

**LAPORAN *ON THE JOB TRAINING* II
BANDAR UDARA HANG NADIM BATAM
(2 OKTOBER 2023– 29 FEBRUARI 2024)**

***PROTOTYPE* MONITORING KONDISI LAMPU DAN SUDUT
BOX PRECISION APPROACH PATH INDICATOR (PAPI)
MENGUNAKAN *WIRELESS* BERBASIS
MIKROKONTROLER**



Oleh :

MEYRA NANDITTA
NIT. 30121037

**PROGRAM STUDI D-III TEKNIK LISTRIK BANDAR UDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN

“ *Prototype Monitoring Kondisi Lampu dan Sudut Box Precision Approach Path Indicator (PAPI) Menggunakan Wireless Berbasis Mikrokontroler* ”

Oleh :


MEYRA NANDITTA
NIT. 30121037

Laporan *On The Job Training II* Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat penilaian *On The Job Training*

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing

Supervisor OJT II


DWIYANTO, ST, M.Pd
NIP. 19690420 199103 1 004


DOLLY RUDY MANIK
NIP. 19740504 200701 1 002

Mengetahui,

Equipment & ICT Senior Manager



GUNAWAN SONY T.M
NIP. 19660417 199103 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan *On The Job Training* telah dilakukan pengujian didepan Tim Penguji pada tanggal 29 Februari tahun 2024 dan dinyatakan memenuhi syarat sebagai salah satu komponen penilaian *On the Job Training*

Tim Penguji,

Penguji 1



DWIYANTO, ST, M.Pd
NIP. 19690420 199103 1 004

Penguji 2



DOLLY RUDY MANIK
NIP. 19740504 200701 1 002

Mengetahui,

Ketua Program Studi
D 3 Teknik Listrik Bandara



RIFDIAN I.S, ST, MM, MT
NIP. 19810629 200912 1 002

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan Rahmat dan Karunia-Nya yang telah memberikan kesehatan, pengetahuan, keterampilan, pengalaman yang senantiasa diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan *On the Job Training* (OJT) di Bandara Internasional Hang Nadim Batam sesuai dengan waktu yang telah disediakan.

Penulis menyusun laporan ini berdasarkan data-data dan hasil observasi nyata di lapangan yang dilaksanakan pada tanggal 2 Oktober 2023 sampai dengan 29 Februari 2024 di Bandara Internasional Hang Nadim Batam.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya karena dalam penulisan laporan ini penulis menerima banyak bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak bandara. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu selama proses penyusunan Laporan OJT ini, terutama kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi karunianya sehingga penulis bisa menyelesaikan laporan *On the Job Training*.
2. Kedua orang tua dan keluarga besar, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, serta dukungan penuh baik berupa moral maupun materi.
3. Bapak Ir. Agus Pramuka, M.M. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
4. Bapak Rifdian I.S, ST, MM, MT, selaku Ketua Program Studi D 3 Teknik Listrik Bandara.
5. Bapak Pikri Ilham, selaku direktur PT.BIB.
6. Bapak Gunawan Sonny T.M, S.T, selaku Senior Manager Equipment & ICT.
7. Bapak Dolly Rudy Manik, selaku Supervisor OJT Teknik Listrik Bandar Udara Angkatan XVI di Bandar Udara Hang Nadim Batam.

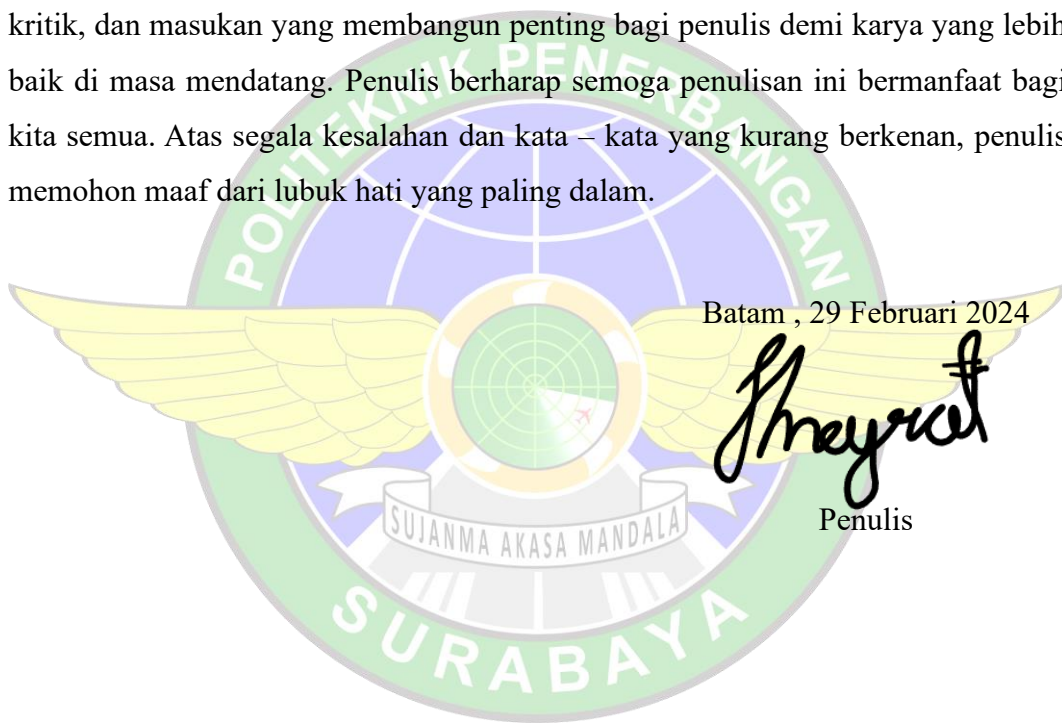
8. Bapak Boedi Soesanto, selaku tim Leader di Airfield Lighting System Bandar Udara Hang Nadim Batam.
9. Bapak Dwiyanto, ST, M.Pd selaku Dosen Pembimbing *On the Job Training*.
10. Seluruh senior di unit Listrik yang telah membantu dan membimbing kami dalam hal pembelajaran di Bandar Udara Hang Nadim Batam.
11. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak di luar unit Listrik dan teman-teman atas bimbingan dan bantuannya selama *On the Job Training (OJT)*.

Tentunya karya tulis ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu saran, kritik, dan masukan yang membangun penting bagi penulis demi karya yang lebih baik di masa mendatang. Penulis berharap semoga penulisan ini bermanfaat bagi kita semua. Atas segala kesalahan dan kata – kata yang kurang berkenan, penulis memohon maaf dari lubuk hati yang paling dalam.

Batam , 29 Februari 2024



Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan OJT.....	2
BAB II.....	3
2.1 Sejarah Singkat.....	3
2.1.1 Visi dan Misi Bandar Udara Hang Nadim.....	4
2.2 Data Umum.....	5
2.2.1 Data Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam.....	5
2.2.2 Fasilitas Sisi Udara (<i>Airside</i>).....	7
2.2.3 Fasilitas Sisi Darat (<i>Landside</i>).....	14
2.2.4 Fasilitas Pembangkit dan Transmisi Distribusi.....	15
2.2.5 Layout Bandara Internasional Hang Nadim Batam.....	25
2.3 Struktur Organisasi PT. Bandara Internasional Batam.....	26
BAB III.....	27
3.1 <i>Airfield Lighting System</i> (AFL).....	27
3.2 <i>Precision Approach Path Indicator</i> (PAPI).....	28
3.3 Monitoring.....	30
3.4 NodeMCU ESP8266.....	30
3.5 Sensor Sudut Gyroscope MPU6050.....	32
3.6 Sensor LDR.....	33
3.7 <i>Wireless Module JDY-40</i>	34
3.8 LGT8F328P LQFP32 MiniEVB Pro Mini.....	34
3.9 Adaptor.....	34
3.10 Lampu.....	35
3.11 Box plastik ukuran S2.....	36

3.12 Lensa fokus 15°	36
3.13 Kabel Jumper	36
3.14 Boost Converter MT3608	37
BAB IV	38
4.1 Lingkup Pelaksanaan <i>On the Job Training</i> (OJT)	38
4.2 Jadwal Pelaksanaan <i>On the Job Training</i> (OJT).....	39
4.3 Permasalahan	40
4.4 Penyelesaian Masalah	43
4.4.2 Rumusan Masalah.....	43
4.4.3 Batasan Masalah	43
4.4.4 Tujuan Penelitian	43
4.5 Perancangan Alat.....	44
4.5.1 Desain Alat.....	44
4.5.2 Cara Kerja Alat.....	46
4.5.3 Wiring Diagram Alat dan Pemrograman	48
4.6 Hasil Pengujian Alat.....	50
4.6.1 Rangkaian Alat.....	50
4.6.2 Uji Coba Alat.....	51
4.6.3 Data Pengujian Sensor LDR	52
4.6.4 Data Pengujian Sensor Sudut Gyroscope MPU6050	53
BAB V	54
5.1 Kesimpulan	54
5.1.1 Kesimpulan Permasalahan.....	54
5.1.2 Kesimpulan Pelaksanaan <i>On The Job Training</i> secara Keseluruhan.....	54
5.2 Saran	55
5.2.1 Saran Terhadap Permasalahan	55
5.2.2 Saran Pelaksanaan <i>On the Job Training</i> secara Keseluruhan.....	55
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Logo Bandara Internasional Batam.....	4
Gambar 2. 2 Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam.....	5
Gambar 2. 3 Lampu PAPI.....	9
Gambar 2. 4 Lampu Taxiway	10
Gambar 2. 5 Lampu Runway Edge.....	10
Gambar 2. 6 Lampu <i>Threshold</i>	11
Gambar 2. 7 Lampu <i>Runway End</i>	12
Gambar 2. 8 Lampu APH	12
Gambar 2. 9 Catu Daya PLN	15
Gambar 2. 10 Wiring Diagram Listrik Bandar Udara Hang Nadim Batam.....	15
Gambar 2. 11 Genset 1.....	15
Gambar 2. 12 Genset 2.....	16
Gambar 2. 13 Genset 3.....	17
Gambar 2. 14 Genset 5.....	18
Gambar 2. 15 Genset DVOR	19
Gambar 2. 16 Genset SS2	20
Gambar 2. 17 Genset <i>Portable</i>	21
Gambar 2. 18 Panel <i>Automatic Change Over Switch</i>	22
Gambar 2. 19 UPS <i>Power House</i>	22
Gambar 2. 20 UPS Terminal.....	23
Gambar 2. 21 PJU Parameter <i>Solar Cell</i>	23
Gambar 2. 22 Layout Bandar Udara Hang Nadim Batam	25
Gambar 2. 23 Layout Parking Stand Bandar Udara Hang Nadim Batam.....	25
Gambar 2. 24 Struktur Organisasi PT BIB	26
Gambar 3. 1 Airfield Lighting System.....	27
Gambar 3. 2 Precision Approach Path Indicator (PAPI)	28
Gambar 3. 3 Sistem Indikator Kemiringan Pendekatan Visual	29
Gambar 3. 4 NodeMCU ESP8266	31
Gambar 3. 5 Pinout NodeMCU ESP8266.....	31
Gambar 3. 6 Konstruksi Sensor Sudut MPU6050	32
Gambar 3. 7 Sensor Sudut Gyroscope MP6050	33
Gambar 3. 8 Sensor LDR.....	33
Gambar 3. 9 Wireless Module JDY-40.....	34
Gambar 3. 10 LGT8F328P LQFP32 MiniEVB Pro Mini.....	34
Gambar 3. 11 Adaptor 5V 3A.....	35
Gambar 3. 12 Lampu LED HPL 1W	35
Gambar 3. 13 Box X2	36
Gambar 3. 14 Lensa Fokus 15°.....	36
Gambar 3. 15 Kabel Jumper	37
Gambar 3. 16 Boost Converter MT3608	37
Gambar 4. 1 Pengecekan Rutin Kondisi Lampu dan Sudut PAPI	41
Gambar 4. 2 Jarak PAPI 04 dan Power House (PH).....	41
Gambar 4. 3 Jarak PAPI 04 dan Power House (PH).....	42
Gambar 4. 4 Blok Diagram Alat	44

Gambar 4. 5 Flowchart Cara Kerja Alat	46
Gambar 4. 6 Wiring Diagram Alat.....	48
Gambar 4. 7 "Pemrograman "PAPI SENSOR MODULE"	49
Gambar 4. 8 Pemrograman "PAPI WEBSERVER"	49
Gambar 4. 9 Bentuk Fisik Luar dan Dalam Prototype.....	50
Gambar 4. 10 Rangkaian Monitoring dan WebsERVER	50
Gambar 4. 11 Tampilan WebsERVER di Laptop Sebelum Terkoneksi.....	51
Gambar 4. 12 Tampilan WebsERVER di Laptop Sesudah Terkoneksi.....	51
Gambar 4. 13 Uji Coba Prototype Tanpa Kalibrasi Kaki Pada PAPI Prototype	52



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Data Umum Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam.....	5
Tabel 2. 2 Karakteristik Fisik Runway	7
Tabel 2. 3 Sistem Visual Aids Bandar Udara Hang Nadim Batam.....	8
Tabel 2. 4 Spesifikasi PAPI	9
Tabel 2. 5 Spesifikasi Taxiway Light	10
Tabel 2. 6 Spesifikasi Runway Edge Light.....	11
Tabel 2. 7 Spesifikasi <i>Threshold Light</i>	11
Tabel 2. 8 Spesifikasi <i>Runway End Light</i>	12
Tabel 2. 9 Spesifikasi <i>Approach Light</i>	13
Tabel 2. 10 Rincian Marka.....	13
Tabel 2. 11 Tabel Fasilitas Darat	14
Tabel 2. 12 Spesifikasi Genset 1	16
Tabel 2. 13 Spesifikasi Genset 2	17
Tabel 2. 14 Spesifikasi Genset 3	18
Tabel 2. 15 Spesifikasi Genset 5	19
Tabel 2. 16 Spesifikasi Genset DVOR.....	20
Tabel 2. 17 Spesifikasi Genset <i>Sub-Station 2</i>	20
Tabel 2. 18 Spesifikasi Genset <i>Portable</i>	21
Tabel 2. 19 Spesifikasi UPS <i>Power House</i>	22
Tabel 2. 20 Spesifikasi UPS Terminal	23
Tabel 2. 21 Spesifikasi <i>Solar Cell</i>	24
Tabel 3. 1 Spesifikasi NodeMCU ESP8266	31
Tabel 4. 1 Jadwal Kegiatan OJT	39
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Sensor LDR.....	52
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Sensor Gyroscope MPU6050.....	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelaksanaan *On The Job Training* atau OJT merupakan kewajiban bagi peserta taruna/i Program Studi Teknik Listrik Bandar Udara, sebagaimana tercantum dalam Peraturan Kepala Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Perhubungan Nomor PK.09/BPSDM-2016 tentang Kurikulum Program Pendidikan dan Pelatihan Pembentukan di Bidang Penerbangan. KP 22 tahun 2015 tentang pedoman teknis Operasional Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil Bagian 139-11 tentang Standar Kompetensi. Kalender Diklat Program Studi Teknik Listrik Bandar Udara.

On The Job Training (OJT) sendiri ialah program pembelajaran untuk terjun langsung ke lapangan kerja di Bandar Udara. *On The Job Training* (OJT) yang harus dilaksanakan oleh para taruna sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi semester dengan tujuan agar taruna memiliki pengalaman kerja di lapangan dan menjadi teknisi yang ahli khusus dalam bidang ini yaitu Teknik Listrik Bandara. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk mempersiapkan mental saat memasuki dunia pekerjaan nantinya

Kurikulum yang dimiliki Politeknik Penerbangan Surabaya ini untuk program studi ini bekerja sama dengan beberapa instansi terkait baik bandar udara yang dikelola oleh Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yaitu PT. Angkasa Pura I dan Unit Penyelenggara Bandar Udara (UPBU). Program studi Teknik Listrik Bandar Udara (TLB) sebagai program yang mempelajari tentang peralatan kelistrikan yang terdapat di sisi udara (*Air Side*) dan sisi darat (*Land Side*) Bandar Udara.

Pelaksanaan *On The Job Training* (OJT) yang pertama telah terlaksana melalui kerja sama dengan salah satu instansi bandar udara yang dikelola oleh Badan Usaha Milik Negara (BUMN) adalah Bandar Udara Iskandar Pangkalan Bun, yang bersedia dan mendukung adanya kurikulum dari Politeknik Penerbangan Surabaya yakni praktek kerja lapangan atau *On The Job Training* (OJT). Pada *On The Job Training* (OJT) I dibatasi dengan *Generator set dan Automatic*

*ChangeOver Switch (GNS), Uninterruptable Power Supply and Solar Cell (PSS), Transmisi dan Distribusi (TRD). Sedangkan pelaksanaan On the Job Training II dilaksanakan di Bandar Udara Hang Nadim Batam atau PT. BIB saat ini mencakup pembelajaran mengenai *Constant Current Regulator (CCR), Airfield Lighting System (ALS), Automatic Docking Guidance System (ADGS).**

Adapun Fasilitas sisi udara di Bandar Udara Hang Nadim Batam ini meliputi; *Runway, Visual Aids*, dan Alat Bantu Visual. *Visual Aids* Terdiri dari *Runway Edge Light, Approach Light, Precision Approach Path Indicator (PAPI), Runway End Light, Threshold Light, Taxiway Light, Apron Edge Light dan Apron Flood Light.*

1.2 Maksud dan Tujuan OJT

On the job training adalah pelatihan khusus untuk taruna atau peserta didik Diploma III yang mempraktekkan pengetahuan yang diperoleh di perkuliahan dan memungkinkan taruna yang memenuhi syarat lulus nantinya untuk cepat beradaptasi dengan lingkungan kerja.

Tujuan dari *On the Job Training* pada Diploma III adalah sebagai berikut:

1. Terwujudnya lulusan yang mempunyai sertifikat kompetensi sesuai standar nasional dan internasional serta memiliki daya saing tinggi.
2. Memahami budaya kerja dalam industri penyelenggaraan pemberian jasa dan membangun pengalaman nyata memasuki dunia industri (penerbangan) serta menyesuaikan (menyiapkan) diri dalam menghadapi lingkungan kerja setelah menyelesaikan studinya.
3. Membentuk kemampuan taruna dalam berkomunikasi pada materi/subtansi keilmuan secara lisan dan tulisan (laporan OJT dan Tugas Akhir).
4. Mengetahui dan memahami kebutuhan pekerjaan di tempat OJT.
5. Mengetahui atau melihat secara langsung penggunaan atau peranan teknologi terapan di tempat OJT.

BAB II

PROFIL LOKASI OJT

2.1 Sejarah Singkat

Pada tahun 1973 PT. Pertamina (Persero) yang dahulu Bernama PN Pertamina membangun sebuah *Air Strip* (Landasan Terbang Sementara/Darurat) sepanjang ± 700 meter yang digunakan untuk melayani penerbangan pesawat-pesawat kecil jenis *SKYVAN* dan *CESSNA* untuk menunjang kegiatan operasional PN Pertamina waktu itu. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk di Pulau Batam, maka pada tahun 1978 pengelolaan *Air Strip* diambil alih oleh Otorita Pengembangan Daerah Industri Pulau Batam (OPDIPB), sehingga *Air Strip* yang awalnya hanya dipergunakan untuk menunjang operasional dari PN Pertamina berubah menjadi Pelabuhan Udara (Pelud) kelas III, yang digunakan untuk dapat melayani penerbangan lain/komersil.

Pada tahun 1983 diadakan serah terima operasional Pelud Batam dari pihak Otorita Pengembangan Daerah Industri Pulau Batam (OPDIBP) kepada Dirjen Perhubungan Udara dan menetapkan Pelabuhan Udara Batam menjadi Pelabuhan Udara kelas II Umum. Pada bulan April Tahun 1983 Pelabuhan Udara Batam berubah nama dengan peresmiannya oleh Presiden Soeharto menjadi Bandar Udara Hang Nadim.

Seiring perkembangan dan kemajuannya tahun 195 status Pelabuhan Udara Hang Nadim berubah dari Bandar Udara kelas II menjadi Bandara Udara kelas I Internasional dan dalam tahun yang sama pula diadakan serah terima pengelolaan Bandar Udara kelas I Hang Nadim kembali dari Direktorat Perhubungan Udara kepada Otorita Pengembangan Daerah Industri Pulau Batam (OPDIM). Tidak hanya sampai disitu karena pada tahun 1999 Bandar Udara Hang Nadim resmi menyandang status sebagai Bandar Udara Kelas I Utam Internasional. Ditahun 2009 Pengelolaan Bandar Udara Hang Nadim Batam dilimpahkan kepada Badan Pengusahaan Batam yang bekerja sama dengan Kementrian Perhubungan.

Tahun 2016 *system* penyelenggaraan kegiatan Bandar Udara Hang Nadim berubah dengan diterbitkannya Peraturan Pemerintah Nomor 65 Tahun 2014

tentang penyelenggaraan kegiatan di Bandar Udara Hang Nadim Batam oleh Badan Pengusahaan Kawasan Perdagangan Bebas dan Pelabuhan Bebas Batam, atas dasar P Nomor 65 Tahun 2014 diterbitkannya Surat Keputusan Kepala Badan Pengusahaan Batam No. 165 Tahun 2016, Bandar Udara Hang Nadim resmi berubah status menjadi Badan Usaha Bandar Udara Hang Nadim. Adapun perubahan-perubahan dari struktur Organisasi Badan Usaha Bandara Udara Hang Nadim diatur dalam Peraturan Kepala Badan Pengusahaan Batam Nomor 156 Tahun 2016.

Pada tanggal 24 Juni 2022 telah dilakukan penandatanganan serah terima pengoperasian Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam dan resmi dikelola oleh Angkasa Pura I melalui PT. BIB (Bandara Internasional Batam) yang merupakan konsorsium yang dibentuk oleh Angkasa Pura I dengan kepemilikan saham 51%, Incheon Internasional *Airport Corporation* (IIAC) 30%, dan PT. Wijaya Karya (Persero) 19%. Adapun jangka waktu pengelolaan yang ditetapkan selama 25 tahun terhitung mulai dari Bandar Udara diresmikan.



Gambar 2. 1 Logo Bandara Internasional Batam
Sumber: PT. BIB, 2023

2.1.1 Visi dan Misi Bandar Udara Hang Nadim

a. Visi Bandar Udara Hang Nadim

“Transform Hang Nadim Airport to the Next Level and Provide a Pleasant Experience for Passengers”

b. Misi Bandar Udara Hang Nadim

1. Mewujudkan infrastruktur bandara modern melalui renovasi terminal yang ada dan pengembangan terminal baru.

2. Meningkatkan kualitas pelayanan bandara secara progresif untuk memenuhi standar internasional.
3. Mengoptimalkan sinergi dengan pemegang saham untuk menciptakan nilai melalui intensifikasi bisnis yang sudah ada dan penembangan bisnis baru.
4. Menjadi panutan praktik terbaik KPBU bandara di Indonesia.
5. Meningkatkan kemitraan dan sinergi dengan seluruh pemangku kepentingan untuk merevitalisasi Pembangunan ekonomi Batam.

2.2 Data Umum

2.2.1 Data Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam



Gambar 2. 2 Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam
Sumber : Dokumentasi Penulis, 2024

Tabel 2. 1 Data Umum Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam

Nama Bandara	Bandara Internasional Batam
Nama Kota	Batam
Provinsi	Kepulauan Riau
Lokasi Bandar Udara	9,18 NM E atau 14,6 km timur kota Batam
Koordinat Titik Refrensi (ARP) Bandar Udara dalam <i>system</i> WGS (<i>World Geodetic System</i>)	01 07' 07'' N 104 06' 50'' E
Elevasi Bandar Udara dalam MSL dan <i>Geoid Undulation</i>	128 feet MSL

Elevasi masing-masing ujung <i>Runway</i> dan titik tertinggi sepanjang <i>Runway</i>	WY 04/128 ft <i>Runway</i> 22/69 ft
Elevasi tertinggi pada zona <i>touchdown</i> untuk presisi <i>Runway</i>	RWY 04 =128 ft RWY 22 = 69 ft
Referensi <i>temperature</i> Bandar Udara	128 ft
<i>Rotary Beacon</i> Bandar Udara	<i>Beacon</i> bandara berlokasi diatas bangunan tower kontrol. Karakteristik: terdiri dari 2 lampu warna putih dan hijau bergantian, 2 lampu cadangan dengan putaran setiap 20x/menit.
Nama penyelenggara Bandara	Direktorat Jendral Perhubungan Udara
Alamat Bandar Udara	Jl. Hang Nadim, Batu Besar Batam
Alamat AFTN	WIDDZTZW, WIDDYOYW
Briefing Office Bandar Udara (Nomor telepon)	(0778) 761507
Jenis Penerbangan yang diijinkan	IFR dan VFR
Jenis <i>Runway</i>	Instrument/ <i>Precision</i>
Informasi Lainnya	
Jam Operasi Bandar Udara	H-24
Pelayanan Darat yang Tersedia	5 Perusahaan Ground Handling yang telah bersertifikat: PR. Gapura Angkasa
Prosedur Khusus	a. Embrasi dan Debarkasi Haji b. Prosedur penumpang VVIP
Tindakan Setempat	a. Pengaturan kegiatan paralayang dikawasan Batam b. Pengaturan lalu lintas kapal <i>Crane</i> yang menyeberang <i>final Approach Runway 22</i>

Lahan Parkir Kendaraan	Luas 27.192 M ² kapasitas 446 sedan atau sejenisnya.
Pengisian Bahan Bakar Pesawat Udara	Oleh Pertamina: - 2 tangki dengan kapasitas masing-masing 120.000 L. - 4 mobil tangka dengan kapasitas masing-masing 3.000 L. - 5 buah pompa dengan daya pancar masing-masing 4.200 GPM
Fasilitas pelayanan lain	
Fasilitas Bank	3 buah bank, 5 buah ATM, dan 2 buah <i>Money Changer</i>
Kantor Pos	1 Buah
Konter Taxi	1 Buah
Konter Agen Perjalanan	2 buah (keluar negeri)
Hotel Reservasi	2 Buah

Sumber: Arsip data BIB, 2021

2.2.2 Fasilitas Sisi Udara (*Airside*)

a. Karakteristik Fisik *Runway*

Tabel 2. 2 Karakteristik Fisik *Runway*

1.	Nomor <i>Runway</i>	04	22
2.	Arah <i>Runway</i> Sebenarnya	042	222
3.	Dimensi RWY	4025 x 45 M	4025 x 45 M
4.	Kekuatan (PCN) dan Permukaan RWY	PCN 85/F/C/X/T Aspalt	PCN 85/F/C/X/T Aspalt
5.	Koordinat THR	01 06' 26.58" N 104 06' 24.04" E	01 08' 04.50" N 104 07' 50.84" E
6.	Slope memanjang RWY	0.02%	0.06%
7.	Dimensi dan permukaan SWY	60 x 45 M	60 x 45 M

8.	Dimensi dan Permukaan CWY	210 x 300 rumput	240 x 300 rumput
9.	Dimensi dan Permukaan RWY Strip	4235 x 300 M rumput	4265 x 300 M rumput
10.	OFZ	NIL	NIL
11.	Keterangan	Instrument	Non Instrument

Sumber: Arsip Data BIB, 2021

b. Sistem Visual Aids

Tabel 2. 3 Sistem Visual Aids Bandar Udara Hang Nadim Batam

Peralatan	Runway 04	Runway 22
RWY Edge Light LENSpacing Colour 2 Circuit	White, Omnidirectional Elevated edge light at intervals, 4025	White, 4025
Precision Approach Path Indicator (PAPI)	White/Red	White/Red
Runway End Lighting	Red, Unidirectional, Inset Lighting	Red, Unidirectional, Inset Lighting
Threshold Lighting	Green, Unidirectional Lighting/Inset Light	Green, Unidirectional Lighting/Inset Light
Taxiway Edge Lighting	Blue, Omnidirectional Elevated Lighting	Blue, Omnidirectional Elevated Lighting
Runway End Identification Light (REIL)	White, Yellow Directional Lighting (REIL)	-
Apron Edge Light	Blue, Omnidirectional Elevated Lighting	-
Apron Flood Light	Omnidirectional Elevated Lighting	-

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

Keterangan:

- PAPI Operasional *Runway 04* Slope 3.00⁰
 - PAPI Operasional *Runway 22* Slope 3.00⁰
1. *Precision Approach Path Indicator* (PAPI)



Gambar 2. 3 Lampu PAPI
 Sumber: Dokumentasi penulis, 2023

Tabel 2. 4 Spesifikasi PAPI

Merk	<i>AIRSAFE</i>
Tipe	PAPI 300 (PDL-620)
Daya	3 x 105 W
Frekuensi	50 Hz
Jumlah	R/W 04: 4 Buah R/W 22: 4 Buah
Tahun Instalasi	2016
Penempatan	R/W 04 dan R/W 22

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

2. Taxiway Light



Gambar 2. 4 Lampu Taxiway
Sumber: Data Peralatan BIB

Tabel 2. 5 Spesifikasi Taxiway Light

Merk	AIRSAFE
Tipe	EOL-TE-LED
Daya	9 W
Frekuensi	50 Hz
Jumlah	89 Buah
Tahun Instalasi	2012 dan 2019
Penempatan	Taxiway E

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

3. Runway Edge Light



Gambar 2. 5 Lampu Runway Edge
Sumber: PT. Bandara Internasional Batam

Tabel 2. 6 Spesifikasi *Runway Edge Light*

Merk	<i>HONEYWELL</i>
Tipe	R T O 25
Daya	150 W
Frekuensi	50 Hz
Jumlah	124 Buah
Tahun Instalasi	2009
Penempatan	R/W

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

4. *Threshold Light*



Gambar 2. 6 Lampu *Threshold*
 Sumber: PT Bandara Internasional Batam

Tabel 2. 7 Spesifikasi *Threshold Light*

Merk	<i>HONEYWELL</i>
Tipe	INL-RN/S
Daya	2 x 105 W
Frekuensi	50 Hz
Jumlah	31 Buah di R/W 04 14 Buah di R/W 22
Tahun Instalasi	2009
Penempatan	R/W 04 dan 22

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

5. *Stopway Light*



Gambar 2. 7 Lampu *Stopway*
 Sumber: PT Bandara Internasional Batam

Tabel 2. 8 Spesifikasi *Runway End Light*

Merk	<i>HONEYWELL</i>
Tipe	INL-RN/S
Daya	105 W
Frekuensi	50 Hz
Jumlah	8 Buah di R/W 04 11 Buah di R/W 22
Tahun Instalasi	2009
Penempatan	R/W 04 dan R/W 22

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

6. *Approach Light*



Gambar 2. 8 Lampu APH
 Sumber: Dokumentasi penulis, 2023

Tabel 2. 9 Spesifikasi *Approach Light*

Merk	<i>HONEYWELL</i>
Tipe	ATR
Daya	105/150W
Frekuensi	50 Hz
Jumlah	166 Buah
Tahun Instalasi	2009
Penempatan	R/W 04

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

c. Alat Bantu Visual Lain:

1. *Runway Holding Position* : Tidak Tersedia
2. *Intermediate Holding Position* : Tidak Tersedia
3. *Stopbar* : Tidak Tersedia
4. *Stanby Lighting Available* : Tidak Tersedia
5. *Wind Direcion Indicator* : Tersedia
6. Landing-T : Tersedia
7. *Obstruction Light* : Tersedia
8. *Sirene* : Tersedia

d. Rincian Marka

Tabel 2. 10 Rincian Marka

NO	Lokasi	Marka	Keterangan
1.	<i>Runway</i>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Centerline</i> - <i>Side Stripe</i> - <i>Threshold</i> - <i>Aming Point</i> - <i>Runway Designation</i> - <i>Runway End</i> 	Omnidirectional White

2.	Taxiway	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Centerline</i> - <i>Side Stripe</i> - <i>Runway Holding Position</i> - <i>Nose Wheel Guidance</i> 	<i>Edge Light, Type Omni, Taxiway Guidance Sign</i>
3.	Apron	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Lead Line</i> - <i>Parking Stand</i> - <i>Stand Identification</i> - <i>Apron Edge</i> - <i>Apron Service Road</i> 	

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

2.2.3 Fasilitas Sisi Darat (Landside)

Tabel 2. 11 Tabel Fasilitas Darat

NO	Lokasi	Keterangan
1.	Terminal	<ul style="list-style-type: none"> - Terminal Penumpang Domestik - Terminal Penumpang Internasional - Terminal kargo
2.	Fasilitas Penunjang	<ul style="list-style-type: none"> - Gedung VIP - Parkir Kendaraan - Patung Rajawali Bandara Hang Nadim
3.	Menara	Tower ATC
4.	Bangunan Operasional	<ul style="list-style-type: none"> - Kantor AIRNAV - Kantor Meterologi - Kantor DPPU (Pertamina)
5.	Kantor Fasilitas Listrik	<ul style="list-style-type: none"> - Kantor PH - Kantor Bangunan dan Landasan
6.	Perumahan Karyawan	<ul style="list-style-type: none"> - Komplek Rajawali - Komplek Cenderawasih

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

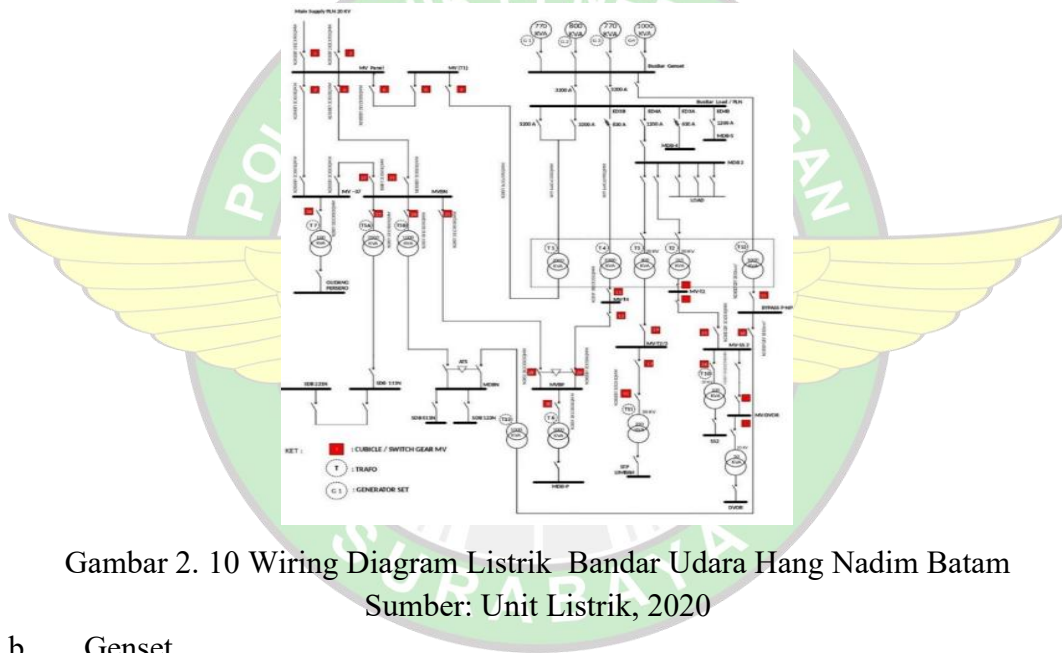
2.2.4 Fasilitas Pembangkit dan Transmisi Distribusi

a. Catu Daya Utama



Gambar 2. 9 Catu Daya PLN
Sumber: PT Bandara Internasional Batam

1. Transmisi Distribusi Bandar Udara Hang Nadim Batam



Gambar 2. 10 Wiring Diagram Listrik Bandar Udara Hang Nadim Batam
Sumber: Unit Listrik, 2020

b. Genset

1. Genset 1



Gambar 2. 11 Genset 1
Sumber: PT Bandara Internasional Batam

Tabel 2. 12 Spesifikasi Genset 1

ALTERNATOR	
Merk	<i>STAMFORD</i>
SN	X15528
Daya	770 kVA
Phasa	3 Phasa
Frekuensi	50 Hz
Rpm	1500
Voltage	380 V
Cos ϕ	0.8
ENGINE	
Merk	MITSUBISHI
Negara	Japan
Tipe	S6R2-PTAA
SN	380 29984
INSTALASI	
Tahun	2007
Penempatan	<i>Power House</i>

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

2. Genset 2



Gambar 2. 12 Genset 2

Sumber: PT Bandara Internasional Batam

Tabel 2. 13 Spesifikasi Genset 2

ALTERNATOR	
Merk	<i>STAMFORD</i>
SN	X1J410642
Daya	800 kVA
Phasa	3 Phasa
Frekuensi	50 Hz
Rpm	1500
Voltage	380 V
Cos φ	0.8
ENGINE	
Merk	PERKINS
Negara	<i>England</i>
Tipe	679BKW 175 DEG
INSTALASI	
Tahun	2012
Penempatan	<i>Power House</i>

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

3. Genset 3



Gambar 2. 13 Genset 3

Sumber: PT Bandara Internasional Batam

Tabel 2. 14 Spesifikasi Genset 3

ALTERNATOR	
Merk	<i>STAMFORD</i>
SN	X0711333616
Daya	770 kVA
Phasa	3 Phasa
Frekuensi	50 Hz
Rpm	1500
Voltage	380 V
Cos φ	0.8
ENGINE	
Merk	MITSUBISHI
Negara	Japan
Tipe	S6R2-PTAA
SN	29822
INSTALASI	
Tahun	2007
Penempatan	<i>Power House</i>

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

4. Genset 5



Gambar 2. 14 Genset 5

Sumber: PT Bandara Internasional Batam

Tabel 2. 15 Spesifikasi Genset 5

ALTERNATOR	
Merk	<i>CATEPILLAR</i>
SN	11151
Tipe	26139
Daya	450 kVA
Phasa	3 Phasa
Frekuensi	50 Hz
Rpm	1500
Voltage	380 V
Cos φ	0.8
ENGINE	
Merk	DEUTZ MWM
Tipe	TBD234V12
SN	234.12.03417
INSTALASI	
Tahun	1992
Penempatan	<i>Power House</i>

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

5. Genset DVOR (*Doppler VHF Omni-Directional Range*)



Gambar 2. 15 Genset DVOR
 Sumber: PT Bandara Internasional Batam

Tabel 2. 16 Spesifikasi Genset DVOR

Merk/Tipe Mesin	<i>DEUTZ/SF4L-912</i>
Merk Generator	<i>SIEMENS</i>
Daya	<i>30 kVA</i>
Frekuensi	50 Hz
Jumlah	1 Unit
Tahun Instalasi	2011
Penempatan	DVOR

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

6. Genset *Sub-Station 2*



Gambar 2. 16 Genset SS2

Sumber: PT Bandara Internasional Batam

Tabel 2. 17 Spesifikasi Genset *Sub-Station 2*

Merk/Tipe Mesin	<i>CATEPILLAR</i>
Daya	<i>100 kVA</i>
Frekuensi	50 Hz
Jumlah	1 Unit
Tahun Instalasi	1994
Penempatan	Sub-Station 2 (SS2)

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

7. Genset Portable



Gambar 2. 17 Genset Portable
Sumber: PT Bandara Internasional Batam

Tabel 2. 18 Spesifikasi Genset Portable

<i>Engine</i>	<i>PERKINS 403D-11G</i>
<i>Generator</i>	<i>STAMFORD P1044E</i>
<i>Daya</i>	<i>10 kVA</i>
<i>KW</i>	<i>8</i>
<i>NO. Of Cylin</i>	<i>3</i>
<i>Bore x Stroke</i>	<i>77 x 81 mm</i>
<i>Piston Disp</i>	<i>1.131 Ltr</i>
<i>Fuel Consum</i>	<i>2.00 (75% Load) & 2.60 (100% Load)</i>
<i>Oil Capacity</i>	<i>4.9 Ltr</i>
<i>Dimension</i>	<i>1.510 x 810 x 1.020 mm</i>

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

c. Panel ACOS (*Automatic Change Over Switch*)



Gambar 2. 18 Panel *Automatic Change Over Switch*

Sumber: PT Bandara Internasional Batam

d. *Uninterruptible Power Supply (UPS)*

1. *UPS Power House*



Gambar 2. 19 *UPS Power House*

Sumber: PT Bandara Internasional Batam

Tabel 2. 19 Spesifikasi *UPS Power House*

Merk/Tipe	BORRI B9000 FXS
Lokasi	<i>Power House</i>
Daya	200 kVA
<i>Frequency</i>	50 Hz
Kapasitas Baterai	12 V 150 Ah x 50 Unit
Tahun Instalasi	2012

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

2. UPS Gedung Terminal



Gambar 2. 20 UPS Terminal
Sumber: PT Bandara Internasional Batam

Tabel 2. 20 Spesifikasi UPS Terminal

Merk/Tipe	<i>EATON POWER WARE 9390</i>
Lokasi	Terminal
Daya	160 kVA
<i>Frequency</i>	50 Hz
Kapasitas Baterai	12 V 150 Ah x 80 Unit
Tahun Instalasi	2008

Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

e. *Solar Cell*



Gambar 2. 21 PJU Parameter *Solar Cell*
Sumber: PT Bandara Internasional Batam

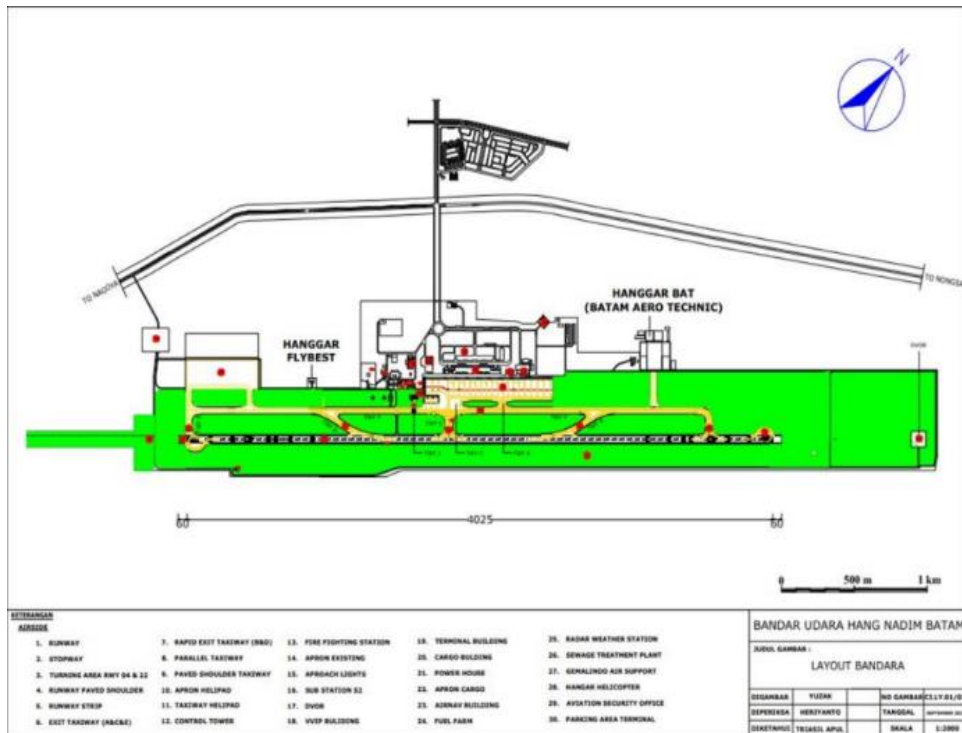
Tabel 2. 21 Spesifikasi *Solar Cell*

<i>Electrical Parameters</i>	LS1024	LS2024
<i>Nominal System Voltage</i>	12/24 VDC Auto Work	
<i>Rated Battery Current</i>	10 A	20 A
<i>Self-Consumption</i>	≤ 6 mA	
<i>Working Temperature</i>	-35°C to + 55°C	
<i>Terminal</i>	4 m	10 mm
<i>Battery Charging Type</i>	<i>Gel, Sealed & Flooded</i>	

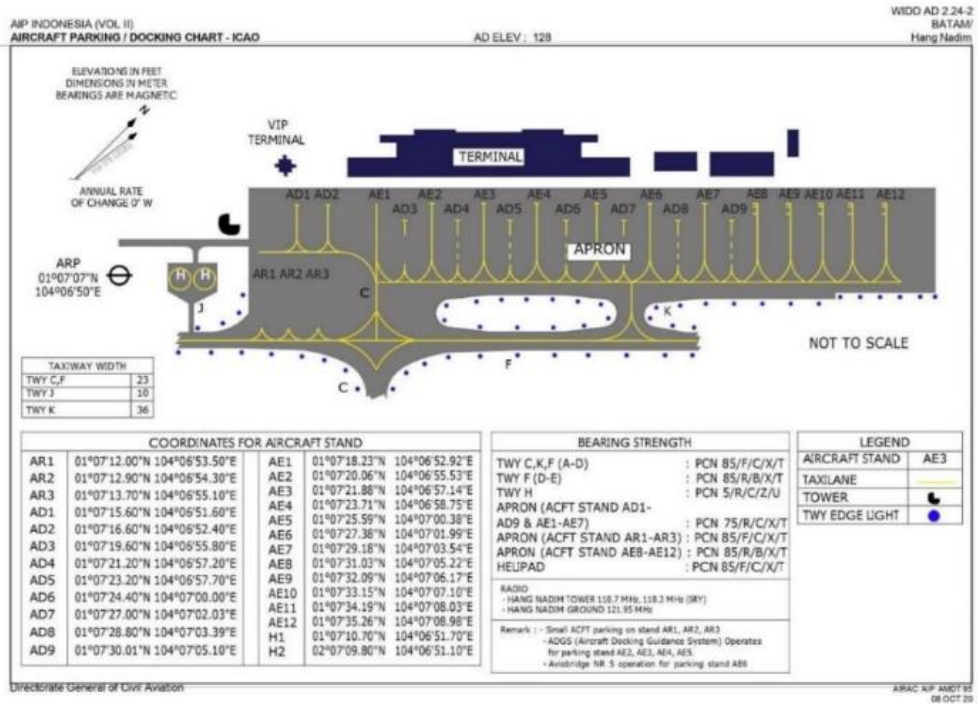
Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021



2.2.5 Layout Bandara Internasional Hang Nadim Batam



Gambar 2. 22 Layout Bandar Udara Hang Nadim Batam
Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021



Gambar 2. 23 Layout Parking Stand Bandar Udara Hang Nadim Batam
Sumber: Arsip Data PT BIB, 2021

2.3 Struktur Organisasi PT. Bandara Internasional Batam



Gambar 2. 24 Struktur Organisasi PT BIB
Sumber: Keputusan Direksi PT BIB 2023

PT. Bandara Internasional Batam memiliki struktur organisasi, dengan beberapa pejabat utama, yaitu:

1. Direktur Utama : Pikri Ilham Kurniansyah
2. Direktur Operasi : Nugroho Jati
3. Direktur Pemasaran : Doosum Choi
4. Direktur Keuangan : Eppy Dhanianto Wibowo
5. Direktur Teknik : Minjae Chun
6. Direktur SDM-Legal : Dwi

Unit Listrik atau electrical adalah salah satu unit yang dibawah naungan divisi Equipment & ICT. Beberapa unit lain juga dinaungi oleh divisi ini, diantaranya unit mekanikal, A2B (Alat - Alat Berat), dan elektronika bandara.

BAB III

TINJAUAN TEORI

3.1 *Airfield Lighting System (AFL)*

Airfield Lighting System (AFL) Sistem penerangan lapangan terbang adalah alat bantu pendaratan visual yang digunakan untuk mendukung dan membantu pesawat. Tinggal landas dan mendarat untuk melakukan *taxi* (jalan menuju apron) agar dapat bergerak secara efisien dan aman. Fasilitas AFL diperlukan bukan hanya karena cahaya atau penerangan yang dipancarkannya, melainkan lebih pada isyarat dan informasi yang diberikan, karena itu AFL diperlukan tidak hanya pada malam hari tapi juga pada siang hari dalam cuaca buruk atau atas permintaan penerbang. (Organization, 2018)

Sesuai peraturan Dirjen Perhubungan Udara KP No. 41 tahun 2017 *Airfield Lighting System* termasuk salah satu jenis rating yang harus dimiliki personel listrik penerbangan, sehingga diharap para teknisi listrik bandar udara selalu sigap dalam mengoperasikan dan merawat atau memelihara fasilitas AFL tersebut agar tetap dapat membantu operasional keselamatan penerbangan di Bandar udara. Penjelasan ini sesuai dengan peraturan Annex 14 bab 5 (5.3 light), *Aerodrome Design Manual part 4 (Visual Aids)*.



Gambar 3. 1 Airfield Lighting System
Sumber : (boldmethod.id)

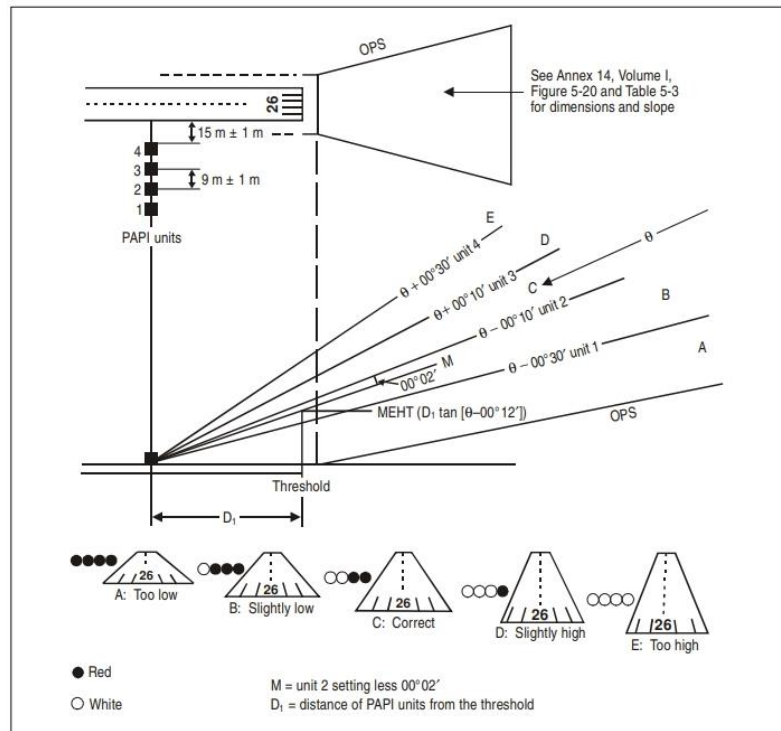
3.2 Precision Approach Path Indicator (PAPI)

Precision Approach Path Indicator (PAPI) adalah rambu penerangan yang memancarkan cahaya untuk membantu memberikan informasi kepada penerbang pada saat pesawat melakukan landing mengenai sudut luncur yang tepat dan memandu penerbang melakukan pendekatan menuju titik pendaratan pada area *touch down*.



Gambar 3. 2 *Precision Approach Path Indicator (PAPI)*
Sumber : Bandara Internasional Hang Nadim Batam

Precision Approach Path Indicator (PAPI) merupakan salah satu alat pendaratan visual yang berfungsi memandu pesawat udara yang akan mendarat dengan memberikan sudut pendaratan yang tepat kepada pesawat udara tersebut. Untuk landas pacu yang sudah dilengkapi dengan *Instrument Landing System (ILS)*, maka besarnya sudut pendaratan *Precision Approach Path Indicator (PAPI)* harus sama dengan sudut pendaratan yang diberikan oleh glide slope ILS. Konfigurasi *Precision Approach Path Indicator (PAPI)* terdiri dari empat unit yang dipasang berjajar pada bahu landasan pada jarak 15 meter (± 1 meter) dari tepi landasan pacu, selanjutnya jarak antar unit *Precision Approach Path Indicator (PAPI)* adalah 9 meter (± 1 meter). Ke empat unit *Precision Approach Path Indicator (PAPI)* tersebut harus dipasang dalam satu garis yang tegak lurus dengan garis tengah landasan pacu.



Gambar 3.3 Sistem Indikator Kemiringan Pendekatan Visual
Precision Approach Path Indicator (PAPI)

Sumber : (Aerodrome Design Manual, Part 4, Chapter 8)

PAPI terpasang pada sisi kanan dan kiri landasan atau kiri landasan (dilihat dari arah pesawat). Setiap unit PAPI memancarkan sinar berwarna putih dan merah dengan batas horizontal. Pemasangan unit-unit PAPI dibuat sedemikian hingga bagi penerbang akan melihat kombinasi warna merah dan putih yang dipancarkan memberikan petunjuk pada setiap posisi pesawat. (Aerodrome Design Manual, Part 4 (Visual Aids), Chapter 8 (Visual Approach Slope Indicator Systems))

Pada ICAO (International Civil Aviation Organization) Annex 14, Volume I, telah diatur yaitu Harmonisasi sinyal PAPI dan jalur luncur ILS atau MLS jalur luncuran minimum ke titik yang lebih dekat ke ambang batas dapat dicapai dengan meningkatkan *on-course* sektor dari 20 hingga 30. Sudut pengaturan untuk kemiringan luncur 3° akan menjadi $2^\circ 25'$, $2^\circ 45'$, $3^\circ 15'$ dan $3^\circ 35'$. Sudut pengaturan elevasi unit lampu di palang sayap PAPI harus sedemikian rupa sehingga, selama pendekatan, pilot pesawat yang mengamati sinyal satu putih dan tiga merah akan membersihkan semua objek di area pendekatan dengan margin yang aman.

Apabila sudut elevasi PAPI berubah kurang dari batas minimum yaitu $2^{\circ}25'$, maka pesawat akan mendarat sebelum *threshold* dan mengalami kecelakaan. Sebaliknya jika sudut PAPI berubah lebih dari batas maksimum yaitu $3^{\circ}35'$, maka pesawat mengalami over run mendarat melebihi *touchdown zone*.

3.3 Monitoring

Monitoring adalah proses rutin pengumpulan data dan pengukuran kemajuan atas objektif program. Memantau perubahan yang focus pada proses dan keluaran. Monitoring akan memberikan informasi tentang status dan kecenderungan bahwa pengukuran dan evaluasi yang disediakan berulang kali dari waktu ke waktu, pemantauan umumnya dilakukan untuk tujuan tertentu, untuk memeriksa proses terhadap suatu objek atau untuk mengevaluasi kondisi atau kemajuan menuju tujuan hasil manajemen atas efek Tindakan dari beberapa jenis Tindakan untuk mempertahankan manajemen yang sedang berjalan.

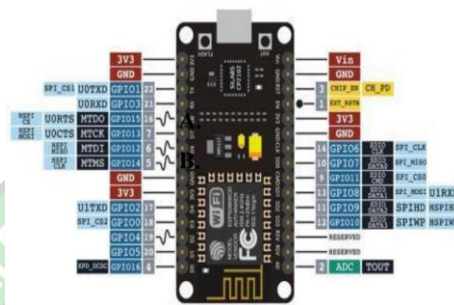
Secara umum monitoring bertujuan mendapatkan umpan balik bagi kebutuhan program proses pembelajaran yang sedang berjalan, dengan mengetahui kebutuhan ini pelaksanaan program akan segera mempersiapkan kebutuhan dalam pembelajaran tersebut. Kebutuhan bias berupa biaya yang dibutuhkan, berapa lama waktu yang tersedia untuk kegiatan tersebut. Dengan demikian akan diketahui pula berapa jumlah tenaga yang dibutuhkan, serta apa saja yang harus disediakan untuk melaksanakan program tersebut (Yahwe, 2016).

3.4 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 merupakan modul mikrokontroler yang didesain dengan ESP8266 di dalamnya. ESP8266 berfungsi untuk konektivitas jaringan Wifi antara mikrokontroler itu sendiri dengan jaringan Wifi. *NodeMCU* berbasis Bahasa pemrograman Lua namun dapat juga menggunakan Arduino.IDE untuk pemrogramannya (Septama, 2018)



Gambar 3. 4 NodeMCU ESP8266
 Sumber: Nurul Hidayati Lusita Dewi, 2019



Gambar 3. 5 Pinout NodeMCU ESP8266
 Sumber: Pangestu, 2019

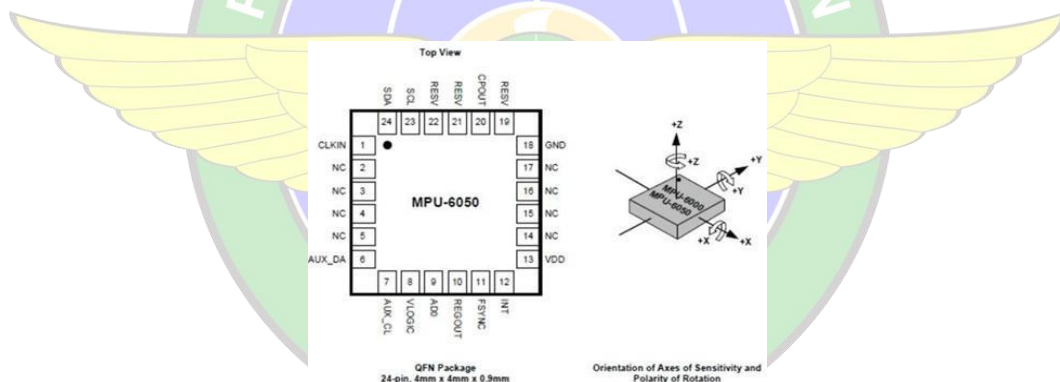
Tabel 3. 1 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

Spesifikasi NodeMCU ESP8266	
Mikrokontroler	ESP8266
Input Tegangan	3,3V – 5V
Ukuran Board	57 mm x 30 mm
GPIOs	17 (multiplexed with other functions)
Flash Memory	16 MB max (512K normal)
Standar	SPLN 50/97
Processor	Tensilica L106 32-bit
Processor Speed	80-169 MHz
RAM	32K+80K
Wireless	802.11 b/g/n standard
USB to Serial Converter	Ch340G
Analog to Digital	1 input with 1024 step resolution
Maximum Concurrent TCP connections	5
Wifi Direct (P2P), Soft-AP.	
Integrated TCP/IP Protocol Stack	

Sumber: Septama H. D., 2018

3.5 Sensor Sudut Gyroscope MPU6050

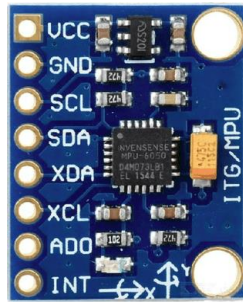
MPU-6050 adalah modul sensor yang terdapat dua fungsi didalamnya yaitu, accelerometer dengan micro-electromechanical system (MEMS) dan gyroscope dengan micro-electromechanical system (MEMS) dalam sebuah chip. Terdapat 16 pin analog yang dilakukan pengkonversian terlebih dahulu untuk menentukan sumbu, sehingga sensor ini dapat bekerja dengan maksimal. Nilai dari sumbu x, y, dan z pada sensor ini dapat diambil secara bersamaan dalam satu waktu. Sensor ini menggunakan Inter Integrated Circuit (interface I2C-bus) sebagai koneksi antara sensor dan Arduino. (Suprayogi, Fitriyah, Tibyani, 2019). MPU 6050 perangkat Motion Tracking pertama yang memiliki 6-axis dengan mengombinasikan 3-axis gyroscope, 3-axis accelerometer, dan sebuah Digital Motion Processor dalam sebuah perangkat kecil. Dilengkapi dengan I2C sensor bus, yang dapat menerima input langsung dari perangkat eksternal 3-axis compass untuk membuatnya menjadi 9-axis output.



Gambar 3. 6 Konstruksi Sensor Sudut MPU6050

Sumber : (edukasiaelektronika.com)

Tegangan yang dibutuhkan pada sensor MPU-6050 sebesar 3,3V. Modul sensor MPU-6050 ini mempunyai regulator tegangan sendiri sebesar 3.3 v sehingga dapat langsung dihubungkn tegangan maksimal 5V.



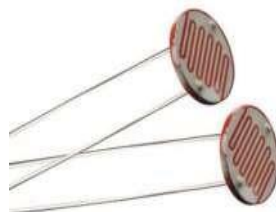
Gambar 3. 7 Sensor Sudut Gyroscope MP6050

Sumber : (edukasiaelektronika.com)

Gyroscope adalah sensor untuk mengukur atau mempertahankan orientasi. Perangkat ini bekerja dengan mengukur kecepatan sudut pada sumbu z, begitu pula dengan sumbu x dan y. Kelebihan dari gyroscope yaitu Gyroscope memiliki respon yang cepat dalam menghasilkan perubahan pada sudut. Kekurangan dari gyroscope yaitu ketidakteelitian dari pembacaan gyroscope, sudut kemiringan yang dihitung akan mengalami drift dari waktu ke waktu. (Jonathan dan Rippun, 2016:103)

3.6 Sensor LDR

LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan jenis resistor yang biasa digunakan sebagai pendeteksi cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. LDR terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang memiliki dua buah elektroda pada permukaannya. LDR adalah sebuah komponen elektronika yang termasuk ke dalam jenis resistor yang nilai resistansinya (nilai tahanannya) akan berubah apabila intensitas cahaya yang diserap juga berubah. Jika intensitas cahaya yang diterima rendah maka hambatan juga akan tinggi yang mengakibatkan tegangan yang keluar juga akan tinggi begitu juga sebaliknya disinilah mekanisme proses perubahan cahaya menjadi listrik terjadi (Ria, 2017).

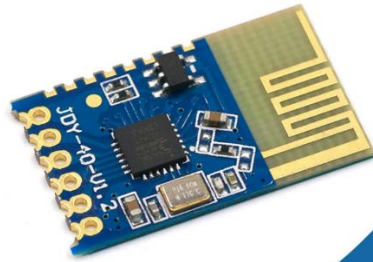


Gambar 3. 8 Sensor LDR

Sumber : (edukasiaelektronika.com)

3.7 *Wireless Module JDY-40*

Pemancar transmisi port serial nirkabel JDY-40 dengan teknologi 2.4G dan modul komunikasi jarak jauh menggunakan wifi dengan jarak 120 meter. Modul ini lah yang menjadi media komunikasi dan monitoring antar prototipe dan penerima mengenai kondisi lampu dan sudut papi



Gambar 3. 9 *Wireless Module JDY-40*
Sumber : (edukasiaelektronika.com)

3.8 LGT8F328P LQFP32 MiniEVB Pro Mini

Sebuah mikrokontroler pengganti arduino yang memiliki fungsi yang sama. Mudah untuk digunakan dan masi mikrokontroler bawaan arduino hanya dalam versi mini.



Gambar 3. 10 LGT8F328P LQFP32 MiniEVB Pro Mini
Sumber : (edukasiaelektronika.com)

3.9 Adaptor

Adaptor adalah sebuah rangkaian elektronika yang dapat mengubah tegangan AC menjadi DC. Rangkaian ini adalah alternatif pengganti dari sumber tegangan DC, misalnya batu baterai dan accumulator. Keuntungan dari adaptor dibanding dengan batu baterai atau accumulator adalah sangat praktis berhubungan dengan ketersediaan tegangan karena adaptor dapat di ambil dari sumber tegangan AC yang ada di rumah, di mana pada jaman sekarang ini setiap rumah sudah menggunakan listrik. Selain itu, adaptor mempunyai jangka waktu yang tidak terbatas asal ada

tegangan AC, tegangan AC ini sudah merupakan kebutuhan primer dalam kehidupan manusia. (Inggih Pangestu, 2022)



Gambar 3. 11 Adaptor 5V 3A
Sumber : (edukasielektronika.com)

3.10 Lampu

Lampu digunakan sebagai miniature dari lampu PAPI pada rancangan alat ini dan akan di monitoring kondisi nyala atau tidaknya dan pengurangan intensitas cahayanya. Disini penulis menggunakan 8 buah lampu yang berjenis lampu LED HPL 1 Watt. LED adalah kependekan dari Light Emitting Diode, yakni salah satu dari banyak jenis perangkat semikonduktor yang mengeluarkan cahaya ketika arus listrik melewatinya. High Power LED (HPL) adalah jenis LED yang memproduksi intensitas cahaya lampu yang lebih kuat dibanding jenis lampu LED lainnya. Akan tetapi jenis LED ini akan lebih cepat panas dibanding LED lain



Gambar 3. 12 Lampu LED HPL 1W
Sumber : (edukasielektronika.com)

3.11 Box plastik ukuran S2

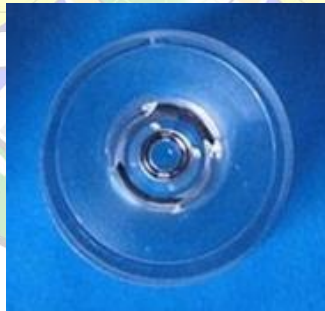
Perancangan prototipe dari lampu PAPI ini menggunakan box X2 dengan dimensi 11 x 5 x 4 sebagai miniature dari box lampu PAPI yang didalamnya nanti akan diisi dengan lampu LED, sensor arus, sensor lumen dan sensor sudut.



Gambar 3. 13 Box X2
Sumber : (edukasielektronika.com)

3.12 Lensa fokus 15°

Lensa untuk lampu HPL agar Cahaya lebih focus seperti PAPI dan jarak pandang lebih jauh sehingga dibutuhkan lensa sebesar 15°



Gambar 3. 14 Lensa Fokus 15°
Sumber : (edukasielektronika.com)

3.13 Kabel Jumper

Merupakan kabel elektrik yang memiliki pin konektor di setiap ujungnya. Pin konektor tersebut memungkinkan untuk menghubungkan dua komponen yang melibatkan *Arduino* tanpa membutuhkan solder. Kabel jumper ini berfungsi sebagai konduktor listrik untuk menyambungkan rangkaian listrik. Kabel jumper biasa

digunakan pada *projectboard* atau alat *prototyping* agar lebih mudah untuk memperbaiki rangkaian. Pin konektor yang terdapat pada ujung kabel terdiri dari konektor male dan konektor female. Konektor male berfungsi untuk menusuk dan konektor female untuk ditusuk.



Gambar 3. 15 Kabel Jumper
Sumber : (edukasielektronika.com)

3.14 Boost Converter MT3608

Boost Converter (Step-up) adalah converter daya DC to DC dengan tegangan output lebih besar dari tegangan input. Digunakan untuk meningkatkan daya input sesuai dengan daya yang diinginkan.



Gambar 3. 16 Boost Converter MT3608
Sumber : (edukasielektronika.com)

BAB IV

PELAKSANAAN OJT

4.1 Lingkup Pelaksanaan *On the Job Training* (OJT)

Pelaksanaan *On the Job Training* (OJT) 2 bagi Taruna Teknik Listrik Bandara Angkatan XVI Politeknik Penerbangan Surabaya diselenggarakan mulai tanggal 2 Oktober 2023 hingga 29 Februari 2024. Untuk tempat pelaksanaan OJT, dilaksanakan di PT Bandara Internasional Hang Nadim Batam. Dengan prosedur pemberian pelayanan unit tempat *On the Job Training* (OJT) 2 pada PT Bandara Internasional Hang Nadim Batam adalah Unit Listrik untuk menunjang berlangsungnya kegiatan operasional.

Unit Listrik adalah salah satu unit kerja dari PT Bandara Internasional Hang Nadim Batam, yang mempunyai tugas dan tanggung jawab mengoperasikan, merawat dan melaksanakan perbaikan terhadap seluruh peralatan fasilitas listrik dan mekanikal. Fasilitas listrik meliputi *Airfield Lighting* (AFL) dan *Visual Aid* yang biasa digunakan sebagai pemandu visual bagi pilot untuk *Take-off* dan *landing* pesawat, dan sistem pembangkit (Transmisi Distribusi). Unit ini bertempat di Gedung *Power House* (PH). Adapun tugas utama unit listrik dalam kegiatan operasional sebagai berikut:

- a) Mengoperasikan
Mengaktifkan semua peralatan yang ditangani baik secara manual maupun auto sebelum jam operasional dan mematikan peralatan setelah kegiatan penerbangan selesai.
- b) Memelihara
Kegiatan pemeliharaan ini dilakukan untuk mengantisipasi hal – hal kecil yang berpotensi menjadi kerusakan berat (Off) pada peralatan yang ditangani, dengan cara memeriksa dengan cara memeriksa sistem kerja dan operasi dari semua peralatan setiap hari (pagi hari) dan melaksanakan perbaikan ringan.
- c) Memperbaiki
Kegiatan perbaikan ini dilakukan untuk mencegah terhambat / terhentinya pelayanan jasa, baik yang berdampak langsung kepada penumpang maupun

pesawat udara yang mana kegiatan perbaikan (*maintenance*) ini dilakukan pada malam hari (*bandara close / off*) agar tidak mengganggu aktifitas pelayanan operasional bandara.

4.2 Jadwal Pelaksanaan *On the Job Training* (OJT)

Pelaksanaan program *On the Job Training* (OJT) 2 bagi Taruna Program Diploma III Teknik Listrik Bandara Politeknik Penerbangan Surabaya dimulai sejak tanggal 2 Oktober 2023 sampai dengan 29 Februari 2024 dan dilaksanakan di Unit Listrik PT Bandara Internasional Hang Nadim Batam.

Untuk waktu pelaksanaannya dimulai dari pukul 06.00 – 14.00 WIB (Dinas Pagi) dan 14.00 – 22.00 WIB (Dinas Siang) dari Senin sampai Jum'at, serta Sabtu dan Minggu libur. Selama proses OJT berlangsung taruna dibimbing dan diawasi oleh Supervisor, Pemimbing OJT dan Senior Alumni Politeknik Penerbangan lainnya yang ditempatkan sebagai tenaga kerja ada Bandara terkait.

Tabel 4. 1 Jadwal Kegiatan OJT

NO	NAMA	OKTOBER				NOVEMBER				DESEMBER				JANUARI				FEBRUARI			
		MINGGU				MINGGU				MINGGU				MINGGU				MINGGU			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Meyra Nanditta																				

4.3 Permasalahan

Pelaksanaan *On The Job Training* (OJT) 2 telah dilaksanakan selama 5 bulan di Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam oleh Tar/i Politeknik Penerbangan Surabaya yang didampingi dan dibimbing oleh para Teknisi Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam. Bandar Udara adalah sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landas yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya. *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) merupakan salah satu alat bantu pendaratan pesawat udara secara visual berupa lampu penerangan yang berfungsi membantu penerbang saat melakukan pendaratan (landing) di landasan pacu agar dapat mendarat (landing) dengan efisien dan aman. Informasi dan isyarat visual pada PAPI diatur dalam MOS (*Manual Of Standart*) bagian 139 tentang *aerodromes* yaitu PAPI memiliki jangkauan visual efektif sekitar 5 mil di siang hari dan 20 mil pada malam hari. Cahaya yang dipancarkan oleh PAPI berwarna merah satu arah dengan intensitas cahaya 5.000 cd dan *clear* (putih) dengan intensitas cahaya 15.000 cd pada arah *approach* menuju *runway*.

Penerbang pada saat akan melakukan pendaratan tidak hanya melihat instrument yang terdapat pada cockpit pesawat, akan tetapi penerbang juga melihat kondisi medan diluar pesawat dengan bantuan penerangan visual dari AFL (*Airfield Lighting System*) salah satunya adalah *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) untuk membantu penerbang agar dapat melihat jalur pendekatan ke runway pada jarak penglihatan yang rendah dengan mensinkronkan antara instrument dan visual. Oleh karena itu lampu pada PAPI perlu dijaga kondisi nyala atau tidaknya, lumennya sudah menyentuh batas minimal atau belum dan sudut dari box lampu PAPI tersebut karena dapat mempengaruhi penglihatan penerbang dan lancarnya penerbangan yang berlangsung.

Dalam pelaksanaan OJT ini penulis menemukan masalah berupa proses monitoring kinerja lampu PAPI oleh teknisi masih dilakukan secara manual yaitu dengan datang langsung ke lapangan sehingga kurang efektif dan efisien dalam hal waktu. Teknisi melakukan pengecekan lampu PAPI setiap malam ketika

penerbangan sudah selesai. Pada saat pagi hari atau dimulainya penerbangan sampai selesainya penerbangan teknisi standby di tempat standby, jika lampu PAPI tidak nyala atau off dan ketika sudut dari box lampu PAPI berubah pada saat digunakan maka tidak ada indikator apapun yang bisa menginformasikan kepada teknisi, maka biasanya teknisi mendapat laporan atau info dari penerbang melalui petugas ATC (*Air Traffic Controller*) bahwa lampu PAPI tidak nyala (*off*) begitupun juga ketika kemiringan dari sudut PAPI kurang tepat. Dan ketika teknisi akan mengganti lampu PAPI yang tidak nyala tersebut, maka harus mematikan sumbernya dari ruang standby teknisi dan nantinya keempat box lampu papi akan mati semuanya. Bandar Udara Hang Nadim Batam memiliki 2 PAPI, yaitu PAPI Runway 04 dan PAPI Runway 22 dengan jarak PAPI mencapai 3-7 Km dari Power House (PH) mengakibatkan PAPI sangat membutuhkan adanya monitoring jarak jauh terhadap kondisi lampu dan sudut PAPI



Gambar 4. 1 Pengecekan Rutin Kondisi Lampu dan Sudut PAPI
Sumber : Dokumentasi OJT, 2023



Gambar 4. 2 Jarak PAPI 04 dan Power House (PH)
Sumber : Google Earth



Gambar 4. 3 Jarak PAPI 04 dan *Power House* (PH)

Sumber : Google Earth

Lampu *Precision Approach Path Indicator* (PAPI) perlu di jaga dalam segi kehandalannya dengan melakukan persiapan fasilitas secara aktif yaitu dengan cara melakukan pengecekan atau monitoring terhadap kondisi menyala atau tidaknya lampu pada PAPI dan sudut *box* PAPI. Dengan permasalahan yang dihadapi oleh teknisi, penulis berinisiatif mencoba memecahkan masalah dengan cara pilihan lain dalam monitoring kondisi menyala atau tidaknya lampu dan sudut kemiringan *box Precision Approach Path Indicator* (PAPI) dari jarak jauh pada Bandara Internasional Hang Nadim Batam. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis tertarik untuk mengangkat judul **“PROTOTYPE MONITORING KONDISI LAMPU DAN SUDUT BOX PRECISION APPROACH PATH INDICATOR (PAPI) MENGGUNAKAN WIRELESS BERBASIS MIKROKONTROLER.**

4.4 Penyelesaian Masalah

4.4.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan Rumusan Masalah diatas, mak diperoleh masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring kondisi lampu dan sudut box PAPI?
2. Apakah sistem monitoring kondisi lampu pada Precision Approach Path Indicator (PAPI) ini dapat mengetahui kondisi nyala atau tidaknya lampu pada PAPI?
3. Apakah sistem monitoring sudut box Precision Approach Path Indicator (PAPI) ini dapat mengetahui perubahan dari sudut box PAPI ?

4.4.3 Batasan Masalah

Pada penyusunan laporan On The Job Training ini, terdapat beberapa Batasan masalah, yaitu :

1. Sistem monitoring sudut box Precision Approach Path Indicator (PAPI) ini hanya memberikan informasi jika box PAPI mengalami perubahan sudut.
2. Prototype monitoring kondisi lampu dan sudut *box Precision Approach Path Indicator* (PAPI) ini menggunakan sinyal *Wifi* dengan jangkauan sinyal 120 meter sebagai penghubung informasinya
3. Sistem Monitoring kondisi lampu dan sudut *box* PAPI disimulasikan pada *prototype* mini dengan catu daya berupa adaptor yang digunakan bertegangan 5 volt DC dan menggunakan lampu LED HPL 1 watt

4.4.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pembuatan alat berdasarkan rumusan masalah dan Batasan masalah yang ada adalah :

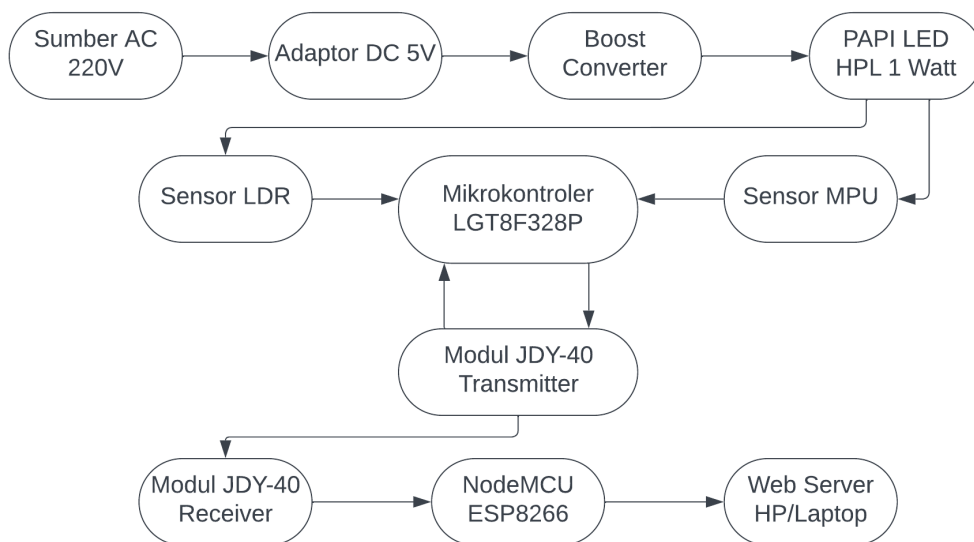
1. Untuk Mengetahui cara merancang ptootype monitoring kondisi lampu dan sudut box PAPI berbasis Mikrokontroler

2. Untuk Mengetahui sistem monitoring kondisi lampu pada Precision Approach Path Indicator (PAPI) ini dapat mengetahui kondisi nyala atau tidaknya lampu pada PAPI
3. Untuk Mengetahui sistem monitoring kondisi lampu pada Precision Approach Path Indicator (PAPI) ini dapat perubahan sudut box pada PAPI

4.5 Perancangan Alat

4.5.1 Desain Alat

Dalam proses perancangan kontrol dan monitoring kondisi lampu, lumen dan sudut *box Precision Approach Path Indicator (PAPI)* berbasis Mikrokontroler ini mengacu pada metode penelitian dan pengembangan. Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu, dengan menguji keefektifan produk tertentu. Berikut ini adalah rencana desain alat menggunakan blok diagram :



Gambar 4. 4 Blok Diagram Alat

Desain alat dari sistem monitoring pada lampu *Precision Approach Path Indicator (PAPI)* melalui *Webserver* Adapun komponen-komponen dari desain alat tersebut :

1. Webservice

Webservice ini dapat diakses di dua perangkat sekaligus menggunakan *WIFI* tanpa internet dengan tujuan dapat mengontrol hardware dari jarak jauh, serta dapat menampilkan data sensor secara realtime

2. Perangkat HP atau Laptop

Berfungsi sebagai media untuk memonitoring dan mengontrol sistem ini melalui webservice

3. Nodemcu ESP8266

Berfungsi sebagai mikrokontroler untuk memproses input dari Modul *Wireless receiver JDY40* menjadi output berupa tampilan web seperti yang kita inginkan.

4. Power supply (Adaptor 5 VDC)

Berfungsi untuk mengubah tegangan tinggi yang berbentuk AC menjadi tegangan rendah dengan sinyal arus DC searah.

5. Sensor MPU

Berfungsi untuk membaca perubahan Sudut

6. Sensor LDR

Berfungsi untuk membaca kondisi lampu *ON/OFF*

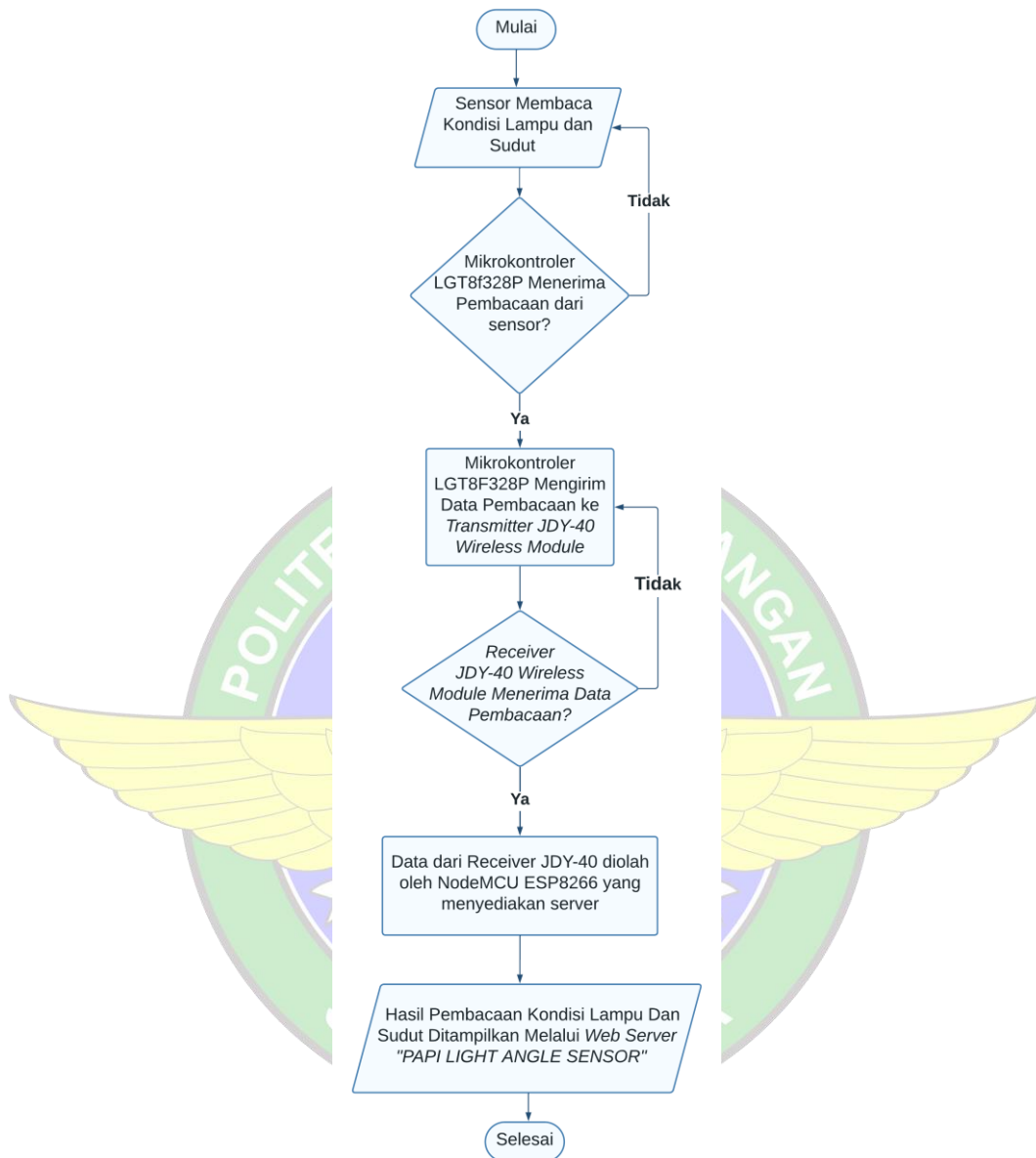
7. Mikrokontroler LGT8F328P

Berfungsi sebagai otak pemrograman sekaligus inialisasi data pembacaan sensor” yang ada untuk kemudia dikirim ke Modul *Wireless receiver JDY40*

8. Modul Wireless JDY40

Berfungsi sebagai modul utamaa monitoring jarak jauh yaitu *transmitter* dan *receiver* data pembacaan sensor” yang kemudian saling dihubungkan. Modul ini menggunakan frekuensi 2.4 GHz dengan jangkauan jarak 120 meter.

4.5.2 Cara Kerja Alat

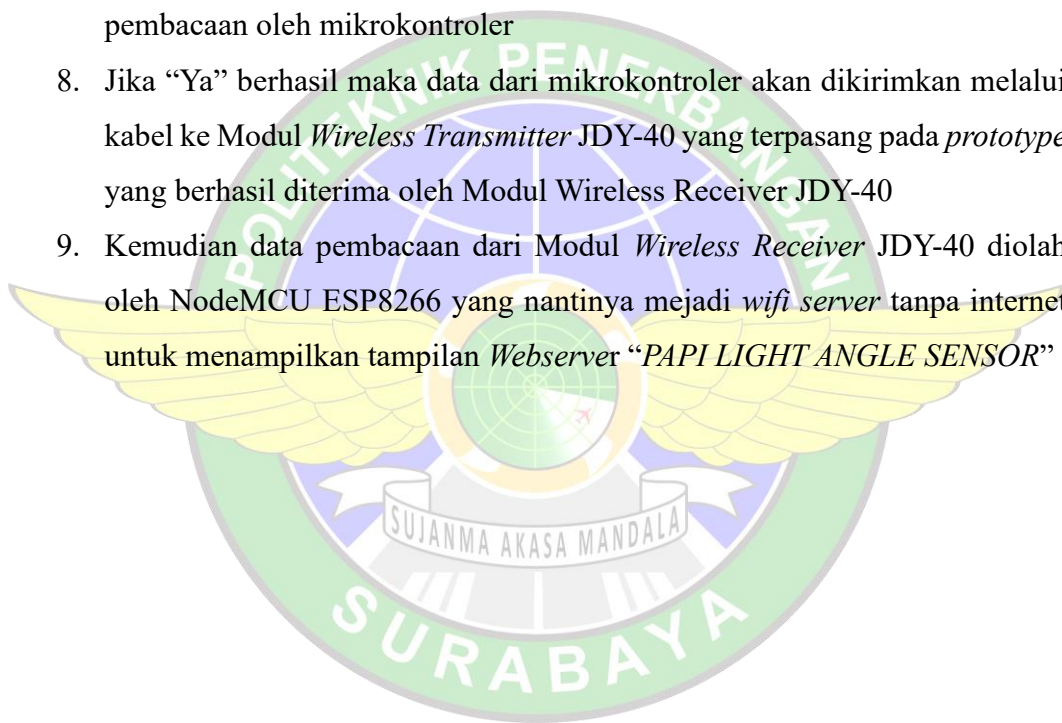


Gambar 4. 5 *Flowchart* Cara Kerja Alat

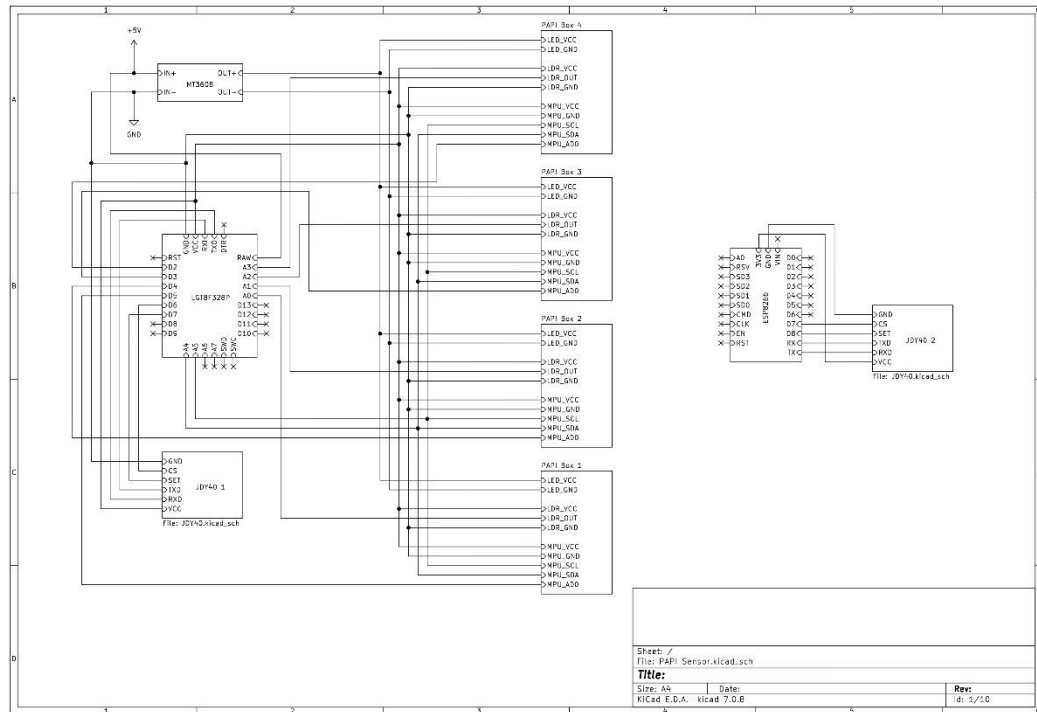
Berdasarkan *Flowchart* tersebut alat bekerja sebagai berikut :

1. Dimulai dengan menyalakan *Prototype*
2. Sensor LDR membaca kondisi lampu dan MPU membaca Sudut
3. Inisialisasi Mikrokontroler LGT8F328P pengganti ATMEGA PRO MINI selama 10 detik untuk mengolah dan menerima pembacaan sudut dari Sensor LDR dan MPU

4. Jika “Tidak” artinya sensor gagal membaca maka Kembali ke pembacaan kondisi lampu dan sudut oleh sensor
5. Jika “Ya” berhasil maka data dari mikrokontroler akan menerima hasil pembacaan oleh sensor dan dikirimkan melalui kabel ke *Modul Wireless Transmitter JDY-40* yang terpasang pada *prototype*
6. Lalu *Modul Wireless Transmitter JDY-40* mengirimkan hasil pembacaan ke modul *Wireless Receiver JDY-40*
7. Jika “Tidak” artinya Mikrokontroler gagal membaca dan *Modul Transmitter* gagal mengirim ke *Modul Receiver* sehingga akan Kembali ke inisialisasi pembacaan oleh mikrokontroler
8. Jika “Ya” berhasil maka data dari mikrokontroler akan dikirimkan melalui kabel ke *Modul Wireless Transmitter JDY-40* yang terpasang pada *prototype* yang berhasil diterima oleh *Modul Wireless Receiver JDY-40*
9. Kemudian data pembacaan dari *Modul Wireless Receiver JDY-40* diolah oleh *NodeMCU ESP8266* yang nantinya mejadi *wifi server* tanpa internet untuk menampilkan tampilan *Webserver “PAPI LIGHT ANGLE SENSOR”*



4.5.3 Wiring Diagram Alat dan Pemrograman



Gambar 4. 6 Wiring Diagram Alat

Untuk merancang wiring dari alat seperti gambar diatas, ada beberapa tahapan yang harus diikuti yaitu:

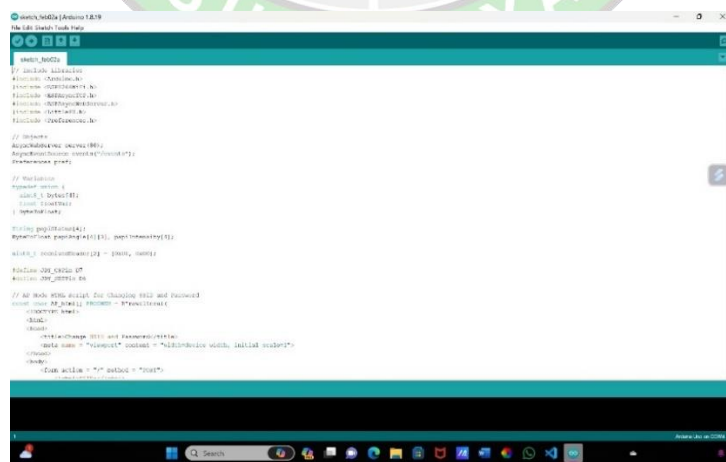
1. Siapkan komponen-komponen alat yaitu Catu daya berupa Adaptor mengubah 220 VAC menjadi 5 VDC, Boost Converter MT3608, Lampu HPL LED 1 Watt, Mikrokontroler LGT8F328P, Sensor LDR, Sensor Gyroscope MPU 6050, Module Wireless JDY-40 (Transmitter dan Receiver), Kabel Jumper, dan NodeMCU ESP8266
2. Boost Converter MT3608 Dipasangkan untuk Vin dan Vout Lampu LED karena membutuhkan 6.6V
3. Sensor Sensor Gyroscope MPU 6050 memiliki 5 PIN dipasangkan sesuai wiring yang ada di atas
4. Sensor LDR memiliki 3 PIN dipasangkan sesuai wiring yang ada di atas
5. Module Wireless JDY-40 memiliki 6 pin dipasangkan sesuai wiring yang ada di atas

6. Mikrokontroler LGT8F328P memiliki 17 pin dipasangkan sesuai wiring yang ada di atas
7. NodeMCU ESP8266 memiliki 6 pin dipasangkan sesuai wiring yang ada di atas
8. Selanjutnya Buat URL Webservice lalu merangkai *WEB* sesuai yang kita inginkan. Dan mengambil template ID, template nama , *auth token* untuk dimasukkan ke dalam pemrograman
9. Setelah itu , Buka aplikas IDE untuk melakukan pemrograman
10. *Upload* koding program

Berikut Pemrograman yang harus di Upload:



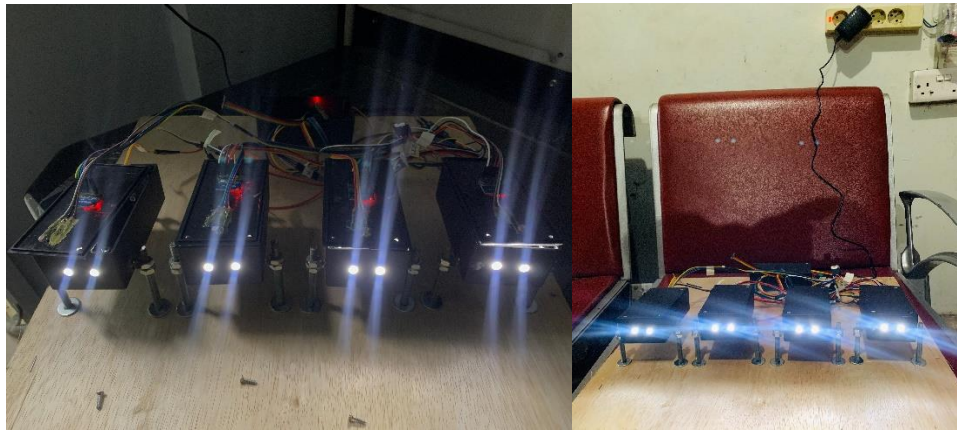
Gambar 4. 7 "Pemrograman “PAPI SENSOR MODULE”



Gambar 4. 8 Pemrograman “PAPI WEBSERVER”

4.6 Hasil Pengujian Alat

4.6.1 Rangkaian Alat



Gambar 4. 9 Bentuk Fisik Luar dan Dalam *Prototype*

Prototype lampu PAPI ini dibuat dengan menggunakan *box* x2 berbentuk balok menyerupai *box* dari lampu PAPI dan menggunakan lampu LED HPL 1 Watt untuk lampunya. Selain itu, didalam *box* PAPI juga terdapat sensor yang telah dipasang untuk mendeteksi beberapa kemungkinan kegagalan pada sistem PAPI. Sensor yang terdapat didalam *box* PAPI yaitu sensor LDR yang dirangkai secara seri dengan lampu PAPI dan sensor sudut Gyroscope MPU6050 yang dihubungkan dengan Mikrontroler LGT8F328P



Gambar 4. 10 Rangkaian Monitoring dan *Webserver*

Lalu Mikronkontroler mengirim data pembacaan kondisi lampu dan sudut melalui Modul WIFI JDY 40 yang terdiri dari transmitter dan receiver untuk diolah

NodeMCU ESP8266 sebagai *Webserver* dengan URL 192.168.0.134 dan berikut tampilan data pembacaan kondisi lampu dan sudut PAPI



Gambar 4. 11 Tampilan *Webserver* di Laptop Sebelum Terkoneksi



Gambar 4. 12 Tampilan *Webserver* di Laptop Sesudah Terkoneksi

Apabila sudah terkoneksi maka akan muncul data seperti di gambar 4.12 diatas maka teknisi sudah dapat memonitor secara realtime perubahan sudut PAPI dan kondisi lampu.

4.6.2 Uji Coba Alat

Dilakukan uji coba alat tanpa kalibrasi kaki pada masing” PAPI keadaan paling awal dengan membalik posisi sensor LDR dan sensor sudut terlihat pada *Box* PAPI 1,2 dan 3 status lampu off dikarenakan posisi sensor LDR berbalik arah dari lampu di keadaan ruangan gelap sedangkan pada *Box* PAPI 4 sensor seperti pada semestinya menghadap ke lampu sehingga status lampu *ON*. Pada Sensor sudut sendiri terdapat 3 pembacaan yaitu *Yaw*, *Pitch*, dan *Roll* namun untuk PAPI



Gambar 4. 13 Uji Coba *Prototype* Tanpa Kalibrasi Kaki Pada PAPI *Prototype*

4.6.3 Data Pengujian Sensor LDR

Sensor LDR ini digunakan untuk memonitoring kondisi nyala lampu yang ada di box PAPI. Pada pengujian ini dilakukan dengan mematikan masing-masing lampu papi dari sumbernya untuk memastikan apakah lampu dapat menyesuaikan intensitas cahayanya atau tidak yaitu dengan cara memberikan cahaya dan tanpa cahaya pada sensor LDR. Untuk peletakkan sensor LDR ini sendiri didalam box diantara kedua lampu tanpa menghalangi Cahaya lampu LED itu sendiri lalu dikirim datanya ke *webservice*.

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Sensor LDR

Pengujian Ke-	Kondisi Lampu LED (Nyala/Mati)				Hasil Pembacaan Sensor LDR (STATUS : ON/OFF)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	Nyala	Nyala	Nyala	Nyala	ON	ON	ON	ON
2	Nyala	Nyala	Nyala	Mati	ON	ON	ON	OFF
3	Nyala	Nyala	Mati	Mati	ON	ON	OFF	OFF
4	Nyala	Mati	Mati	Mati	ON	OFF	OFF	OFF
5	Mati	Mati	Mati	Mati	OFF	OFF	OFF	OFF

Dari data tabel hasil pengujian sensor LDR didapatkan bahwa pembacaan dari sensor LDR dalam *box* PAPI ini mampu membaca kondisi lampu mati dan menyala pada tiap lampunya dengan baik dan *real-time*

4.6.4 Data Pengujian Sensor Sudut Gyroscope MPU6050

Sensor *gyroscope* ini digunakan untuk memonitoring besar sudut pada masing-masing *box* lampu PAPI. Pada pengujian ini dilakukan pengujian dengan menggunakan klinometer digital sebagai perbandingan dari hasil pembacaan sensor sudut tersebut yang ditampilkan pada Webservice. Setelah dilakukan Kalibrasi pada kaki PAPI berikut data yang didapat. Berikut tabel data hasil pengujian sensor *gyroscope* MPU6050 :

Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Sensor Gyroscope MPU6050

Pengujian Ke-	Alat Ukur (Desimal Derajat)				Sensor (Desimal Derajat)			
	A	B	C	D	A	B	C	D
1	2.42°	2.31°	2.25°	2.15°	2.41°	2.30°	2.24°	2.14°
2	3.42°	3.31°	3.25°	3.15°	3.41°	3.30°	3.24°	3.14°
3	4.42°	4.31°	4.25°	4.15°	4.41°	4.30°	4.24°	4.14°

Dari data tabel hasil pengujian sensor MPU6050 didapatkan bahwa pembacaan dari sensor *gyroscope* dibandingkan dengan pengukuran menggunakan klinometer digital hasilnya cukup akurat hanya selisih 0.01°. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa sensor *gyroscope* mampu membaca atau bekerja dengan baik namun dengan peletakkan yang rekat agar pembacaan tidak mudah berubah dan akurat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

5.1.1 Kesimpulan Permasalahan

Dari permasalahan ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Kondisi lampu papi dan sudut box PAPI dapat dimonitoring jarak jauh sehingga jika diimplementasikan secara langsung dapat mempermudah pekerjaan teknisi dan tidak perlu menunggu laporan karena monitoring dapat diakses kapan saja
2. Alat ini mampu membaca sudut secara real-time sesuai peletakkan sensor sudut dan sensor Cahaya yang berada di dalam box papi dapat mengidentifikasi kondisi lampu PAPI *ON/OFF*
3. Dapat menjadi Backup modul papi yang sedang dalam proses perbaikan
4. Pada pengujiannya alat dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan

5.1.2 Kesimpulan Pelaksanaan *On The Job Training* secara Keseluruhan

Dari pelaksanaan program *On The Job Training* di Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam yang telah dimulai dari tanggal 02 Oktober 2023 sampai dengan tanggal 29 Februari 2024, penulis dapat mendapatkan kesimpulan diantaranya yaitu :

1. Program *On the Job Training* (OJT) bertujuan agar Taruna dapat mengaplikasikan atau mempraktekkan ilmu yang telah di dapat pada kampus.
2. Dalam melakukan suatu pekerjaan dibutuhkan kerja sama tim dan komunikasi yang baik supaya apa yang dikerjakan juga mendapatkan hasil yang baik sesuai tujuan.
3. *On The Job Training* sendiri membantu para Taruna untuk mendapatkan ilmu dan wawasan seperti yang ada di lapangan.

4. Pada setiap peralatan listrik yang ada perlu dilakukan pengecekan dan perawatan secara rutin agar peralatan listrik yang ada dapat selalu bekerja secara optimal dan mengurangi kerusakan pada setiap peralatan listrik.
5. SOP harus dilakukan dalam setiap pekerjaan dan pengoperasian peralatan listrik untuk menjamin pekerjaan dan pengoperasian berjalan dengan tepat, efektif, dan terhindar dari segala kesalahan.

5.2 Saran

5.2.1 Saran Terhadap Permasalahan

Adapun saran untuk permasalahan ini adalah :

1. Berdasarkan hasil pengujian alat, alat perlu pengembangan salah satunya dengan mengganti sensor Cahaya LDR menjadi sensor arus untuk penentuan kondisi lampu karena jika diimplementasikan secara langsung akan lebih akurat
2. Penggunaan sensor sudut MPU 6050 harus diletakkan pada bidang yang tidak memiliki pergerakan dan harus terpasang dengan kuat agar pembacaan sudut lebih akurat
3. Dapat dilakukan uji coba langsung pada papi namun dengan menyesuaikan dengan kondisi papi yang ada di lapangan sehingga alat bisa berfungsi dengan baik seperti penggunaan catu daya untuk alat ini dapat diganti menjadi *Solar cell* agar menjadi catu daya independent
4. Dapat menambahkan data logger untuk penyimpanan data papi untuk pengembangannya jadi teknisi mampu menganalisis waktu” PAPI mengalami perubahan sudut

5.2.2 Saran Pelaksanaan *On the Job Training* secara Keseluruhan

Tanpa bermaksud mengkritik, melainkan agar kegiatan *On the Job Training* selanjutnya di harapkan dapat menjadi lebih baik, maka taruna akan memberikan saran sebagai berikut :

1. Dalam pelaksanaannya On the Job Training (OJT) ini bisa lebih terarah jika mengikuti jadwal kegiatan dan evaluasi yang telah ditetapkan selama melaksanakan On the Job Training (OJT).
2. Taruna diharapkan lebih memiliki sikap disiplin dan kekompakan pada tim supaya setiap kesalahan yang ada pada pekerjaan dapat berkurang.
3. Aktif dalam berkomunikasi kepada senior, pekerja listrik, supervisor serta dosen pembimbing yang ada.



DAFTAR PUSTAKA

Driyono, Bambang, and Muh Nafkar Jaya. 2020. "Inovasi Perancangan Alat Klinometer Digital Pengukur Sudut Papi (Precision Approach Path Indicator) Di Bandar Internasional Adisucipto Yogyakarta." *Airman: Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi* 3(1): 86–94.

Al Ghifari, Faris, Ariska Anjalni, Dewi Lestari, and Umar Al Faruq. 2022. "Perancangan Dan Pengujian Sensor Ldr Untuk Kendali Lampu Rumah." *Jurnal Kumparan Fisika* 5(2): 85–90.

ICAO. 2018. I Séptima edición *ICAO Annex 14 - Aerodrome Design and Operations*. www.icao.int.

ICAO, International Civil Aviation Organization -. 2004. I ICAO Journal. *Aerodrome Design Manual - Part 4 - Visual Aids*.

Standards, International, Recommended Practices, International Civil Aviation, and Aerodrome Design. 2009. I *Aerodromes*.



LAMPIRAN
DOKUMENTASI KEGIATAN OJT



Foto Bersama Warga Power House Tersayang



Running Genset Portable



Pemeliharaan UPS Terminal



Foto Sasuh Botania



Proyek Pembuatan Shallowbase Untuk Lampu Runway Edge



Perawatan Lampu *runway edge* insert di runway 04



Pemeliharaan dan Pengecekan Rutin Lampu PAPI



Pengecak rutin Genset DVOR



Pemeliharaan Air Filter Genset



Pengecekan Aki Genset Portable



Perbaikan Modul SQFL di Runway
04



Perawatan Rutin Cubicle di Ruang
Trafo Baru



Penunggu Power House Arek
Suroboyo



Penggantian Cone Windshock dan
Lampu pada Windshock



Pengecekan Suhu Trafo Baru



Perawatan Rutin Panel dan Sub panel
di Terminal



OJT TLB, TNU dan MTU Surabaya



Senyum Mencari Cuan



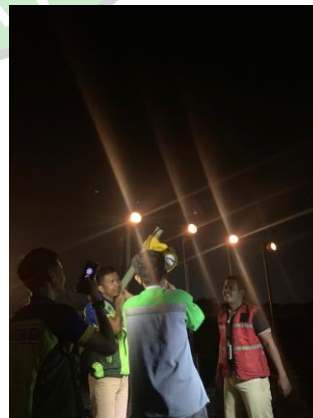
Pemasangan Lampu Runway Edge
Insert



Perawatan Rutin Ruang SS2



Terlalu Panas Terik



Penggantian Lampu Approach PALS
CAT 1 Runway 04



Dinas Siang Ceria



Kalibrasi PAPI sama Pak RW



Jangan Lupa Mencangkul



PKD Ceria