

**Bidang Unggulan: Energi dan Sumber Daya**

**Kode>Nama Rumpun Ilmu: 431/Teknik Mesin**

**LAPORAN AKHIR  
PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI**



**RANCANGBANGUN SISTEM PENDINGINAN  
IKAN TERMOELEKTRIK BERBASIS  
SISTEM ELEKTROKIMIA SEL VOLTA**

**TIM PENGUSUL**

**Dr. Ir. Zuryati Djafar, MT (Ketua)  
NIDN. 0001036802**

**Dr. Ing. Ir. Wahyu H. Piarah, MSME (Anggota 1)  
NIDN. 0002036004**

**Dr. Djabal Nur Basri, S.Si, M.Si (Anggota 2)  
NIDN. 0001036802**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN  
NOVEMBER 2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Rancangbangun Sistem Pendinginan Ikan Termoelektrik berbasis Sistem Elektrokimia Sel Volta

**Peneliti/Pelaksana**

Nama Lengkap : Dr Ir ZURYATI DJAFAR, M.T  
Perguruan Tinggi : Universitas Hasanuddin  
NIDN : 0001036802  
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala  
Program Studi : Teknik Mesin  
Nomor HP : 081280477465  
Alamat surel (e-mail) : zuryatidjafar@unhas.ac.id

**Anggota (1)**

Nama Lengkap : Dr.Ing. WAHYU HARYADI PIARAH MS.,ME.  
NIDN : 0002036004  
Perguruan Tinggi : Universitas Hasanuddin

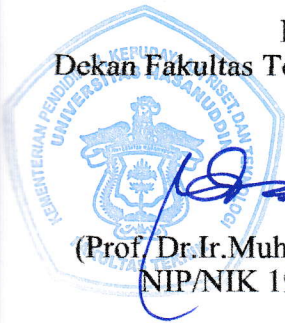
**Anggota (2)**

Nama Lengkap : Dr. DJABAL NUR BASIR S.Si, M.Si  
NIDN : 0019037403  
Perguruan Tinggi : Universitas Hasanuddin

**Institusi Mitra (jika ada)**

Nama Institusi Mitra : -  
Alamat : -  
Penanggung Jawab : -  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 109,340,000  
Biaya Keseluruhan : Rp 261,872,500

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

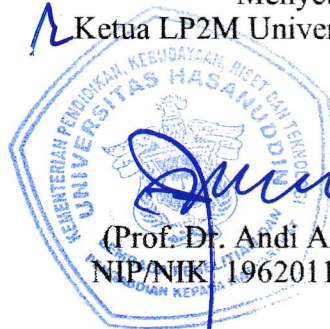


(Prof/Dr.Ir.Muhammad Arsyad Thaha,MT )  
NIP/NIK 19601231 198609 1 001

Makassar, 20 - 11 - 2021  
Ketua,

(Dr Ir ZURYATI DJAFAR, M.T)  
NIP/NIK 19680301 199702 2 001

Menyetujui,  
Ketua LP2M Universitas Hasanuddin



(Prof. Dr. Andi Alimuddin, MS )  
NIP/NIK 19620118 198702 1 001



KEMENTERIAN RISET DAN TEKNOLOGI/  
BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL  
**DEPUTI BIDANG PENGUATAN RISET DAN PENGEMBANGAN**  
Gedung II BPPT Lantai 19 – 20, Jalan M.H. Thamrin No. 8, Jakarta 10340  
Telepon 021-3162222 Ext. 9702, 9782, 9707; Faksimile 021-3101728

---

## KONTRAK PENELITIAN TAHUN ANGGARAN 2021

ANTARA

DEPUTI BIDANG PENGUATAN RISET DAN PENGEMBANGAN

DENGAN

Universitas Hasanuddin

Nomor: 7/E1/KP.PTNBH/2021

Pada hari ini **Senin tanggal 8 (delapan)** bulan **Maret** tahun dua ribu dua puluh satu, kami yang bertandatangan di bawah ini :

- 1. Prakoso** : Kuasa Pengguna Anggaran Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional yang berkedudukan di Gedung B.J. Habibie Lt. 19, Jl. M.H. Thamrin Nomor 8, Jakarta Pusat, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
- 2. Prof. Dr. Sumbangan Baja, M.Phil.,PhD** : Wakil Rektor Bidang Perencanaan dan Keuangan Universitas Hasanuddin yang berkedudukan di Makassar, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Hasanuddin untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

**PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** secara bersama-samaselanjutnya disebut **PARA PIHAK** bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Pendanaan Penelitian di Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum, dengan ketentuan dan syarat sebagai berikut:

### PASAL 1 DASAR HUKUM

Kontrak Penelitian ini berdasarkan kepada:

1. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2003 tentang Keuangan Negara;
2. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
3. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 01 Tahun 2004 tentang Perbendaharaan Negara;
4. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2004 tentang Pemeriksaan Pengelolaan dan Tanggung Jawab Keuangan Negara;
5. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;

6. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2019 tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi;
7. Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2015 tentang bentuk dan Mekanisme Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 8 Tahun 2020 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2015 tentang Bentuk dan Mekanisme Pendanaan Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum;
8. Peraturan Presiden Nomor 16 tahun 2018 tentang Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah;
9. Peraturan Presiden Nomor 50 Tahun 2020 tentang Kementerian Riset dan Teknologi;
10. Keputusan Presiden Nomor 113/P Tahun 2019 tentang Pembentukan Kementerian dan Pengangkatan Menteri Kabinet Kerja Periode Tahun 2019-2024;
11. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 100/PMK.02/2020 tentang Tata Cara Penyediaan, Pencairan, dan Pertanggungjawaban Pemberian Bantuan Pendanaan Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum;
12. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 119/PMK.02/2020 tentang Standar Biaya Masukan Tahun Anggaran 2021;
13. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 112/PMK.02/2020 tentang Standar Biaya Keluaran Tahun Anggaran 2021;
14. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 203/PMK.05/2020 tentang Tata Cara Pembayaran dan Pertanggungjawaban Anggaran Penelitian Atas Beban Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara;
15. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 69 tahun 2016 tentang Tata Cara Pembentukan Komite Penilaian dan/atau Reviewer Penelitian sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 27 tahun 2019 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 69 tahun 2016 tentang Pedoman Pembentukan Komite Penilaian dan/atau Reviewer dan Tata Cara Pelaksanaan Penilaian Penelitian dengan Menggunakan Standar Biaya Keluaran;
16. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 20 tahun 2018 tentang Penelitian;
17. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 12 tahun 2019 tentang Bantuan Operasional Perguruan Tinggi Negeri;
18. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Nomor 38 Tahun 2019 tentang Prioritas Riset Nasional Tahun 2020-2024;
19. Keputusan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 105/M/KPT/2019 tentang Penggunaan Bantuan Operasional Perguruan Tinggi Negeri Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun 2019;
20. Keputusan Menteri Riset dan Teknologi/Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 2/M/KPT/2021 tentang Pejabat Perbendaharaan pada Satuan Kerja Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi/ Badan Riset dan Inovasi Nasional;
21. Keputusan Kuasa Pengguna Anggaran Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Nomor 1/E1/KPT/2021 tentang tentang Pejabat Perbendaharaan pada Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional Tahun Anggaran 2021;
22. Keputusan Kuasa Pengguna Anggaran Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi/ Badan Riset dan Inovasi Nasional Nomor 8/E1/KPT/ 2021 tentang Penetapan Pendanaan Penelitian untuk Perguruan Tinggi Badan Hukum Tahun Anggaran 2021.

## PASAL 2 RUANG LINGKUP

- (1) Ruang lingkup **Kontrak Penelitian** ini meliputi koordinasi, pemantauan, dan evaluasi Pelaksanaan Penelitian sebanyak **220 (dua ratus dua puluh)** judul penelitian yang dilaksanakan oleh Pelaksana Penelitian di Universitas Hasanuddin yang anggarannya dibebankan kepada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional Tahun Anggaran 2021.
- (2) Informasi masing-masing judul penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1), antara lain memuat nama ketua pelaksana, judul penelitian, luaran tambahan, jangka waktu penelitian, dan besarnya biaya setiap tahun tercantum dalam Lampiran dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari **Kontrak Penelitian** ini.

## PASAL 3 JANGKA WAKTU

- (1) **Kontrak Penelitian** ini dilaksanakan dalam jangka waktu 1 (satu) tahun.
- (2) **Kontrak Penelitian** sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan untuk penelitian sebagaimana tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari **Kontrak Penelitian** ini.

## PASAL 4 HAK DAN KEWAJIBAN

- (1) **PIHAK PERTAMA** mempunyai kewajiban:
  - a. memberikan pendanaan penelitian kepada **PIHAK KEDUA**;
  - b. melakukan pemantauan dan evaluasi;
  - c. melakukan penilaian luaran penelitian; dan
  - d. melakukan validasi luaran tambahan.
- (2) **PIHAK KEDUA** mempunyai kewajiban:
  - a. membuat sub **Kontrak Penelitian** antara Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) dengan Ketua Pelaksana Penelitian untuk pengaturan hak dan kewajiban setiap pelaksana di lingkungan perguruan tingginya yang memuat antara lain:
    1. nama pelaksana;
    2. judul penelitian;
    3. ruang lingkup penelitian;
    4. sumber dana penelitian;
    5. jumlah dana penelitian;
    6. tata cara dan tahapan pembayaran;
    7. jangka waktu pelaksanaan dan penyelesaian;
    8. hak dan kewajiban para pihak;
    9. batas akhir pelaporan;
    10. pencantuman pemberi dana penelitian dalam publikasi ilmiah;
    11. luaran penelitian;
    12. serah terima luaran penelitian;
    13. kesanggupan penyusunan laporan penelitian; dan
    14. sanksi.

- b. mengkoordinir dan bertanggung jawab atas terlaksananya **Kontrak Penelitian** yang dilakukan oleh para peneliti Ada di lingkungan PIHAK KEDUA.
  - c. memantau pengunggahan ke laman SIMLITABMAS **paling lambat tanggal 16 November 2021** dokumen sebagai berikut:
    - 1. revisi proposal penelitian;
    - 2. surat pernyataan kesanggupan penyusunan laporan penelitian;
    - 3. catatan harian pelaksanaan penelitian;
    - 4. laporan kemajuan pelaksanaan penelitian;
    - 5. Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan;
    - 6. laporan akhir penelitian; dan
    - 7. luaran penelitian.
  - d. Menyerahkan hasil penelitian kepada PIHAK PERTAMA melalui Berita Acara Serah Terima (BAST)
- (3) **PIHAK PERTAMA** mempunyai hak menerima dokumen hasil unggahan di laman SIMLITABMAS sebagai berikut:
- 1. revisi proposal penelitian;
  - 2. surat pernyataan kesanggupan penyusunan laporan penelitian;
  - 3. catatan harian pelaksanaan penelitian
  - 4. laporan kemajuan pelaksanaan penelitian
  - 5. Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan;
  - 6. laporan akhir penelitian; dan
  - 7. luaran penelitian.
- (4) **PIHAK KEDUA** mempunyai hak mendapatkan dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA**.

## **PASAL 5 CARA PEMBAYARAN**

- (1) **PIHAK PERTAMA** memberikan pendanaan penelitian sebesar **Rp 29.961.350.000,- Dua Puluh Sembilan Milyar Sembilan Ratus Enam Puluh Satu Juta Tiga Ratus Lima Puluh Ribu Rupiah** yang pendanaannya bersumber pada DIPA Deputy Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Riset dan Teknologi/ Badan Riset dan Inovasi Nasional.
- (2) Proses pembayaran pendanaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan dua tahap pencairan, yaitu bulan April dan Oktober sesuai dengan jadwal pembayaran sebagaimana dimaksud pada Pasal 8 Peraturan Menteri Keuangan Nomor 100/PMK.02/2020 tentang Tata Cara Penyediaan, Pencairan, dan Pertanggungjawaban Pemberian Bantuan Pendanaan Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum.
- (3) Pendanaan penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibayarkan oleh **PIHAK PERTAMA** kepada **PIHAK KEDUA** secara bertahap:
- a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar Rp 21.788.600.000,- (Dua Puluh Satu Milyar Tujuh Ratus Delapan Puluh Delapan Juta Enam Ratus Ribu Rupiah)
  - b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar Rp 8.172.750.000,- (Delapan Milyar Seratus Tujuh Puluh Dua Juta Tujuh Ratus Lima Puluh Ribu Rupiah)
  - c. Pembayaran dana luaran tambahan Rp , - ( )
- (4) Pembayaran sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dibayarkan kepada rekening Institusi melalui mekanisme Pembayaran Langsung (LS) dari Kantor Pelayanan Perbendaharaan Negara (KPPN) III Jakarta.

- (5) Pembayaran pada Skema Penelitian Dasar, Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi, Penelitian Terapan, Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi, Penelitian Pengembangan, Penelitian Pengembangan Unggulan Perguruan Tinggi, dan Penelitian Pasca Sarjana–Penelitian Pasca Doktor dibayarkan secara bertahap sebesar 70% dan 30%.
- (6) Pembayaran pada Skema Penelitian Pasca Sarjana-Penelitian-Pendidikan Magister Menuju Dokter Sarjana Unggul, Penelitian Pasca Sarjana–Penelitian Tesis Magister, dan Penelitian Pasca Sarjana–Penelitian Disertasi Doktor dilaksanakan secara sekaligus (100%) diawal bersamaan dengan Pembayaran Tahap Pertama skema yang lainnya.
- (7) Pembayaran dana luaran tambahan sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf c dibayarkan kepada **PIHAK KEDUA** bersamaan dengan pembayaran Tahap Kedua.
- (8) Apabila luaran tambahan dinyatakan tidak valid oleh **PIHAK PERTAMA** sebagaimana dimaksud Pasal 4 ayat (1) huruf d, maka dana luaran tambahan yang sudah diterima sebagaimana dimaksud pada ayat (8) harus disetorkan kembali ke kas negara.
- (9) Pendanaan **Penelitian** sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibayarkan kepada **PIHAK KEDUA** melalui rekening institusi sebagai berikut.

Nama Institusi : **Universitas Hasanuddin**  
Nomor Rekening : **432602562**  
Nama penerima pada rekening : **Rektor Unhas QQ Bendahara Pengeluaran**  
Nama Bank : **Bank BNI Cab. Unhas Tamalanrea**  
Alamat Bank : **Jl. Perintis Kemerdekaan No.10 Tamalanrea  
Makassar**  
Kota : **Makassar**  
NPWP Perguruan Tinggi : **96.291.343.0-801.000**

- (10) **PIHAK PERTAMA** tidak bertanggungjawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana, yang disebabkan oleh kesalahan **PIHAK KEDUA** dalam menyampaikan informasi sebagaimana dimaksud pada ayat (10).

## **PASAL 6 PENGANTIAN KEANGGOTAAN**

- (1) **PIHAK KEDUA** dapat melakukan perubahan susunan tim pelaksana dan substansi penelitian apabila telah mendapat persetujuan tertulis dari **PIHAK PERTAMA**.
- (2) Apabila Ketua tim pelaksana penelitian tidak dapat menyelesaikan penelitian atau mengundurkan diri, maka **PIHAK KEDUA** wajib menunjuk pengganti Ketua Tim Pelaksana penelitian yang merupakan salah satu anggota tim setelah mendapat persetujuan tertulis dari **PIHAK PERTAMA**.
- (3) Dalam hal tidak adanya pengganti ketua tim pelaksana penelitian sesuai dengan syarat ketentuan yang ada, maka penelitian dibatalkan dan dana dikembalikan ke Kas Negara.

## **PASAL 7 PAJAK**

Ketentuan pengenaan pajak pertambahan nilai dan/atau pajak penghasilan dalam rangka pelaksanaan kegiatan penelitian ini wajib dilaksanakan oleh **PIHAK KEDUA** sesuai dengan peraturan perundang-undangan di bidang perpajakan.

**PASAL 8**  
**KEKAYAAN INTELEKTUAL**

- (1) Hak Kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan penelitian diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan.
- (2) Setiap publikasi, makalah, dan/atau ekspos dalam bentuk apapun yang berkaitan dengan hasil penelitian wajib mencantumkan **PIHAK PERTAMA** sebagai pemberi dana.
- (3) Pencantuman nama **PIHAK PERTAMA** sebagaimana dimaksud pada ayat (2), paling sedikit mencantumkan nama Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional.

**PASAL 9**  
**INTEGRITAS AKADEMIK**

- (1) Pelaksana penelitian wajib menjunjung tinggi integritas akademik yaitu komitmen dalam bentuk perbuatan yang berdasarkan pada nilai kejujuran, kredibilitas, kewajaran, kehormatan, dan tanggung jawab dalam kegiatan penelitian yang dilaksanakan.
- (2) Penelitian dilakukan sesuai dengan kerangka etika, hukum dan profesionalitas, serta kewajiban sesuai dengan peraturan yang berlaku.
- (3) Penelitian dilakukan dengan menjunjung tinggi standar ketelitian dan integritas tertinggi dalam semua aspek penelitian.

**PASAL 10**  
**KEADAAN MEMAKSA**

- (1) **PARA PIHAK** dibebaskan dari tanggung jawab atas keterlambatan atau kegagalan dalam memenuhi kewajiban yang dimaksud dalam **Kontrak Penelitian** disebabkan atau diakibatkan oleh peristiwa atau kejadian diluar kekuasaan **PARA PIHAK** yang dapat digolongkan sebagai keadaan memaksa (*force majeure*).
- (2) Peristiwa atau kejadian yang dapat digolongkan keadaan memaksa (*force majeure*) dalam **Kontrak Penelitian** ini adalah bencana alam, wabah penyakit, kebakaran, perang, blokade, peledakan, sabotase, revolusi, pemberontakan, huru-hara, serta adanya tindakan pemerintah dalam bidang ekonomi dan moneter yang secara nyata berpengaruh terhadap pelaksanaan **Kontrak Penelitian** ini.
- (3) Apabila terjadi keadaan memaksa (*force majeure*) maka pihak yang mengalami wajib memberitahukan kepada pihak lainnya secara tertulis, selambat-lambatnya dalam waktu 7 (tujuh) hari kerja sejak terjadinya keadaan memaksa (*force majeure*), disertai dengan bukti-bukti yang sah dari pihak yang berwajib, dan **PARA PIHAK** dengan itikad baik akan segera membicarakan penyelesaiannya.

**PASAL 11**  
**PENYELESAIAN PERSELISIHAN**

- (1) Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan **Kontrak Penelitian** ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah untuk mencapai mufakat.
- (2) Dalam hal tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat sebagaimana dimaksud pada ayat (1) maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum yang bertaku dengan memilih domisili hukum di Pengadilan Negeri Jakarta Pusat.

**Pasal 12  
AMANDEMEN KONTRAK**

Apabila terdapat hal lain yang belum diatur atau terjadi perubahan dalam **Kontrak Penelitian** ini, maka akan dilakukan amandemen.

**PASAL 13  
SANKSI**

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Perjanjian Pendanaan Penelitian di Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum telah berakhir, **PIHAK KEDUA** tidak melaksanakan kewajiban sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 ayat (2), maka **PIHAK KEDUA** dikenai sanksi administratif.
- (2) Sanksi administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat berupa penghentian pembayaran dan/atau Ketua Tim Pelaksana Penelitian tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut.

**PASAL 14  
LAIN-LAIN**

Dalam hal **PIHAK KEDUA** berhenti dari jabatannya sebelum **Kontrak Penelitian** ini selesai, maka **PIHAK KEDUA** wajib melakukan serah terima tanggung jawabnya kepada pejabat baru yang menggantikannya.

**PASAL 15  
PENUTUP**

- (1) Kontrak Penelitian ini mulai berlaku pada tanggal ditandatangani.
- (2) Perjanjian Pendanaan Penelitian di Perguruan Tinggi Negeri Badan Hukum ini dibuat rangkap 3 (tiga) bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, dan biaya materai dibebankan kepada **PIHAK KEDUA**.

**PIHAK PERTAMA**

Prakoso  
NIP 196602271992031003

**PIHAK KEDUA**



Prof. Dr. Sumbangan Baja, M.Phil., PhD  
NIP 196312291990021001

6	<b>DAENG PAROKA</b>	Pengembangan Kriteria Stabilitas Kapal Nonkonvensi Sebagai Pendukung Sistem Keselamatan Transportasi Laut Nasional	Rp. 136,570,000 (100%)	Rp. 0
	<b>0018017201</b>		Rp. 95,599,000 (Tahap I)	
	<b>Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi</b>		Rp. 40,971,000 (Tahap II)	
	<b>Durasi : 3 Tahun</b>			
<b>SUBTOTAL DANA PENELITIAN DASAR</b>			Rp. <b>16,364,730,000</b> (100%)	Rp. 0
			Rp. <b>11,455,311,000</b> (Tahap I)	
			Rp. <b>4,909,419,000</b> (Tahap II)	

## PENELITIAN TERAPAN

**53 Judul**

### Energi

NO	NAMA PENELITI	JUDUL PENELITIAN	LUARAN TAMBAHAN	DANA PENELITIAN	DANA TAMBAHAN
1	<b>MUHAMMAD BACHTIAR NAPPU</b>	Analisis Point-of-Connection Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Beserta Dampak Intermittensi-nya Dalam Melayani Jaringan Distribusi Primer 20 KV: Studi Kasus PLTB Jeneponto		Rp. 200,000,000 (100%)	Rp. 0
	<b>0006047603</b>			Rp. 140,000,000 (Tahap I)	
	<b>Penelitian Terapan</b>			Rp. 60,000,000 (Tahap II)	
	<b>Durasi : 3 Tahun</b>				
2	<b>ZURYATI DJAFAR</b>	Rancangbangun Sistem Pendinginan Ikan Termoelektrik berbasis Sistem Elektrokimia Sel Volta		Rp. 109,340,000 (100%)	Rp. 0
	<b>0001036802</b>			Rp. 76,538,000 (Tahap I)	
	<b>Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi</b>			Rp. 32,802,000 (Tahap II)	
	<b>Durasi : 2 Tahun</b>				
3	<b>MUHAMMAD BACHTIAR NAPPU</b>	PENINGKATAN EFISIENSI DAN KUALITAS DAYA LISTRIK MULTI-SUMBER ENERGI PRIMER MEMPERHITUNGGAN EFEK LOSSES DAN FAKTOR KONGESTI TRANSMISI SALURAN UDARA TEGANGAN TINGGI		Rp. 200,000,000 (100%)	Rp. 0
	<b>0006047603</b>			Rp. 140,000,000 (Tahap I)	
	<b>Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi</b>			Rp. 60,000,000 (Tahap II)	
	<b>Durasi : 3 Tahun</b>				
4	<b>ARDIATY ARIEF</b>	Penerapan Strategi Pengontrolan Daya Reaktif untuk Mencegah Kondisi Under-Voltage dan Over-Voltage Sistem Tenaga Listrik		Rp. 125,860,000 (100%)	Rp. 0
	<b>0024057801</b>			Rp. 88,102,000 (Tahap I)	
	<b>Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi</b>			Rp. 37,758,000 (Tahap II)	
	<b>Durasi : 3 Tahun</b>				

## SURAT KETERANGAN TANGGUNGJAWAB MUTLAK

Yang bertandatangan di bawah ini ketua peneliti menyatakan bahwa :

1. Saya bertanggungjawab penuh dan sanggup melaksanakan kegiatan tersebut sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berkaitan dengan pengelolaan keuangan pemerintah yang berlaku dan berdasarkan persetujuan anggaran sebagaimana yang dituangkan dalam Kontrak Penelitian skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi antara Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Hasanuddin dengan Ketua Pelaksana, untuk kegiatan "Rancangbangun Sistem Pendinginan Ikan Termoelektrik berbasis Sistem Elektrokimia Sel Volta" Nomor: 7/E1/KP.PTNBH/2021 Tanggal 8 Maret 2021; Nomor: 8044/UN4.1.2.3/PL.02.00/2021 Tanggal 22 Maret 2021 dan Nomor: 752/UN4.22/PT.01.03.2021 Tanggal 26 Maret 2021.
2. Saya menerima dana sesuai tahapan pada kontrak sebesar Rp. 109.340.000,- (Seratus Sembilan Juta Tiga Ratus Empat Puluh Ribu Rupiah) dengan konsekuensi potongan pajak terkait dan menggunakannya sesuai dengan peruntukannya :
  - Tahap I (70%) = Rp. 76.538.000,-
  - Tahap II (30%) = Rp. 32.802.000,-
3. Jumlah dana tersebut pada poin 2 (dua) benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan penelitian yang dimaksud.
4. Menyerahkan dokumen kegiatan ke LPPM Unhas berupa :
  - a. Usulan proposal;
  - b. revisi proposal penelitian;
  - c. surat pernyataan kesanggupan penyusunan laporan penelitian;
  - d. catatan harian pelaksanaan penelitian;
  - e. laporan kemajuan pelaksanaan penelitian;
  - f. Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan;
  - g. laporan akhir penelitian;
  - h. luaran penelitian;
    - Paten, Paten Sederhana, Hak Cipta, Perlindungan Varietas Tanaman, Desain Tata Letak Sirkuit Terpadu, atau
    - Naskah kebijakan dengan kriteria masing-masing tahapan luaran.
  - i. hasil penelitian melalui Berita Acara Serah Terima (BAST).
5. PIHAK KEDUA berkewajiban kepada PIHAK PERTAMA berupa :
  - Laporan Kemajuan, Catatan Harian dan Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) diserahkan ke LPPM disesuaikan dengan jadwal di laman SIMLITABMAS.
  - Laporan akhir lengkap, surat pernyataan kesanggupan penyusunan laporan penelitian, catatan harian, luaran penelitian (output) dan Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) yang telah diunggah paling lambat 10 Desember 2021;
  - Laporan dan output tersebut diserahkan dan diunggah tepat waktu tanpa beralasan tidak bisa memenuhi laporan dan output penelitian akibat *Corona Virus Disease 2019 (COVID-19)*.
6. Bersedia diperiksa oleh aparat pemeriksa fungsional bilamana diperlukan.
7. Mengarsipkan semua dokumen laporan kegiatan dan luaran penelitian serta laporan keuangan (bukti belanja dan bukti setoran pajak) secara tertib dan teratur.
8. Apabila pernyataan yang saya buat ini mengakibatkan kerugian negara, maka saya bersedia dituntut penggantian kerugian negara dimaksud sesuai dengan ketentuan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat keterangan tanggungjawab mutlak ini dibuat dengan sebenarnya untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 26 Maret 2021

Ketua Pelaksana,



Dr. Ir. Zuryati Djafar, MT.

## KONTRAK PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI

Tahun Anggaran 2021

Nomor : 752/UN4.22/PT.01.03/2021

Pada hari ini Jumat, Tanggal Dua Puluh Enam bulan Maret tahun Dua ribu dua puluh satu, kami yang bertandatangan di bawah ini :

1. Prof. Dr. Andi Alimuddin, M.Si. : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Hasanuddin, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Hasanuddin yang berkedudukan di Jl. Perintis Kemerdekaan KM. 10 Kampus Unhas Tamalanrea Makassar selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA.
2. Dr. Ir. Zuryati Djafar, MT. : Ketua Pelaksana/Dosen Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dalam hal ini bertindak sebagai pengusul dan Ketua Penelitian Tahun Anggaran 2021 untuk selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA, secara bersama-sama mengikatkan diri dalam suatu kontrak Penelitian skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2021 dengan ketentuan dan syarat syarat sebagai berikut:

### **Pasal 1** **Ruang Lingkup Kontrak**

- (1) PIHAK PERTAMA memberikan pekerjaan kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima pekerjaan tersebut dari PIHAK PERTAMA, untuk melaksanakan dan menyelesaikan Penelitian Tahun Anggaran 2021 dengan judul Rancangbangun Sistem Pendinginan Ikan Termoelektrik berbasis Sistem Elektrokimia Sel Volta, sesuai Surat Keputusan Nomor: 8/E1/KPT/ 2021 tentang Penetapan Pendanaan Penelitian untuk Perguruan Tinggi Badan Hukum Tahun Anggaran 2021, Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2021 Nomor: 7/E1/KP.PTNBH/2021 Tanggal 8 Maret 2021 dan Surat Perjanjian Pelaksanaan Pekerjaan Nomor: 8044/UN4.1.2.3/PL.02.00/2021 Tanggal 22 Maret 2021.

### **Pasal 2** **Dana Penelitian**

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 adalah sebesar Rp. 109.340.000,- (Seratus Sembilan Juta Tiga Ratus Empat Puluh Ribu Rupiah) sudah termasuk pajak.
- (2) Dana penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan kepada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Deputy Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional Tahun Anggaran 2021.

### **Pasal 3** **Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian**

- (1) PIHAK PERTAMA akan membayarkan dana Penelitian kepada PIHAK KEDUA secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut :
  - a. Pembayaran tahap pertama sebesar 70% dari total dana penelitian yaitu  $70\% \times \text{Rp. } 109.340.000,- = \text{Rp. } 76.538.000,-$  (Tujuh Puluh Enam Juta Lima Ratus Tiga Puluh Delapan Ribu Rupiah) yang akan dibayarkan oleh PIHAK PERTAMA kepada PIHAK KEDUA setelah PIHAK KEDUA menyerahkan revisi proposal dan revisi anggaran (sesuai kontrak).
  - b. Pembayaran tahap kedua sebesar 30% dari total dana penelitian yaitu  $30\% \times \text{Rp. } 109.340.000,- = \text{Rp. } 32.802.000,-$  (Tiga Puluh Dua Juta Delapan Ratus Dua Ribu Rupiah) dibayarkan oleh PIHAK PERTAMA kepada PIHAK KEDUA setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan lengkap hasil penelitian, surat pernyataan kesanggupan penyusunan laporan penelitian, Catatan Harian, Luaran penelitian dan Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan yang sudah di validasi oleh PIHAK PERTAMA.
- (2) Dana penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) akan disalurkan oleh PIHAK PERTAMA kepada PIHAK KEDUA ke rekening sebagai berikut :

Nama : Dr. Ir. Zuryati Djafar, MT.  
Nomor Rekening :  
Nama Bank : Bank Negara Indonesia

- (3) **PIHAK PERTAMA** tidak bertanggungjawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarkan sejumlah dana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang disebabkan karena kesalahan **PIHAK KEDUA** dalam menyampaikan data peneliti, nama bank, nomor rekening dan persyaratan lainnya yang tidak sesuai dengan ketentuan.

#### **Pasal 4** **Jangka Waktu**

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam pasal 1 sampai selesai 100%, adalah 1 (satu) tahun terhitung mulai tanggal 26 Maret 2021 dan berakhir tanggal 10 Desember 2021.

#### **Pasal 5** **Target Luaran**

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk mencapai target luaran wajib penelitian berupa :
- a. Paten, Paten Sederhana, Hak Cipta, Perlindungan Varietas Tanaman, Desain Tata Letak Sirkuit Terpadu, atau
  - b. naskah kebijakan dengan kriteria masing-masing tahapan luaran.
- (2) **PIHAK KEDUA** diharapkan dapat mencapai target luaran tambahan penelitian.

#### **Pasal 6** **Hak dan Kewajiban Para Pihak**

- (1) **PIHAK PERTAMA** mempunyai kewajiban:
- a. memberikan pendanaan penelitian kepada **PIHAK KEDUA**;
  - b. melakukan pemantauan dan evaluasi;
  - c. melakukan penilaian luaran penelitian;
  - d. melakukan validasi luaran tambahan; dan
  - e. memantau pengunggahan ke laman SIMLITABMAS **paling lambat tanggal 16 November 2021**.
- (2) **PIHAK KEDUA** mempunyai kewajiban mengunggah ke laman SIMLITABMAS dan menyampaikan dokumen kepada pihak pertama berupa :
- a. proposal
  - b. revisi proposal penelitian;
  - c. surat pernyataan kesanggupan penyusunan laporan penelitian;
  - d. catatan harian pelaksanaan penelitian;
  - e. laporan kemajuan pelaksanaan penelitian;
  - f. Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan;
  - g. laporan akhir penelitian; dan
  - h. luaran penelitian (output sesuai janji di kontrak).
- (3) **PIHAK PERTAMA** mempunyai hak menerima dokumen hasil unggahan di laman SIMLITABMAS sebagai berikut:
- a. Proposal;
  - b. revisi proposal penelitian;
  - c. surat pernyataan kesanggupan penyusunan laporan penelitian;
  - d. catatan harian pelaksanaan penelitian;
  - e. laporan kemajuan pelaksanaan penelitian;
  - f. Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan;
  - g. laporan akhir penelitian;
  - h. luaran penelitian (output sesuai janji di kontrak); dan
  - i. **PIHAK KEDUA** menyerahkan hasil penelitian kepada **PIHAK PERTAMA** melalui Berita Acara Serah Terima (BAST).
- (4) **PIHAK KEDUA** mempunyai hak mendapatkan dana penelitian dari **PIHAK PERTAMA**

#### **Pasal 7** **Laporan Pelaksanaan Penelitian**

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **PIHAK PERTAMA** berupa proposal, revisi proposal penelitian, catatan harian pelaksanaan penelitian; laporan kemajuan pelaksanaan penelitian; Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan, laporan akhir penelitian dan luaran penelitian (output).
- (2) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengunggah Laporan Kemajuan pelaksanaan penelitian diunggah ke laman SIMLITABMAS dilengkapi dengan dokumen catatan harian, surat pernyataan kesanggupan penyusunan laporan penelitian dan Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) dana tahap pertama (d disesuaikan dengan SIMLITABMAS).



- (3) PIHAK KEDUA berkewajiban menyerahkan *Hardcopy* Laporan Kemajuan dan Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) dana tahap pertama kepada PIHAK PERTAMA setelah pengunggahan ke SIMLITABMAS.
- (4) PIHAK KEDUA berkewajiban mengunggah revisi proposal penelitian; catatan harian pelaksanaan penelitian, laporan kemajuan pelaksanaan penelitian, surat pernyataan kesanggupan penyusunan laporan penelitian, Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan, laporan akhir penelitian; luaran penelitian (output) pada SIMLITABMAS paling lambat 10 Desember 2021.
- (5) Bukti pembelanjaan dan bukti setoran pajak diarsipkan secara tertib dan teratur oleh PIHAK KEDUA.
- (6) Laporan Hasil penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (4) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
  - a. Bentuk/Ukuran kertas A4;
  - b. Warna sampul merah
  - c. Di bawah bagian cover tertulis:

Dibiayai oleh :  
Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan,  
Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional  
Sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran  
Nomor : 7 /E1/KP.PTNBH/2021 Tanggal 8 Maret 2021

### **Pasal 8** **Monitoring dan Evaluasi**

PIHAK PERTAMA dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi Internal terhadap kemajuan pelaksanaan penelitian Tahun Anggaran 2021 ini sebelum pelaksanaan Monitoring dan Evaluasi eksternal oleh Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional

### **Pasal 9** **Penilaian Luaran**

Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/*Reviewer* Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

### **Pasal 10** **Perubahan Susunan Tim Pelaksana dan Substansi Pelaksanaan**

Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan penelitian ini dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan tertulis dari Deputi Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional.

### **Pasal 11** **Penggantian Ketua Pelaksana**

- (1) Apabila PIHAK KEDUA selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan penelitian ini, maka PIHAK KEDUA wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada PIHAK PERTAMA.
- (2) Apabila PIHAK KEDUA tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat (1), maka PIHAK KEDUA harus mengembalikan dana penelitian kepada PIHAK PERTAMA yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.
- (3) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) disimpan oleh PIHAK PERTAMA.

### **Pasal 12** **Sanksi**

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan penelitian ini telah berakhir, namun PIHAK KEDUA belum menyerahkan tugasnya, terlambat mengirim laporan kemajuan, dan/atau terlambat mengirim laporan akhir, maka PIHAK KEDUA dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut.
- (2) Apabila PIHAK KEDUA tidak dapat mencapai target luaran sebagaimana dimaksud dalam pasal 5, maka kekurangan capaian target luaran tersebut akan dicatat sebagai hutang PIHAK KEDUA kepada PIHAK PERTAMA yang apabila tidak dapat dilunasi oleh PIHAK KEDUA, akan berdampak pada kesempatan PIHAK KEDUA untuk mendapatkan pendanaan penelitian atau hibah lainnya yang dikelola oleh PIHAK PERTAMA.

**Pasal 13**  
**Pembatalan Perjanjian**

- (1) Apabila dikemudian hari terdapat judul penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, itikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan akidah ilmiah dari atau dilakukan oleh PIHAK KEDUA, maka perjanjian penelitian ini dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada PIHAK PERTAMA yang selanjutnya akan disetorkan ke kas Negara.
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh PIHAK PERTAMA.

**Pasal 14**  
**Pajak-Pajak**

Hal-hal dan/atau segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggungjawab PIHAK KEDUA dan harus dibayarkan oleh PIHAK KEDUA ke kantor pelayanan pajak setempat sesuai ketentuan yang berlaku.

**Pasal 15**  
**Peralatan dan/alat Hasil Penelitian**

- (1) Hasil penelitian berupa peralatan dan/atau peralatan yang dibeli dari kegiatan ini adalah milik negara, dan diserahkan kepada PIHAK PERTAMA melalui Berita Acara Serah Terima (BAST) dan selanjutnya diserahkan kepada Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional.
- (2) Berita Acara sebagaimana dimaksud pada ayat (2) wajib dilampiri dengan foto bukti serah terima barang/alat.

**Pasal 16**  
**Penyelesaian Sengketa**

Apabila terjadi perselisihan antara PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA dalam pelaksanaan Perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum.

**Pasal 17**  
**Lain-lain**

- (1) PIHAK KEDUA menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut diatas belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada pendanaan penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik dalam maupun luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan akan dilakukan perubahan oleh PARA PIHAK, maka perubahan-perubahan akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh PARA PIHAK pada hari dan tanggal tersebut diatas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

PIHAK PERTAMA

Prof. Dr. Andi Alimuddin, M.Si.  
NIP 196201181987021001

PIHAK KEDUA



Dr. Ir. Zuryati Djafar, MT.  
NIP 196803011997022001

# Potential of Seawater as a Source of Electrical Energy based on Electrochemical - Voltaic Cells

Zuryati Djafar<sup>1,a)</sup>, Hisbullah<sup>1,b)</sup>, Djabal Nur Basir<sup>2,c)</sup>, and Wahyu Haryadi Piarah<sup>1,d)</sup>

<sup>1</sup>*Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Universitas Hasanuddin, Jl. Poros Malino, Borongloe, Bontomarannu, kab. Gowa, South Sulawesi, 92171, Indonesia*

<sup>2</sup>*Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan km. 10, Tamalanrea, Makassar, 90245, Indonesia*

<sup>a)</sup> Corresponding author: zuryatidjafar@unhas.ac.id

<sup>b)</sup> hisbullah810@gmail.com

<sup>c)</sup> djabalnurbasir@unhas.ac.id

<sup>d)</sup> wahyupiarah@unhas.ac.id

**Abstract.** The seawater has 3.5% amount of salinity; thus, it can be categorized as electrolyte. It indicates that seawater can be used as an alternative source of electrical energy using electrochemical-voltaic cells through an oxidation-reduction process. This study aims to determine the generation capacity and electrical power generated by the prototype of the Volta cell type electrochemical power generation system. This research was conducted experimentally by using seawater as an electrolyte solution and varying the number of electrodes, consisting of 5, 10, 15, and 20 cells. The voltage and electric current data was retrieved and recorded using the national instrument LabVIEW. The results showed that the average power generated would increase 7 times with the addition of the number of electrode cells and for the generation capacity would increase 2 times. The use of bicarbonate to prevent corrosion of the copper cathode will reduce the electric current and consequently reduce the performance of the voltaic cell.

## INTRODUCTION

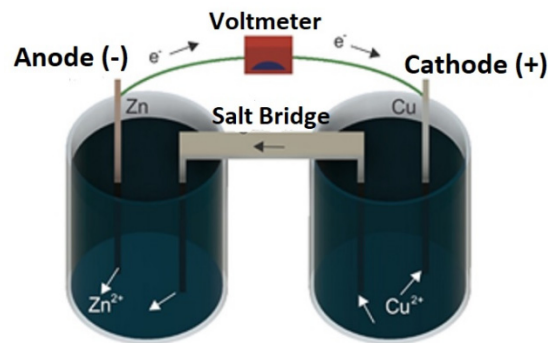
Developments in industry and technology have resulted in increased energy demand. Around 32% of energy use in developing countries is used for transportation, 25% for industry, and more than 40% for homes and offices [1]. It shows that, over time, the level of energy used will increase. Taking Indonesia as an example, Indonesia is one of the developing countries that still depend on fossil energy. Fossil energy is a source of energy that will be depleted and unable to be renewed. This energy source will potentially run out and will no longer be able to meet the needs of the community. This encourages the search for renewable energy sources as alternative substitutes.

Research on alternative energy has increasingly been carried out, especially alternative energy sourced from nature and is renewable. Indonesia has six sources of New and Renewable Energy (EBT) [2], which are energy sources derived from water energy, solar energy, wind energy, geothermal, bioenergy, and ocean currents. Renewable energy sources that use seawater are still limited and focus on the potential of ocean currents and waves. However, it is possible that other potentials can also be generated by seawater.

The amount of water found on earth is a lot; the percentage reaches 71% of the earth's surface area. The earth's surface is mainly covered by seawater, about two-thirds (70%) of the earth's surface. The total area of the ocean that covers the earth is  $3.61 \times 10^8 \text{ km}^2$ , with an average depth of 3800 m. Therefore, seawater is 97% of the total water on earth and the largest part is in the Southern Hemisphere [3]; and based on data from the Ministry of Maritime Affairs and Fisheries in 2017 [4], Indonesia's ocean area is 5.8 million  $\text{km}^2$  consisting of a territorial sea of 0.3 million  $\text{km}^2$ , an exclusive economic zone area of 2.55 million  $\text{km}^2$  and an area of archipelagic waters 2.95 million  $\text{km}^2$ .

Seawater can produce electrical energy by utilizing the electrochemical method of the Voltaic cell through an oxidation-reduction process. The electric current is caused by the presence of free charge particles  $\text{Na}^+$  and  $\text{Cl}^-$  which come from the high element of Sodium Chloride ( $\text{NaCl}$ ) and are decomposed by water ( $\text{H}_2\text{O}$ ). The generation of electric current by the charge can be used as an affordable and environmentally friendly source of electrical energy using the Volta cell method [5]. Voltaic cells are electrochemical cells that can generate electrical energy due to spontaneous redox reactions. The main requirement for a voltaic cell is the presence of an electrode (anode and cathode) and an electrolyte solution. In a voltaic cell, a seawater electrolyte is given two metals as connected electrodes and have a potential difference that will produce electrical energy [6].

A voltaic cell is an electrochemical cell consisting of two electrodes that can generate electrical energy due to a spontaneous redox reaction at both electrodes [7]. A voltaic cell consists of a negative electrode where the oxidation reaction takes place, called the anode; and a positive electrode where the reduction reaction takes place, called the cathode. When two metals with two different ionization are immersed in an electrolyte solution, then connect the two electrodes with a wire, a voltaic cell is formed [8]. First, the metal with the greater ionization tendency will be oxidized, producing cations that are dissolved in the electrolyte solution. Then the resulting electrons will move to the metal with a lower ionization tendency through the wire. In metals with a lower ionization tendency, the cations dissolved in the electrolyte solution will be reduced by the presence of electrons flowing into the metal [9].



**FIGURE 1.** Voltaic Cell

In this research, copper ( $\text{Cu}$ ) and zinc ( $\text{Zn}$ ) are immersed in seawater solutions. The solutions are connected by a salt bridge. The salt bridge is a U tube filled with seaweed gel and  $\text{KCl}$  salt. This salt bridge serves as a neutral atmosphere (grounding) of the two producing electricity [10]. Then, the electrodes (metal  $\text{Cu}$  and  $\text{Zn}$ ) are connected by a current indicating device, namely a voltmeter. The electrodes in a voltaic cell are a cathode and an anode. The cathode is the positive electrode where the reduction reaction occurs is copper ( $\text{Cu}$ ), while the anode is the negative electrode where the oxidation reaction occurs, namely Zinc ( $\text{Zn}$ ) [11].

The choice of Copper ( $\text{Cu}$ ) as the cathode is because it is a good conductor of heat and electricity. Pure copper is smooth and soft with a reddish-orange surface. Among all pure metals, copper has the second-highest electrical conductivity after silver. But when oxidized, copper is a weak iron [12]. For metal, Zinc ( $\text{Zn}$ ) is anode because it has an oxidation state of +2 and can react with acids, bases, and non-metallic compounds.

An electrochemical cell can occur spontaneously or not, estimated by the cell potential value or  $E^0$  of the cell. If the cell potential is positive, the redox reaction is spontaneous. On the other hand, if the cell potential is negative, the reaction is not spontaneous [13]. The cell  $E^0$  value is determined by the following formula:

$$E^0_{\text{cell}} = E^0_{\text{reduction}} - E^0_{\text{oxidation}} \quad (1)$$

Where  $E^0_{\text{reduction}}$  = the standard electrode potential value at the electrode undergoing reduction; and  $E^0_{\text{oxidation}}$  = the standard electrode potential value at the electrode undergoing oxidation.

In the electrochemical process of a voltaic cell, there is an electric current flowing in the form of a flow of electrons or ions. It flows through an electrically conducting medium which is referred to as a conductor [14].

While the electric voltage is the electrical difference between two points in an electrical circuit. Electric voltage is a measure of the potential difference that can generate an electric field, causing an electric current to arise in an electrical conductor [14].

$$V = I \times R \quad (2)$$

Where: V = Voltage (Volt); I = Current (Amperes); R = Resistance (Ohms)

Generally, the performance parameter of a power generation system is known as Electrical Power (P), which is the amount of energy absorbed or generated in a circuit [14].

$$P = V \times I \quad (3)$$

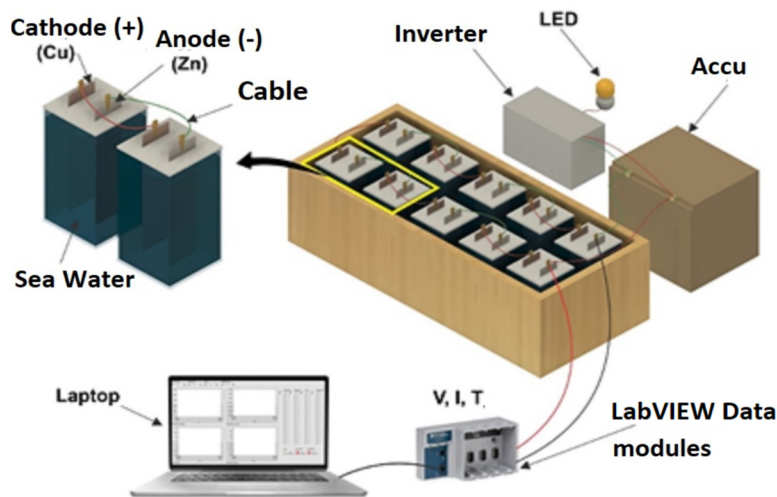
Another performance parameter is the generation capacity (Q) of the Voltaic Cell which can be calculated by the formula:

$$Q = I \times t \quad (4)$$

Where: t = duration of generated current (hours)

## RESEARCH METHOD

This research used seawater, sodium bicarbonate  $\text{NaHCO}_3$ , copper (Cu), and zinc (Zn) plates. Experimental data collection with 5, 10, 15, and 20 number of voltaic cell were used to produce electrical energy. Data collection was carried out using the National Instrument Lab View Data software. The parameters measured are voltage, current, and salinity of seawater.



**FIGURE 2.** Tools Design

The electrodes are placed in a container filled with seawater. Cu and Zn are connected in series by cables to the energy storage area and then channeled through an inverter to change the voltage to the external load in the form of LED lights. Lab view is set to the on position. Recording of the resulting temperature and voltage data.

Voltaic cells are composed of 5-20 cells in a closed container. Each cell contains a pair of electrodes (Cu-Zn). The part of the electrode is as high as 1 cm that is not submerged in seawater; the purpose is to attach an alligator clamp. Then the electrodes between cells are connected in series with connecting wires. The electrolyte used in this Voltaic cell is seawater. Each cell was filled with 200 ml of seawater. The design of the Voltaic cell system in this study can be seen in Figure 2.

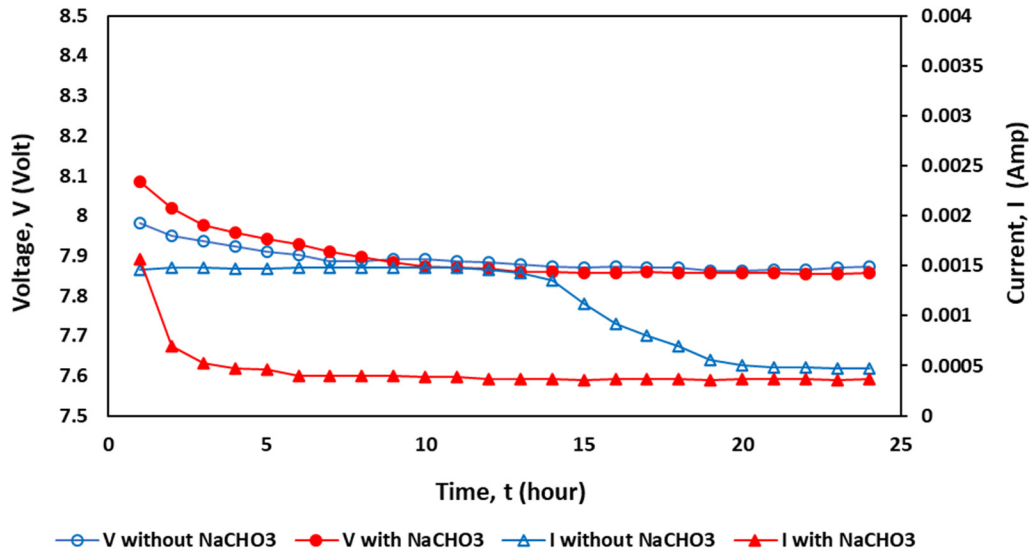
## RESULTS AND DISCUSSION

Tests on this system were carried out with four variations of the electrode cell series, consisting 5, 10, 15, and 20 electrode cells. One electrode cell is a pair of Cu and Zn electrodes. Data retrieval was carried out within 24 hours for

each variation in the number of electrodes with three repetitions of the test. Prior to data collection, a salinity test was conducted to determine the salt content of the seawater used. In addition to using pure seawater, data collection is also carried out using seawater with the additive Sodium bicarbonate, which aims to prevent corrosive properties of the electrode plates used. In this study, pure seawater had a salinity of 31-33%, while seawater with the addition of sodium bicarbonate had a salinity value of 39-40%. The other research parameters taken are Voltage, Current, and Light Intensity. In this study, the chemical process will not be discussed, but the discussion will more about the amount of electrical energy and generation capacity produced.

The results can be seen in the following graphs:

### 5 ELECTRODE CELLS

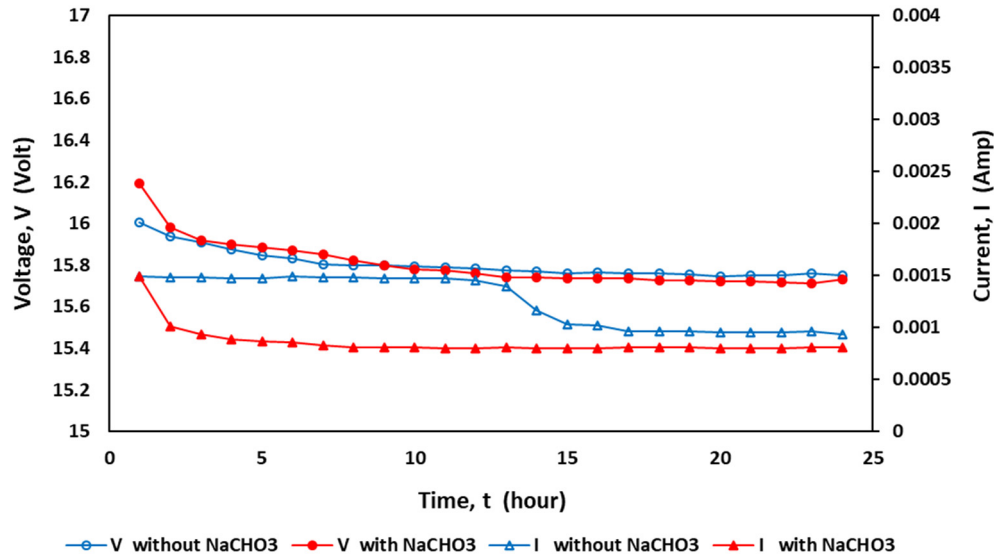


**FIGURE 3.** Voltage (V) & Current (I) Vs Time (t) for 5 Electrode Cells

Figure 3 shows the relationship between Voltage (V) and Current (I) against time (hours) in using seawater without NaCHO<sub>3</sub> and with seawater supplied with NaCHO<sub>3</sub> for 5 Cell Electrodes. At the initial data collection point, it appears that V and I are maximum. With increasing time, the value of I without NaCHO<sub>3</sub> is relatively stable while The other V and I values began to decrease until the 13th hour. After that, the I values without NaCHO<sub>3</sub> began to decrease and asymptote at the 20th hour, then be relatively constant or did not experience significant changes. Another thing that can be seen is that the value of the V voltage with the use of NaCHO<sub>3</sub> will be slightly higher until the 8<sup>th</sup> hours. Then it will be relatively the same. For the value of I, there will be a significant decrease with the use of NaCHO<sub>3</sub>. It decreased from 0.00142 A to 0.0004 A. For generation capacity per day and average power decreased from 0.027 Ah and 0.0089 Watt to 0.011 Ah and 0.0036 Watt, respectively.

### 10 ELECTRODE CELLS

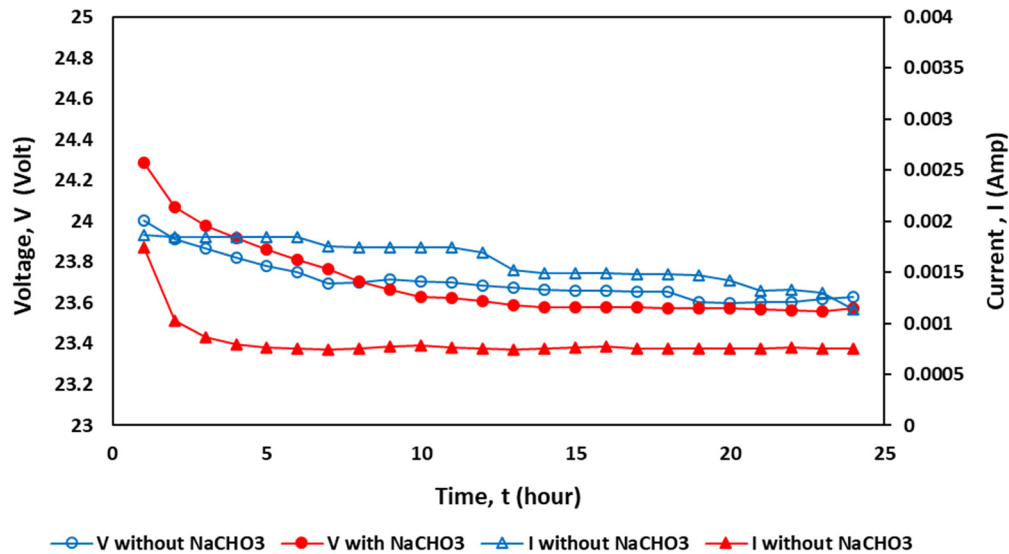
Figure 4 below shows a graph of the relationship VI to time, for the use of pure seawater and with the addition of NaCHO<sub>3</sub> for 10 Electrode Cells. The characteristics that arise are identical to the characteristics in Figure 3. At the initial data collection point, V and I are the maximum points. The resulting voltage V and current I increase 2x greater than using five electrode cells. Except for without NaCHO<sub>3</sub>, in the first 13 hours, the current I did not increase compared to using five electrode cells.



**FIGURE 4.** Voltage (V) & Current (I) vs Time (t) for 10 Electrode Cells

The use of  $\text{NaCHO}_3$  resulted in a decrease in generation capacity per day from 0.030 Ah to 0.011 Ah and the average power from 0.0197 Watt to 0.0135 Watt.

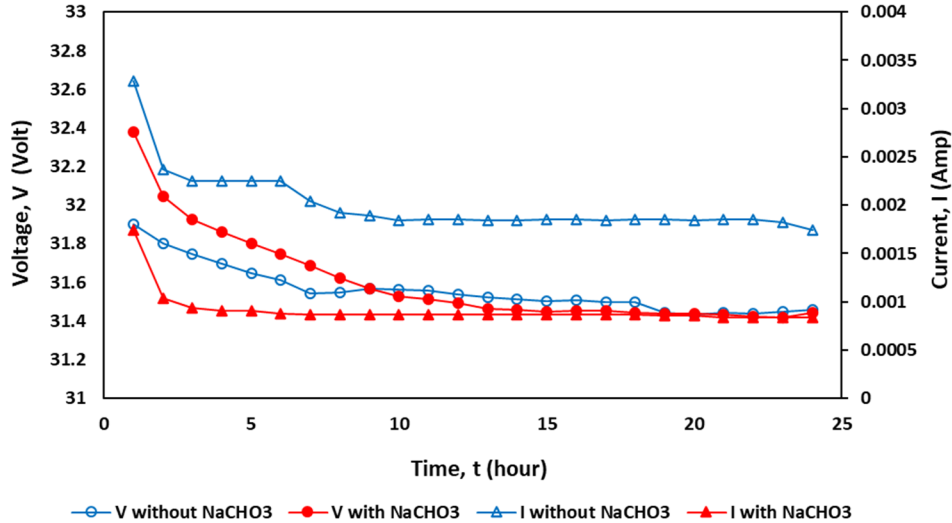
### 15 ELECTRODE CELLS



**FIGURE 5.** Voltage (V) & Current (I) vs Time (t) for 15 Electrode Cells

Figure 5 above also shows a graph of the relationship between V and I concerning time for seawater with and without  $\text{NaCHO}_3$  for 15 Cell Electrode circuits. The characteristics that arise are also similar to the characteristics that occur in the previous two images (figure 3 and figure 4). Only the current value I for those without  $\text{NaCHO}_3$  is relatively stable, without a drastic decrease after 13 hours (compared to 5 and 10 electrode cells). The value of voltage V and current I that occurs is 3x greater than the value obtained using 5 electrode cells, while using  $\text{NaCHO}_3$  resulted in a decrease in generation capacity per day and the average power from 0.038 Ah and 0.0380 Watt to 0.020 Ah and 0.0193 Watt respectively.

## 20 ELECTRODE CELLS



**FIGURE 6.** Voltage (V) & Current (I) vs Time (t) for 20 Electrode Cells

Figure 6 shows the graph of the relationship between V and I concerning time for seawater with and without  $\text{NaCHO}_3$  in a series of 20 Electrode Cells. The characteristics that arise are similar to the characteristics that occur in the previous graphic image. The value of voltage V and current I that occurs is 4x greater than the value obtained using 5 electrode cells. There was also a decrease in the average power and generation capacity when using  $\text{NaCHO}_3$ , which decreased from 0.038 Ah and 0.0380 Watt to 0.022 Ah and 0.0288 Watt, respectively.

## CONCLUSIONS

The use of  $\text{NaCHO}_3$  to prevent corrosion of copper for prolonging its service life apparently resulted in a decrease in the performance of Voltaic cells. The increasing number of electrode cells corresponds to the increase in voltage and current. Power and power generation capacity also increase as the number of electrodes used increase.

## ACKNOWLEDGMENTS

This work is supported by PTUPT of the Indonesian Ministry of Education and Culture (Grant numbers: 8044/UN 4.1.2.3/PL.02.00/2021).

## REFERENCES

1. S. Asmarani, "Analysis of Oranges and Orange Peels as Electrolyte Solutions on Electricity of Voltaic Cells" In Undergraduate Thesis, Lampung State University, Lampung, (2019), [In Bahasa]
2. Ministry of Energy and Mineral Resources, "Amount of New Renewable Energy Supply in 2017," Jakarta. (2018), [In Bahasa].
3. T. Susana, "Water as a Source of Life," Oceana, Volume XXVIII, Number 3, 2003), pp 17-25, [In Bahasa].
4. Ministry of Maritime Affairs and Fisheries. "Strategic Plan. Ministry of Maritime Affairs and Fisheries, Jakarta, 2017, [In Bahasa].
5. Kuwahara, "Marine Geology," Erlangga, Jakarta, (2001), [In Bahasa].
6. Riyanto, "Electrochemistry and its Applications," Graha Ilmu, Yogyakarta, (2013), [In Bahasa].
7. R. Chang, R. "General Chemistry: The essential Concepts". Erlangga. Jakarta, (2003), [In Bahasa].
8. C. Lamy, E. M. Belgsir dan J. M. Leger, "Electrocatalytic Oxidation of Aliphatic Alcohols Application to The Direct Alcohol Fuel Cell," Journal Application Electrochem No. 31, (2001), [In Bahasa].
9. N. Sodikin, R. Sri dan Prayitno, "Submicroscopic Macroscopic Representation and Working Principles of Electrochemical Cells." Journal of State University of Malang, Volume 2 Number 1, (2013), [In Bahasa].

10. M. R. Harahap. "Electrochemical Cells: Characteristics and Applications." Ar-Raniry State Islamic University, Banda Aceh, (2016), [In Bahasa].
11. C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich. "Electrochemistry," Wiley VCH. USA, (2007)
12. K. C. Rizki. "Analysis of the Effect of Electroplating Silver (Ag) on Copper (Cu) on the Electrical Characteristics of Seawater as a Source of Renewable Electrical Energy." Undergraduate thesis, Lampung State University, Lampung, (2019). [In Bahasa].
13. W. Bela, "Implementation of Joule Thief Toroid in Voltaic Cu(Ag)Zn Cells with Seawater Electrolytes as a source of Lighting in Coastal Communities and Remote Islands." undergraduate thesis, Lampung State University, Lampung, (2019), [In Bahasa].
14. B. Mismail, "Electrical Circuits." First edition, Bandung Institute of Technology, Bandung, (1995), [In Bahasa].