai 100 Ah); iv) inverter gelombang sinus murni 12 VDC-220 VAC 1000 W; dan v) sakelar transfer otomatis (ATS). Sistem refrigerasi pada mesin distilasi adalah unit refrigerasi mandiri yang hemat energi dan ramah lingkungan yang diisi dengan R-134A dengan input daya sekitar 180 W dan 220 VAC. Kebutuhan energi sistem PV-Mesin distilasi refrigerasi disediakan oleh dua panel fotovoltaik 12VDC 150 Wp yang dihubungkan secara paralel. Panel fotovoltaik yang digunakan adalah jenis monokristalin karena efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis polikristalin. Spesifikasi panel surya disajikan pada Tabel 1.

Table 1. Spesifikasi Panel Surya Monokristalin 150 WP yang digunakan

Parameters	**Nilai**	**Parameters**	**Nilai**
Daya maksimum P_{max} (Wp)	150	Ukuran (mm)	1476 x 671 x 30
Tegangan P_{max} (V)	18	Berat (kg)	10.2
Arus P_{max} (A)	8.33	Ukuran cell (mm)	156 x 156
Tegangan sirkuit terbuka (V)	21.6	Jumlah cell	36
Arus short circuit (A)	9.17	Tipe cell	Mono-crystalline silicon

Unit pengontrol muatan surya mengatur output DC dari panel PV, dan memasok energi matahari ke unit baterai. Unit kontrol mencegah baterai dari pengisian berlebih dan pengosongan penuh. Sistem baterai terdiri dari baterai tipe kering 100 Ah - 12 VDC tunggal. Inverter gelombang sinus murni mengubah tegangan daya 12 V yang disuplai dari sistem baterai menjadi 220 VAC yang dikirim ke sistem refrigerasi dari mesin distilasi melalui unit ATS. Unit inverter memiliki kapasitas 1000 W. Kapasitas ini diperlukan untuk mengakomodasi fluktuasi permintaan daya dari mesin distilasi terutama selama "start" dalam mode siklus "on-off". Unit ATS disediakan dalam sistem pembangkit daya PV untuk memungkinkan sistem menggunakan daya baik yang dipasok dari sistem pembangkit tenaga surya atau dari PLN. Ini memberikan fleksibilitas tinggi pada mesin distilasi tenaga surya. Dalam sistem refrigerasi mesin distilasi tenaga surya, pemilihan dan pemasangan yang tepat dari komponen berukuran tepat secara langsung mempengaruhi fleksibilitas sistem, keandalan, masa pakai, dan biaya awal. Dengan menggunakan lebih banyak baterai dan meningkatkan jumlah susunan panel PV dapat memperpanjang masa pakai dan keandalan sistem PV yang dirancang untuk penggunaan tertentu. Ini akan, bagaimanapun, meningkatkan biaya awal dari sistem pembangkit listrik tenaga surya. Jumlah panel dalam susunan sistem pembangkitan tenaga surya dan ukuran kapasitas penyimpanan baterai bervariasi tergantung pada lokasi dimana mesin distilasi digunakan.

12. Perakitan prototipe mesin penyulingan produk pertanian, lebih khususnya mesin distilasi Arak Bali
Selanjutnya hasil pembuatan komponen-komponen dirakit menjadi satu kesatuan mesin penyulingan tenaga surya seperti yang disajikan pada Gambar 14.

Gambar 14. Protoipe mesin penyulingan tenaga surya hasil perakitan

13. Melakukan pengujian komisioning prototipe di tingkat laboratorium

Pengujian komisioning dilakukan secara terpisah terlebih dahulu untuk memeriksa fungsi unit mesin destilasi dan unit pembangkitan daya listrik tenaga surya secara mandiri. Selanjutnya akan dilakukan uji mesin yang terintegrasi. Proses uji komisioning disajikan pada Gambar 15.

Gambar 15. Pengujian komisioning di tingkat Laboratorium

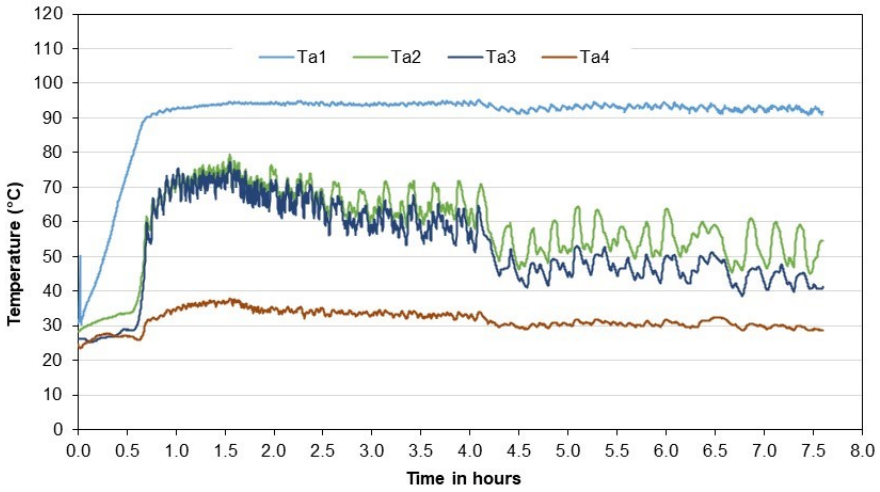
14. Melakukan pengolahan, analisis dan penyajian data baik data sekunder maupun data primer hasil pengujian komisioning

Dari hasil pengolahan data dan analisis dapat diproleh bahwa mesin dapat bekerja dengan andal dengan beberapa karakteristik produksi. Gambar 16 menunjukkan salah satu karakterisasi produksi Arak Bali menggunakan mesin distilasi. Gambar tersebut menunjukkan karakteristik operasional dari 7 jam produksi terus menerus. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa mesin dapat mempertahankan temperatur boiler dan distilator secara stabil dimana bahan baku diuapkan dan dikondensasikan.

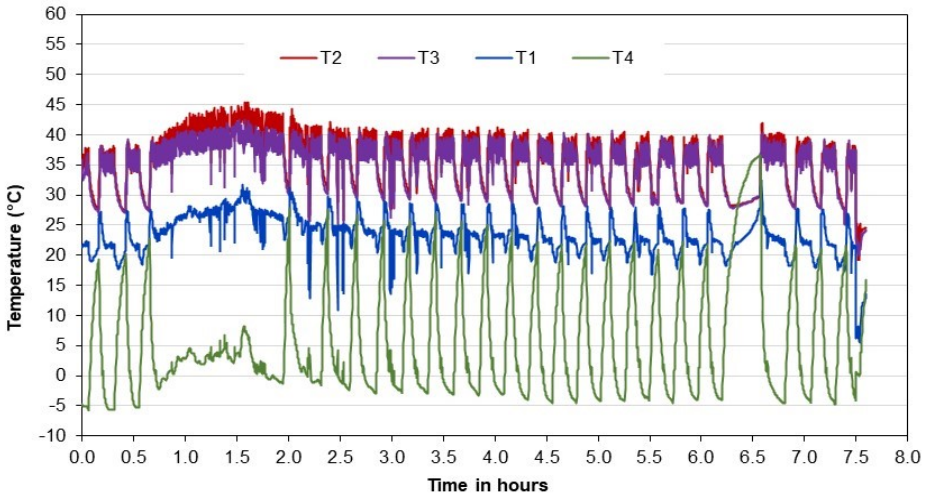
Temperatur kondensasi pada distilator diperkirakan dengan menggunakan temperatur pada inlet (Ta3) dan outlet (Ta4) dari distilator dengan rata-rata berkisar antara 25 sampai 50 °C. Penurunan temperatur terjadi di sepanjang pipa penghubung dari boiler ke distilator sekitar 20-30 K. Penurunan temperatur ini tidak hanya disebabkan oleh kehilangan panas di sepanjang pipa penghubung tetapi juga karena panas yang diserap oleh evaporator dari sistem refrigerasi di distilator. Temperatur nira yang difermentasi pada gambar mengacu pada temperatur awal bahan baku di tangki boiler.

Temperatur refrigerasi yang digunakan untuk menggerakkan distilator refrigerasi ditunjukkan pada Gambar 17. Terlihat jelas bahwa sistem refrigerasi yang terdiri dari 1/4 Pk condensing unit dapat mempertahankan temperatur

dengan siklus On dan Off yang teratur. Ini berarti sistem refrigerasi dapat mencapai set point 5 °C selama masa produksi. Variasi temperatur yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 juga menunjukkan distilator refrigerasi dapat diandalkan untuk mengkondensasikan uap arak selama proses produksi (di mana T1 = temperatur refrigeran masuk kompresor atau keluar distilator, T2 = temperatur saat keluar kompresor, T3 = temperatur keluar kompresor kondensor dan T4 = temperatur refrigeran yang masuk ke evaporator atau distilator.



Gambar 16. Karakterisasi temperatur produksi arak Bali: di boiler (Ta1), pada pipa penghubung (Ta2), masuk ke distilator (Ta3) dan keluar dari distilator (Ta4) atau ke botol penyimpanan



Gambar 17. Karakterisasi temperatur pendinginan dari distilator refrigerasi

Dengan demikian, mesin distilasi dapat bekerja dengan andal dengan beberapa karakteristik produksi. Mesin juga mampu secara konsisten memproduksi beberapa varian Arak Bali yang dapat dikelompokkan menjadi empat grade: Grade-Super, Grade-1, Grade-2 dan Grade-3 dengan kadar alkohol di atas 40%, 30%, 20%, 10% masing-masing. Varian ini dihasilkan dari karakteristik produksi pada temperatur boiler 87-95 °C, temperatur penyuling dari -5 hingga 30 °C dan waktu produksi yang sesuai masing-masing 0-1, 1-2, 2-3, dan 3-6 jam seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Dalam penelitian ini, pengelompokan dan grading produk arak Bali dikembangkan untuk mengakomodasi pengelompokan yang dilakukan oleh petani arak.

Dari segi performa energi dan produktivitas, hasil pengujian menunjukkan mesin distilasi mampu menghasilkan Arack Bali Grade-Super (G-S) sekitar 340 mL per jam dengan konsumsi energi per liter Arak Bali Grade-Super sekitar 3,01 kWh. Lebih detail intensitas penggunaan energi dan produktivitas mesin dengan varian produk Arak Bali lainnya dapat dilihat pada Tabel 2. Intensitas penggunaan energi meningkat ketika kadar alkohol menurun. Artinya, untuk memproduksi Arak Bali dengan kadar rendah akan membutuhkan lebih banyak energi. Hal ini

disebabkan oleh semakin banyak kandungan air yang harus diuapkan dan dikondensasikan dimana air memiliki suhu dan energi penguapan atau pengembunan yang lebih tinggi dibandingkan alkohol. Penggunaan energi dan produktivitas mesin destilasi tenaga surya tidak dapat dibandingkan dengan mesin tradisional yang digunakan oleh petani karena belum ada publikasi yang menyajikan penggunaan energi dan produktivitas mesin distilasi tradisional. Penggunaan energi mungkin sulit diukur karena penggunaan biomassa dengan kompor tradisional sebagai boiler-nya. Dengan menggunakan mesin distilasi ini dengan distilator refrigerasi, produksi dapat diulang dengan karakteristik operasional yang sama dan dengan kualitas produk yang konsisten.

Tabel 2. Karakteristik produksi Arak Bali

Parameter produksi	Arak Bali Product Grade			
	G-S	G-1	G-2	G-3
Boiler temperature (°C)	87-95	87-95	87-95	87-95
Distilator temperature (°C)	-5 to 27	-5 to 27	-5 to 27	-5 to 27
Time of production (hours)*	0 -1	1-2	2-3	3-6
Volume (L)	0.34	0.31	0.30	0.90
Alcohol content (%)	42	34	29	15
Productivity (mL/hour)	340	310	300	300
Energy use intensity (kWh/L)	3.01	3.31	3.42	3.42

Kandungan alcohol masing-masing grade: Grade Super (G-S) >40%-50%; Grade-1 (G-1) >30%-40%; Grade-2 (G-2) >20%-30% and Grade-3 (G-3) >10%-20%; *Time of production including time required for initial process of distillation about 20-30 minutes.

15. Mempersiapkan paper untuk seminar internasional

Sebuah paper yang siap dipresentasikan untuk the 4th Borobudur International Symposium 2022 sudah selesai dibuat dan sudah mendapatkan acceptance letter. Adapun judul paper adalah “Potential Use of Refrigerated Distiller in Improving Quality Consistency and Productivity of Balinese Distilled Drink”.

BIS 2022
The 4th Borobudur International Symposium
Online Virtual Conference, 21 December 2022
Website: https://bis.unimma.ac.id/2022
Email: bis@unimma.ac.id

Date: 14 December 2022

Letter of Acceptance for Abstract

Dear Authors: I Nyoman Suamir(1), Made Ery Arsana(1), Ida Ayu Elistyawati(2)

We are pleased to inform you that your abstract (ABS-13, Oral Presentation), entitled:

"Potential Use of Refrigerated Distiller in Improving Quality Consistency and Productivity of Balinese Distilled Drink"

has been reviewed and accepted to be presented at BIS 2022 conference to be held on 21 December 2022 in Magelang, Indonesia.

Please submit your full paper and make the payment for registration fee before the deadlines, visit our website for more information.

Thank You.

Best regards,

Prof. Dr. Muji Setiyo, S.T.,M.T.
BIS 2022 Chairperson

Konfrenzi.com - Conference Management System

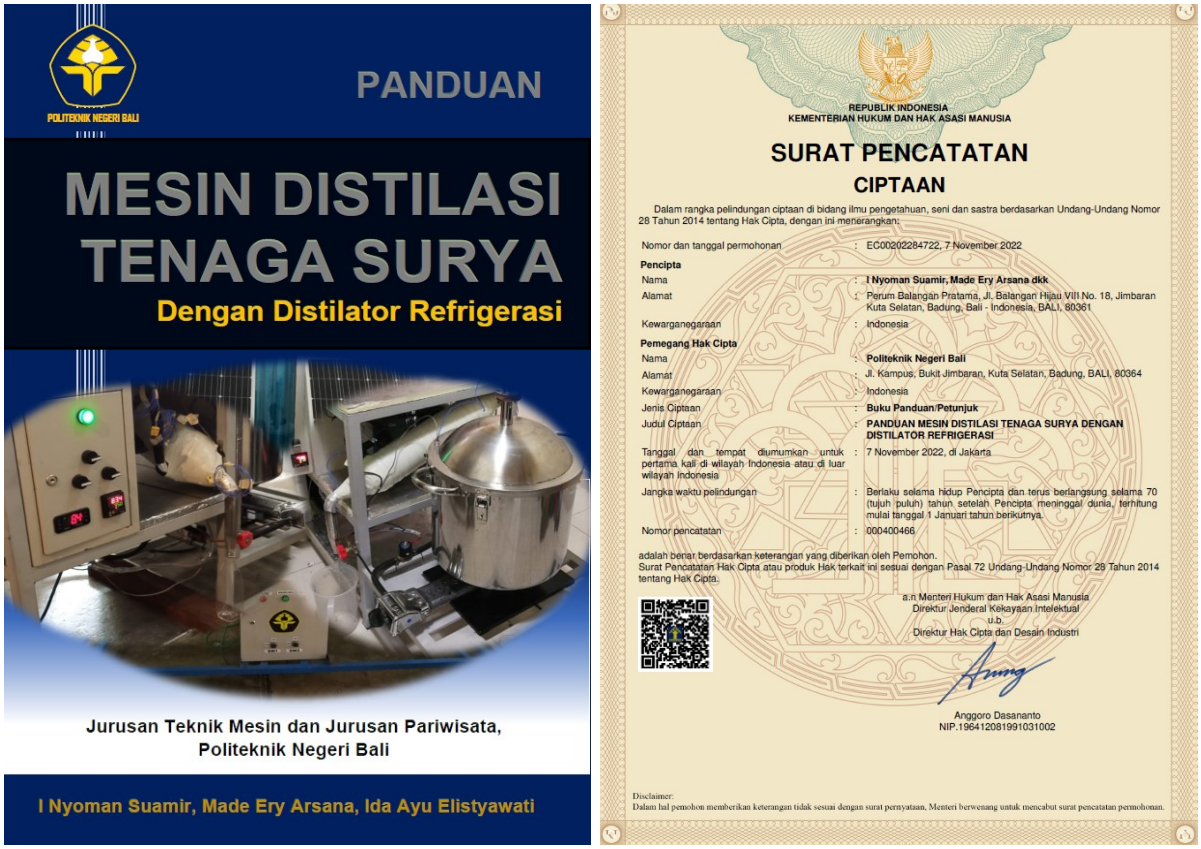
Gambar 18. Tanda penerimaan paper yang dipublish di 4th BIS 2022

16. Mempersiapkan laporan studi kelayakan

Laporan studi kelayakan tentang mesin distilasi tenaga surya dengan distilator refrigerasi telah selesai disusun menurut format yang diberikan dan juga sudah dilaporkan.

17. Mempersiapkan HKI Hak Cipta untuk Buku Panduan Spesifikasi dan Karakteristik operasional mesin penyulingan/distilisai

Sebuah buku panduan juga telah selesai disusun melengkapi prototipe yang sudah dibuat dan diuji. Judul buku panduan adalah "PANDUAN MESIN DISTILASI TENAGA SURYA DENGAN DISTILATOR REFRIGERASI". Buku panduan juga sudah dusulkan untuk mendapatkan perlindungan hak cipta dan sudah diberikan. Adapun halaman judul buku panduan dan sertifikat Hak Cipta disajikan pada Gambar 19.



Gambar 19. Buku panduan mesin distilasi dan sertifikat Hak Cipta

18. Mempersiapkan Laporan Kemajuan.

Laporan kemajuan penelitian ini untuk tahun 1 telah selesai disusun menurut format yang diberikan dan juga sudah dilaporkan.

19. Mempersiap draft usulan paten sederhana dan mengusulkan permohonan ke DJKI

Sebuah usulan paten sederhana sudah disusun dan sudah diajukan permohonan ke DJKI untuk mendapatkan perlindungan paten sederhana. Judul paten sederhana yang diusulkan: " Kondensor Distilasi Refrigerasi". Dan sudah mendapatkan nomor permohonan dari DJKI yaitu: S00202214734.

Bidang Teknik Invensi dapat dijelaskan: Invensi berkaitan dengan kondensor distilasi refrigerasi, lebih khusus lagi, invensi ini berhubungan dengan penerapan sistem refrigerasi kompresi uap untuk pendinginan langsung kondensor sistem distilasi sederhana dengan cara menyerap panas uap distilasi yang mengalir dari reaktor distilasi dan dikondensasikan pada temperatur yang relatif rendah. Dengan ringkasan invensi:

Ringkasan Invensi: Tujuan dari invensi berkaitan dengan suatu kondensor distilasi refrigerasi dengan konsep penerapan sistem refrigerasi kompresi uap untuk pendinginan secara langsung kondensor distilasi dengan cara menyerap panas uap distilasi yang mengalir dari reaktor dan dikondensasikan pada temperatur yang relatif rendah dari 5 °C sampai dengan 27 °C.

Kondensor distilasi refrigerasi terdiri dari tiga bagian mencakup: kondensor distilasi (100), sistem refrigerasi kompresi uap dan sistem kendali cerdas. Kondensor distilasi refrigerasi dapat menjalankan fungsinya untuk mengubah uap distilasi dari reaktor distilasi menjadi distilat yang berwujud cair karena mendapatkan dingin akibat efek refrigerasi dari sistem refrigerasi kompresi uap. Untuk menyempurnakan terjadinya perpindahan panas dari uap distilasi ke sistem refrigerasi, tabung kondensor distilasi (108) dilengkapi dengan isolasi (109) dengan tahanan termal yang cukup tinggi sehingga dapat meminimalkan rugi-rugi energi pada saat mengembunkan uap distilasi menjadi distilat.

Proses pendinginan langsung uap distilasi yang mengalir dari reaktor distilasi pada kondensor distilasi melibatkan siklus refrigerasi kompresi uap yang terjadi pada sistem refrigerasi dengan empat proses utama yaitu: penyerapan panas pada evaporator (105), kompresi atau menaikkan tekanan refrigeran oleh kompresor (101), pembuangan panas ke lingkungan yang terjadi pada kondensor refrigerasi (102) dan ekspansi refrigeran pada pipa kapiler atau alat ekspansi (104). Evaporator sistem refrigerasi (105) terintegrasi dengan tabung kondensor distilasi (108) sehingga pendinginan secara langsung dapat terjadi dengan baik. Dengan demikian temperatur tabung kondensor distilasi (108) relatif bersesuaian dengan temperatur evaporator (105). Pengaturan temperatur tabung kondensor distilasi dapat dilakukan melalui kontrol digital berbasis PLC (120) sebagai bagian dari sistem kendali cerdas dari kondensor distiliasi refrigerasi.

Bukti pendaftaran paten disajikan pada Gambar 20.

FORMULIR PERMOHONAN PENDAFTARAN PATEN SEDERHANA INDONESIA
APPLICATION FORM OF PATENT REGISTRATION OF INDONESIA

Data Permohonan (*Application*)

Nomor Permohonan *Number of Application*	: S00202214734	Tanggal Penerimaan *Date of Submission*	: 14 Desember 2022
Jenis Permohonan *Type Of Application*	: Paten Sederhana	Jumlah Klaim *Total Claim*	: 1
		Jumlah Halaman *Total Page*	: 12
Judul *Title*	: Kondensor Distilasi Refrigerasi		
Abstrak *Abstract*	: Invensi ini berkaitan dengan kondensor distilasi refrigerasi, lebih khusus lagi, invensi ini berhubungan dengan penerapan sistem refrigerasi kompresi uap untuk pendinginan langsung kondensor sistem distilasi sederhana dengan cara menyerap panas uap distilasi yang mengalir dari reaktor distilasi dan dikondensasikan pada temperatur yang relatif rendah. Kondensor distilasi refrigerasi terdiri dari tiga bagian: kondensor distilasi, sistem refrigerasi kompresi uap dan sistem kendali cerdas. Proses pendinginan langsung uap distilasi yang mengalir dari reaktor distilasi pada kondensor distilasi melibatkan siklus refrigerasi kompresi uap yang terjadi pada sistem refrigerasi dengan empat proses utama yaitu: penyerapan panas pada evaporator, kompresi oleh kompresor, pembuangan panas ke lingkungan yang terjadi pada kondensor refrigerasi dan ekspansi refrigeran pada pipa kapiler. Evaporator sistem refrigerasi terintegrasi dengan tabung kondensor distilasi sehingga pendinginan secara langsung dapat terjadi dengan baik. Dengan demikian temperatur tabung kondensor distilasi relatif bersesuaian dengan temperatur evaporator. Untuk menyempurnakan terjadinya perpindahan panas dari uap distilasi ke sistem refrigerasi, tabung kondensor distilasi dilengkapi dengan isolasi dengan konduktifitas termal yang rendah (lebih kecil dari 0,04 W/mK), sehingga dapat meminimalkan rugi-rugi energi pada saat mengembunkan uap distilasi menjadi distilat. Pengaturan temperatur kondensor distilasi dapat dilakukan melalui kontrol berbasis PLC sebagai bagian dari sistem kendali cerdas dari kondensor distiliasi refrigerasi.		

Permohonan PCT (PCT *Application*)

Nomor PCT *PCT Number*	:	Nomor Publikasi *Publication Number*	:
Tanggal PCT *PCT Date*	:	Tanggal Publikasi *Publication Date*	:

Pemohon (*Applicant*)

Nama ***(Name)***	**Alamat** **(Address)**	**Surel/Telp** ***(Email/Phone)***
Politeknik Negeri Bali	Kampus Politeknik Negeri Bali, Bukit Jimbaran, Badung, Bali,ID	poltek@pnb.ac.id

Penemu (*Inventor*)

Nama ***(Name)***	**Warganegara** **(Nationality)**	**Alamat** **(Address)**	**Surel/Telp** ***(Email/Phone)***
I Nyoman Suamir	Indonesia	Perum Balangan Pratama, Jl. Balangan Hijau VIII no. 18, Jimbaran,ID	081237594781 nyomansuamir@pnb.ac.id
Made Ery Arsana	Indonesia	Jl. Gn. Indrakila IID/1, Denpasar, Br/Link. Bhuana,ID	081338636816 eryarsana@pnb.ac.id
Ida Ayu Elistyawati	Indonesia	Jl. Gemitir, Gg. Taman, Br/Link. Tangguntiti ,ID	08123866200 ayuelistyawati@pnb.ac.id

Gambar 20. Bukti pendaftaran paten sederhana dengan nomor permohonan: S00202214734

D. **STATUS LUARAN**: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta mengunggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui BIMA.

Luaran penelitian yang sudah dicapai secara lengkap adalah:

1. Sudah selesainya **prototipe mesin distilasi tenaga surya** lengkap dengan uji komisioningnya. Pengujian komisioning untuk sistem yang terintegrasi masih perlu dilakukan pada level laboratorium untuk mendapatkan hasil yang optimum;
2. **Buku panduan** telah selesai disusun melengkapi prototipe yang sudah dibuat dan diuji. Judul buku panduan: "PANDUAN MESIN DISTILASI TENAGA SURYA DENGAN DISTILATOR REFRIGERASI". Buku panduan juga sudah dusulkan untuk **mendapatkan perlindungan hak cipta** dan sudah diberikan;
3. **Paten sederhana**: dengan judul Kondensor Distilasi Refrigerasi, sudah terdaftar dengan nomor permohonan: **S00202214734;**
4. Satu artikel pada prosiding internasional terindex yang akan dipresentasikan pada Borobudur international Symposium pada bulan Desember 2022: Accepted.

……

E**. PERAN MITRA:** Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUPT). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui BIMA.

Membantu ketua peneliti dalam mempermudah komunikasi dengan mitra, membantu kelancaran kontribusi penelitian, membantu dalam penyusunan kebutuhan utama mitra dan membantu dalam penyusunan studi kelayakan mesin penyulingan yang diusulkan dalam penelitian ini. Dalam uji komisioning, mitra memberikan suplai bahan baku tuak fermentasi dan bahan nenas fermentasi sesuai dengan kebutuhan pengujian di laboratorium.

……

F. **KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN**: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Kendala yang dialami adalah dalam pembuatan prototipe yang mana beberapa kompenen harus dibuat di luar kampus. Sehingga pengaturan waktu penyelesaian menjadi relatif terhambat.

……

G. **RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA:** Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Rencana tahapan selanjutnya, kegiatan penelitian akan dilanjutkan dengan melakukan pengujian secara lengkap terhadap prototipe yang sudah selesai dibuat mencakup pengujian yang terintegrasi dengan sistem suplai listrik tenaga surya. Pengujian akan diselesaikan dulu pada level laboratorium. Dari hasil ini dilakukan analisis untuk menemukan kelemahan-kelemahan dari prototipe dan untuk segera melakukan langkah penyempurnaan prototipe. Selanjutnya akan dilakukan pengujian ditempat mitra sesuai dengan kondisi operasional di tempat mitra. Hasil pengujian kembali dilakuka pengolahan dan kajian dan dibandingkan dengan hasil pengujian laboratoriuam. Hasil kajian akan digunakan untuk melakukan penyesuaian akhir dari mesin yang diproduksi.

Dilanjutkan dengan menyusun dokumen uji dan penyesuaian buku pedoman operasional mesin penyulingan, menyempurnakan studi kelayakan berdasarkan hasil pengujian di tempat mitra, penyusunan paten sederhana ke 2 dengan judul: “Mesin distilasi refrigerasi tenaga surya” dan melakukan publikasi pada jurnal internasional.……

H. **DAFTAR PUSTAKA:** Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan akhir yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. Widya Astuti, N.P., Suaniti, N.M., dan Mustika, I.G., 2018. Validasi metode dalam penentuan kadar etanol pada arak dengan menggunakan kromatografi gas detektor ionisasi nyala. Jurnal Kimia 11(2): 128-133.
2. Suaniti, N.M., Astiti Asih, I.A.R., Widya, Astuti, N.P. 2012. Deteksi Etanol setelah Konsumsi Arak dalam Urin dengan Gas Chromatography. Jurnal Kimia 6 (2): 112-115.
3. Depkes RI. (2014). Bahaya Minuman Beralkohol Bagi Kesehatan. Available from: www.depkes.go.id, 15 Agustus 2017.
4. Dinas Kesehatan Provinsi Bali. 2014. Laporan Kejadian Keracunan Minum Arak, Bali: Dinas Kesehatan Provinsi Bali.
5. Anis Najiha, A. dan Wan Nadiah, W.A. 2014. Alkohol (Arak dan Etanol) dalam Makanan Halal. Jurnal Intelek 9(1): 40-51.
6. Rhismawati, N.L. 2020. Gubernur Bali terbitkan pergub soal tata kelola arak Bali. https://bali.antaranews.com/berita/179051/gubernur-bali-terbitkan-pergub-soal-tata-kelola-arak-bali……
……