

***PROTOTYPE SISTEM OTOMATISASI KONVERSI BIAYA
TAMBAHAN BAGASI *OVERLOAD* PADA *BAGGAGE*
WEIGHING SCALE DI BANDAR UDARA***

TUGAS AKHIR

Oleh:

ADINDA SAFURA

NIT. 56192110001



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
JULI 2025**

***PROTOTYPE SISTEM OTOMATISASI KONVERSI BIAYA
TAMBAHAN BAGASI OVERLOAD PADA BAGGAGE
WEIGHING SCALE DI BANDAR UDARA***

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan

Program Studi Diploma Empat

Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Oleh:

ADINDA SAFURA

NIT. 56192110001



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
JULI 2025**

ABSTRAK

***PROTOTYPE* SISTEM OTOMATISASI KONVERSI BIAYA TAMBAHAN BAGASI *OVERLOAD* PADA *BAGGAGE* *WEIGHING SCALE* DI BANDAR UDARA**

Oleh:

ADINDA SAFURA

NIT. 56192110001

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA PROGRAM SARJANA TERAPAN

Peningkatan jumlah penumpang di Bandara Radin Inten II Lampung saat Natal dan Tahun Baru memicu permasalahan antrean di *counter check-in* akibat proses penanganan bagasi *overload* dilakukan secara manual. Penelitian ini bertujuan untuk merancang *prototype* sistem otomatisasi konversi biaya tambahan bagasi *overload* pada *baggage weighing scale* (BOS) di area *check-in* bandara. Sistem ini dilengkapi dengan *load cell* dan modul HX711 untuk mengukur beban, LCD sebagai *display*, printer *thermal* untuk mencetak struk biaya tambahan, serta *keypad* untuk input tarif sesuai kebijakan maskapai. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model *Borg and Gall* yang dimodifikasi menjadi enam tahapan yaitu, (1) Identifikasi potensi dan masalah, (2) Pengumpulan data menggunakan tiga teknik yaitu observasi, wawancara, dan dokumentasi, (3) Desain produk, (4) Validasi desain melalui dua validator, (5) Revisi produk berdasarkan saran validator, (6) Uji coba produk. Hasil pengujian menunjukkan persentase keberhasilan 99,50% dengan $error \leq 1\%$ dimana sistem dapat menghitung beban *overload* secara otomatis, mengonversi biaya tambahan secara akurat dengan batas *overload* 20 gr dan biaya tambahan Rp1.000/gr (dapat diubah sesuai kebijakan), serta mencetak struk rincian pembayaran secara *real-time*. Implementasi BOS diharapkan dapat memberikan implikasi positif dalam peningkatan efisiensi layanan penimbangan bagasi *overload* di *counter check-in*, mengurangi antrean penumpang, mengurangi potensi *human error*, serta peningkatan kualitas pelayanan penumpang di Bandara Radin Inten II Lampung.

Kata Kunci: Bagasi, *Baggage Weighing Scale*, *Check-in Counter*, *Load Cell*, Otomatisasi, *Overload*, Printer *Thermal*,

ABSTRACT

PROTOTYPE OF AUTOMATED SYSTEM FOR CONVERTING EXCESS BAGGAGE CHARGE ON BAGGAGE WEIGHING SCALE AT AIRPORT

By:

ADINDA SAFURA

NIT. 56192110001

PROGRAM STUDY OF AIRPORT ENGINEERING TECHNOLOGY APPLIED BACHELOR PROGRAM

The increase in passenger numbers at Radin Inten II Airport in Lampung during Christmas and New Year has caused queues at check-in counters due to the manual handling of excess baggage. This study aims to design a prototype of an automated system for converting excess baggage charges on the baggage weighing scale at the airport check-in area. This system is equipped with a load cell and HX711 module to measure the load, an LCD display, a thermal printer to print excess baggage charge receipt, and a keypad to input rates in accordance with airline policies. This study uses the Research and Development (R&D) method with the Borg and Gall model modified into six stages, namely, (1) Identification of potential and problems, (2) Data collection using three techniques, namely observation, interviews, and documentation, (3) Product design, (4) Design validation through two validators, (5) Product revision based on validator suggestions, (6) Product testing. Test results show a success rate of 99.50% with an error of $\leq 1\%$, where the system can automatically calculate overload charges, accurately convert additional costs with an overload limit of 20 grams and an additional cost of Rp1,000/gram (can be changed according to policy), and print detailed payment receipts in real time. The implementation of BOS is expected to have positive implications in improving the efficiency of overload baggage weighing services at check-in counters, reducing passenger queues, reducing the potential for human error, and improving the quality of passenger services at Radin Inten II Airport in Lampung.

Keywords: *Automation, Baggage, Baggage Weighing Scale, Check-in Counter, Load Cell, Overload, Thermal Printer*

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir : “*PROTOTYPE* SISTEM OTOMATISASI KONVERSI BIAYA TAMBAHAN BAGASI *OVERLOAD* PADA *BAGGAGE WEIGHING SCALE* DI BANDAR UDARA” telah diperiksa dan disetujui untuk diuji sebagai salah satu syarat lulus Pendidikan Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara Angkatan ke-2, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang.



Nama : ADINDA SAFURA

NIT : 56192110001

PEMBIMBING I

Dr. Ir. SETIYO, M.M.

Pembina TK. 1 (IV/b)

NIP. 19601127 198002 1 001

PEMBIMBING II

DWI CANDRA YUNIAR, S.H., S.ST., M.Si.

Pembina (IV/a)

NIP. 19760612 199803 1 00 1

KETUA PROGRAM STUDI

Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST., M.Si.

Pembina (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAHAN PENGUJI

Tugas Akhir : “*PROTOTYPE* SISTEM OTOMATISASI KONVERSI BIAYA TAMBAHAN BAGASI *OVERLOAD* PADA *BAGGAGE WEIGHING SCALE* DI BANDAR UDARA” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Diploma IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara Angkatan ke-2, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang. Tugas akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Diploma IV pada tanggal 15 Juli 2025.

KETUA

SEKRETARIS



YANI YUDHA WIRAWAN, S.Si.T., M.T.

Pembina (IV/b)

NIP. 19820619 200502 1 001



Dr. Ir. SETIYO, M.M.

Pembina TK. 1 (IV/b)

NIP. 19601127 198002 1 001

ANGGOTA



Dr. YETI KOMALASARI, S.Si.T., M.Adm.SDA.

Penata TK.1 (III/d)

NIP. 19870525 200912 2 005

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adinda Safura

NIT : 56192110001

Program Studi : Diploma IV Teknologi Rekayasa Bandar Udara

Menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul “*PROTOTYPE SISTEM OTOMATISASI KONVERSI BIAYA TAMBAHAN BAGASI OVERLOAD PADA BAGGAGE WEIGHING SCALE DI BANDAR UDARA*” merupakan karya asli saya bukan merupakan hasil plagiarisme.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 15 Juli 2025
Yang Membuat Pernyataan

A handwritten signature in black ink is written over a yellow and red revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SEPULUH RIBU RUPIAH', 'METERAI TEMPEL', and the serial number '1F279AMX414107282'.

Adinda Safura
NIT. 56192110001

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir D-IV yang tidak dipublikasi terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HAKI yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia sebagai berikut:

Safura, A. (2025). *PROTOTYPE SISTEM OTOMATISASI KONVERSI BIAYA TAMBAHAN BAGASI OVERLOAD PADA BAGGAGE WEIGHING SCALE* DI BANDAR UDARA, Tugas Akhir Program Diploma IV, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh Tugas Akhir haruslah seizin Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara, Politeknik Penerbangan Palembang.

Dipersembahkan kepada
Ayahanda Dani Prakoso dan Ibunda Titik Sri Utami

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subahanahu Wata'ala Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat dan karunia-Nya pelaksanaan penulisan Tugas Akhir dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Sholawat beriring salam tidak lupa kita haturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad Sallallahu 'alaihi Wassalam, karena beliau yang membawa kita dari zaman jahiliyah kepada zaman gemilang seperti kehidupan di masa kini.

Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat kelulusan di Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Politeknik Penerbangan Palembang. Penulisan Tugas Akhir ini tidak luput dari bantuan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih dengan tulus kepada pihak yang telah mendukung, yaitu:

1. Allah SWT, yang telah memberikan karunia ilmu, kesehatan, rezeki, dan lindungan kepada penulis di setiap waktu.
2. Kedua orang tua, Bapak Dani Prakoso dan Ibu Titik Sri Utami serta saudara saya Mas Fahmi Shidiq, Mbak Mia Soraya, Mas Ilham Danu Waspodo yang telah memberikan doa, dukungan, kasih sayang, masukan dan saran untuk dapat menyelesaikan segala bentuk pendidikan yang dijalankan oleh penulis.
3. Bapak Dr. Capt. Ahmad Hariri, S.T., S.Si.T., M.Si. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Palembang.
4. Bapak Dr. Ir. Setiyo, M.M. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing, memberikan masukan dan saran, serta bantuan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dwi Candra Yuniar, S.H., S.ST., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing, memberikan masukan dan saran, serta bantuan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen, admin prodi, *staff* dan civitas akademika Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Bandar Udara Politeknik Penerbangan Palembang.

7. Seluruh rekan Taruni TRBU 02, Afra, Dea, Nana, dan Kiki yang selalu menemani, mendukung, dan kebersamaan penulis dalam segala kondisi selama 4 tahun ini.
8. Seluruh rekan seperjuangan dari *course* Teknologi Rekayasa Bandar Udara Angkatan kedua yang selalu menghibur dan menampung suka dan duka penulis selama 4 tahun ini.
9. Adik-adik saya, Okta Riani, Karina Nabila Maharani, Nabila Fayiz, Masayu Zahira, Yoga Rayhan Maulana yang selalu mendukung dan memberikan semangat kepada penulis.
10. Semua pihak yang berarti dan telah membantu selama penulisan Tugas Akhir namun tidak dapat penulis tuliskan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini terdapat kekurangan, dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang penulis miliki. Oleh karena itu kritik, saran, dan masukan yang membangun penulis terima dengan besar hati untuk dapat menyempurnakan pengetahuan, pengalaman, dan penulisan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat menjadi sumber bacaan dan referensi yang menambah pengetahuan pembaca khususnya di bidang penerbangan.

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
PENGESAHAN PEMBIMBING.....	v
PENGESAHAN PENGUJI.....	vi
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	viii
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Tujuan.....	6
E. Manfaat.....	6
F. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Teori Penunjang.....	8
1. <i>Prototype</i>	8
2. Sistem Otomatisasi.....	17
3. Bagasi.....	18
4. <i>Overload</i>	19
5. Biaya Tambahan (<i>Excess Baggage Charge</i>)	19
6. <i>Baggage Weighing Scale</i>	20
7. <i>Check-in Counter</i>	22
8. PM 185 Tahun 2015	22
9. Rancangan Pemasangan Alat	23
B. Penelitian Terdahulu yang Relevan	24

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
A. Jenis Penelitian dan Pendekatan.....	28
B. Teknik Analisis Data	36
C. Tempat dan Waktu Pelaksanaan	37
1. Lokasi Penelitian.....	37
2. Waktu Penelitian	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
A. Hasil	39
1. Potensi dan Masalah.....	39
2. Pengumpulan Data	41
3. Desain Produk	48
4. Validasi Desain.....	53
5. Revisi Produk.....	56
6. Uji Coba Produk.....	56
B. Pembahasan	62
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	66
A. Simpulan.....	66
B. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Dokumentasi Pembuatan Prototype.....	74
Lampiran B. <i>Excess Baggage Charge</i> Maskapai Garuda Indonesia 2025.....	75
Lampiran C. <i>Excess Baggage Charge</i> Maskapai Air Asia.....	75
Lampiran D. <i>Excess Baggage Charge</i> Maskapai Lion Air Grup 2025.....	76
Lampiran E. <i>Excess Baggage Charge</i> Maskapai Citilink.....	76
Lampiran F. Wawancara.....	77
Lampiran G. Layout <i>Check in Counter</i> Lantai Dasar	77
Lampiran H. Validasi Ahli Materi: Bapak Vica Januar Rooroh, S. Si. T.....	78
Lampiran I. Validasi Ahli Teknis: Bapak Daniel Budi Wijayanto, S. T.	78
Lampiran J. SOP <i>Baggage Weighing Scale</i> Radin Inten II Lampung.....	78
Lampiran K. Dokumentasi Kegiatan Observasi	79
Lampiran L. Dokumentasi Uji Coba.....	80
Lampiran M. Lembar Validasi Ahli Materi.....	81
Lampiran N. Lembar Validasi Ahli Teknis.....	81
Lampiran O. Hasil Cek Plagiasi.....	82
Lampiran P. Lembar Bimbingan	82
Lampiran Q. Kegiatan Bimbingan	83
Lampiran R. Pemrograman Arduino IDE	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1. <i>Prototype</i>	8
Gambar II. 2. Arduino Mega 2560	9
Gambar II. 3. Arduino IDE	10
Gambar II. 4. Printer <i>Thermal</i>	11
Gambar II. 5. Sensor <i>Proximity</i> (E18-D80NK).....	12
Gambar II. 6. RTC DS3231.....	12
Gambar II. 7. <i>Keypad</i> 4x4	13
Gambar II. 8. <i>Load Cell</i>	14
Gambar II. 9. Modul HX711	15
Gambar II. 10. LCD 16X2	15
Gambar II. 11. Motor DC <i>Gearbox</i>	16
Gambar II. 12. Otomatisasi	17
Gambar II. 13. Bagasi Penumpang	18
Gambar II. 14. Bagasi <i>Overload</i>	19
Gambar II. 15. <i>Baggage weighing scale</i>	20
Gambar II. 16. <i>Load Cell</i>	21
Gambar II. 17. <i>Display Baggage Weighing Scale</i>	21
Gambar II. 18. <i>Check-in Counter</i> Bandara TKG	22
Gambar II. 19. Blok Diagram Integrasi BOS dengan Timbangan	23
Gambar II. 20. Rencana Penempatan Alat	23
Gambar III. 1. Tahapan Metode R&D.....	28
Gambar III. 2. Tahapan Metode R&D dalam Penelitian.....	29
Gambar III. 3. Blok Diagram	32
Gambar III. 4. <i>Flowchart</i> Sistem Keseluruhan	33
Gambar III. 5. <i>Flowchart</i> Pengubah Harga.....	34
Gambar IV. 1. Antrean Penumpang di <i>Counter</i> Citilink	40
Gambar IV. 2. <i>Baggage Excess Counter</i> di <i>Check-in Area</i> Nomor 1	40
Gambar IV. 3. Kondisi <i>Counter Check-in</i>	42
Gambar IV. 4. Penimbangan Bagasi	43
Gambar IV. 5. Observasi Penanganan Bagasi Berlebih	43

Gambar IV. 6. Grafik Jumlah Penumpang 2020 - 2024.....	44
Gambar IV. 7. Desain 3D <i>Prototype</i>	48
Gambar IV. 8. Desain Skematik Alat	49
Gambar IV. 9. Desain <i>Wiring</i> Alat	49
Gambar IV. 10. Pemrograman <i>Load Cell</i>	57
Gambar IV. 11. Pemrograman <i>Conveyor</i>	59
Gambar IV. 12. Pemrograman Printer <i>Thermal</i>	60
Gambar IV. 13. Pemrograman LCD.....	61
Gambar IV. 14. Grafik Perbandingan Waktu Layanan Bagasi Manual Otomatis.	63

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1. Spesifikasi Arduino Mega	9
Tabel II. 2. Spesifikasi Fitur Arduino IDE	10
Tabel II. 3. Spesifikasi Printer <i>Thermal</i>	11
Tabel II. 4. Spesifikasi Sensor E18-D80NK	12
Tabel II. 5. Spesifikasi RTC DS3231	13
Tabel II. 6. Spesifikasi <i>Keypad</i>	13
Tabel II. 7. Spesifikasi <i>Load Cell</i>	14
Tabel II. 8. Spesifikasi Modul HX711	15
Tabel II. 9. Spesifikasi LCD.....	16
Tabel II. 10. Spesifikasi Motor DC	16
Tabel II. 11. EBC Maskapai Rute Penerbangan TKG-CGK.....	20
Tabel II. 12. Penelitian yang Relevan	24
Tabel III. 1. Narasumber Penelitian	30
Tabel III. 2. Data Validator.....	34
Tabel III. 3. Instrumen Validasi Ahli	35
Tabel III. 4. Kriteria Jawaban dengan Skala Likert	36
Tabel III. 5. Rata-rata Kriteria Kepuasan	37
Tabel III. 6. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	38
Tabel IV. 1. Identifikasi Potensi Masalah.....	41
Tabel IV. 2. Spesifikasi <i>Baggage Weighing Scale</i>	41
Tabel IV. 3. <i>Check-in Counter Number</i>	42
Tabel IV. 4. Estimasi Waktu Penimbangan Bagasi <i>Overload</i>	43
Tabel IV. 5. Hasil Wawancara	45
Tabel IV. 6. Spesifikasi Komponen.....	51
Tabel IV. 7. Hasil Validator 1	54
Tabel IV. 8. Hasil Validator 2	55
Tabel IV. 9. Hasil Validasi	56
Tabel IV. 10. Revisi Produk	56
Tabel IV. 11. Hasil Pengujian Tegangan Adaptor.....	57
Tabel IV. 12. Hasil Pengujian <i>Baggage Weighing Scale</i>	58

Tabel IV. 13. Hasil Pengujian Motor Servo	59
Tabel IV. 14. Hasil Pengujian <i>Conveyor</i> Penghubung	60
Tabel IV. 15. Hasil Pengujian Printer <i>Thermal</i>	61
Tabel IV. 16. Hasil Pengujian LCD	62
Tabel IV. 17. Perbandingan Estimasi Waktu Penanganan Bagasi <i>Overload</i>	62
Tabel IV. 18. Perbandingan Sistem	64
Tabel IV. 19. Perbandingan Komponen Utama.....	64

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Nama	Pertama kali digunakan pada halaman
BHS	<i>Baggage Handling System</i>	2
OJT	<i>On the Job Training</i>	3
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>	5
RTC	<i>Real Time Clock</i>	11
FBA	<i>Free Baggage Allowance</i>	18
CB	<i>Checked Baggage</i>	18
UB	<i>Unchecked Baggage</i>	18
EBC	<i>Excess Baggage Charge</i>	18
BOS	<i>Baggage Overload System</i>	22
RND	<i>Research and Development</i>	26
APS	Angkasa Pura Solusi	28
EME	<i>Electrical Mechanical and Equipment</i>	28
API	Angkasa Pura Indonesia	53

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri penerbangan melalui pesawat udara berhasil menjadi salah satu sektor transportasi yang mengalami perkembangan pesat (*the youngest but fastest*) meskipun telah melewati berbagai tantangan tiap masanya (Shobirin & Ali, 2019). Hal ini dibuktikan dengan peningkatan jumlah penumpang pesawat di bandara pada momen perayaan hari besar seperti idul fitri, natal, dan tahun baru (Sofiana dkk., 2020). Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Direktorat Angkutan Udara dominasi penerbangan selama natal dan tahun baru adalah penerbangan domestik dengan jumlah penumpang pesawat terhitung mulai dari tanggal 18 Desember 2024 hingga 1 Januari 2025 sebesar 3,8 juta orang melalui pemantauan 56 bandara di Indonesia. Dominasi lainnya juga terjadi pada hari raya idul fitri. Berdasarkan data Posko Pusat Angkutan Lebaran 2025, *Injourney Airports* berhasil melayani 7,39 juta penumpang dengan persentase kenaikan 0,8% dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Perkembangan ini tentunya harus diiringi dengan peningkatan kualitas pelayanan baik pada tahap *pre-flight* maupun *post flight* (Maharani, 2023).

Peningkatan kuantitas penumpang yang mendominasi kepadatan pengguna jasa bandara pada momen perayaan hari besar menimbulkan berbagai permasalahan seperti ketidakseimbangan antara jumlah penumpang dengan sarana dan prasarana yang tersedia, sehingga menyebabkan potensi keterlambatan jadwal penerbangan, *overbooking*, dan penumpukan antrean di *counter check-in* (Sasongko & Hartono, 2023). Beberapa hal tersebut akan berdampak pada penilaian penumpang terhadap kualitas pelayanan yang diberikan oleh bandara (Asyahidah, 2021). Kualitas pelayanan menjadi hal yang penting bagi suatu bandara karena dapat mempengaruhi kepuasan dan loyalitas penumpang, serta menjadi faktor yang mempengaruhi pengalaman penumpang (Rampa & Awan, 2024). Oleh

karena itu, pengelola bandara perlu melakukan peningkatan secara berkelanjutan untuk mendapatkan nilai maksimal dalam aspek kenyamanan dan kepuasan penumpang melalui optimalisasi fasilitas, peralatan, dan layanan operasional (Fakhrudin, 2021). Sejalan dengan hal tersebut ditambah dengan harapan penumpang akan pelayanan bandara yang terus berkembang, bandara menerapkan inovasi melalui pemanfaatan teknologi untuk mengoptimalkan efisiensi, meningkatkan keamanan operasional, dan pengalaman perjalanan yang berkesan (Pouaki dkk., 2021).

Keberlangsungan bandara tidak luput dari tersedianya fasilitas yang menunjang kegiatan operasional. Salah satu hal penting yang mendukung operasional penerbangan dan meningkatkan kenyamanan penumpang ialah penanganan bagasi (Umar, 2018). Penanganan bagasi memainkan peran penting untuk meningkatkan kenyamanan penumpang mulai dari proses pengelolaan bagasi di *counter check-in* hingga berada di dalam pesawat yang diangkut bersama penumpang (Amardeep, 2018). Untuk mengakomodir pergerakan pengelolaan bagasi, penerapan teknologi menjadi unsur penting untuk menjamin perkembangan *modern airport* (Ahmed, 2018). Dengan demikian, penerapan teknologi dalam *Baggage Handling System* (BHS) yang diartikan sebagai sistem yang mengakomodir barang bagasi penumpang dari *counter check-in* hingga sampai di *baggage claim area* bandara tujuan melalui fasilitas yang dikenal dengan *conveyor* dapat menjadi solusi (Chandra dkk., 2023).

Bandara Radin Inten II Lampung menetapkan penggunaan BHS dalam dua bagian yakni, *Baggage Arrival System* (BAS) dan *Baggage Departure System* (BDS). BAS merupakan sistem pelayanan bagasi penumpang yang terdiri dari *baggage weighing scale* (*conveyor* timbangan), *conveyor* penghubung, dan *conveyor* panjang. Pelayanan bagasi pada BAS dilakukan di *counter check-in* oleh masing-masing *ground handling* maskapai yang beroperasi di bandara, sedangkan BDS merupakan sistem yang mengatur pelayanan bagasi penumpang di area kedatangan yang terdiri dari *conveyor carousel*. Berdasarkan PM 178 Tahun 2015 tentang Standar Pelayanan Pengguna Jasa Bandara, maksimal waktu menunggu dalam proses *check-in*

dihitung mulai dari mengantre hingga maju ke *counter check-in* ialah <30 menit, dengan maksimal waktu pelayanan per penumpang ialah <2 menit 30 detik (Jamhary dkk., 2022). Namun, fakta yang terjadi di lapangan berbeda dikarenakan adanya kendala pada sistem BDS dalam jadwal penumpang yang padat, sehingga diperlukan pengembangan sistem untuk meningkatkan kualitas pelayanan (Kurnianto dkk., 2024).

Salah satu kendala yang terjadi ialah pelayanan penimbangan bagasi saat proses *check-in* (Widyaningrum & Susanti, 2023). Berdasarkan hasil observasi saat penulis melaksanakan kegiatan *On the Job Training* (OJT), terdapat kondisi saat *counter check-in* mengalami penumpukan penumpang akibat kurang optimalnya pelayanan penimbangan bagasi. Kondisi ini terjadi saat *counter check-in* dipenuhi penumpang yang sedang melakukan perjalanan saat perayaan hari besar natal dan tahun baru. Pernyataan tersebut divalidasi oleh petugas *ground handling counter check-in* yang menyatakan apabila kondisi ini sering terjadi terutama pada momen perayaan hari besar nasional. Penumpukan antrean yang terjadi disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya penanganan biaya tambahan akibat *overload* bagasi penumpang yang melebihi batas maksimum berdasarkan kebijakan maskapai masih dilakukan secara manual. Meskipun penimbangan bagasi sudah mengadopsi sistem digital, proses penanganan bagasi *overload* secara manual menyebabkan penumpukan penumpang dan antrean panjang di *counter check-in* (Ramadhan dkk., 2023).

Ketika penumpang mengalami *overload* bagasi, petugas akan menahan bagasi, mengarahkan penumpang menuju tempat pembayaran untuk bagasi tambahan tanpa mengetahui jumlah biaya yang harus dikeluarkan (Syakirli & Edidas, 2019) terlebih proses pembayaran biaya tambahan serta bukti transaksi masih diberikan secara manual (Lestari, 2021). Belum adanya integrasi otomatis untuk perhitungan biaya pembayaran bagasi *overload* berpotensi merugikan pihak penumpang dan *ground handling* dalam segi efisiensi waktu, kemudahan proses penimbangan bagasi saat proses *check-in* dan potensi terjadinya *human error* dalam mengakumulasi biaya tambahan. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang tidak hanya menghitung

beban berlebih namun juga memberikan informasi biaya tambahan secara otomatis untuk mengurangi potensi kerugian. Hal ini dapat diatasi melalui penerapan otomatisasi konversi biaya tambahan untuk bagasi *overload* yang dilengkapi dengan *print out* otomatis untuk meningkatkan kemudahan dan kualitas pelayanan dalam proses penimbangan bagasi di area *counter check-in* bandara.

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh (Kurniawan dkk., 2019) dengan merancang penggunaan *load cell* sebagai sensor berat untuk menyortir koper dilengkapi dengan informasi berat menggunakan modul ADC HX711 dan mikrokontroler arduino Mega2560 dengan hasil nilai berat dapat terpantau melalui PC untuk memudahkan akses informasi berat kargo. Selain itu, dilakukan juga analisis perbandingan nilai ukur sensor *load cell* antara PLC Delta dan Arduino Uno. Hasil penelitian menyatakan bahwa kedua sistem bekerja dengan baik sesuai karaktersistik, namun penggunaan arduino lebih efektif dengan persentase kegagalan 0,09% (Edbert & Wahab, 2022). Penelitian juga dilakukan melalui penggunaan *load cell* dengan modul HX711 dan pemanfaatan *bluetooth* untuk pemantauan jarak jauh, sehingga mempermudah *security* untuk memonitoring jumlah berat material yang diangkat kendaraan. Hasil dari penelitian ini berjalan dengan baik hingga jarak 30 meter (Omegaputra, 2019).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis membuat modifikasi variabel yang telah digunakan untuk meningkatkan kualitas perancangan sistem otomatisasi konversi biaya tambahan untuk bagasi *overload* pada *baggage weighing scale* di Bandara Radin Inten II Lampung. Sistem otomatisasi ini menggunakan *load cell* untuk mengukur berat yang diberikan dalam melakukan perhitungan beban bagasi di timbangan *counter check-in*. *Load cell* akan memberi *input* pada modul HX711 berupa beban yang terhitung lalu diberikan ke pusat pemrosesan yaitu arduino mega sehingga *output* yang dihasilkan berupa tampilan angka beban yang *terdisplay* di layar LCD. Ketika beban *overload*, maka arduino akan memproses *printer thermal* untuk menghasilkan struk biaya tambahan dengan spesifik harga dan jumlah beban berlebih. Jika proses sudah terjadi

maka benda akan digeser menuju *conveyor*. Perancangan ini dilengkapi dengan *keypad* tambahan untuk menginput harga apabila sewaktu kebijakan maskapai berubah, sehingga tidak perlu adanya modifikasi pemrograman.

Dalam penerapan teknologi dan sistem yang diusulkan sekiranya inovasi dari penulis dapat memberikan manfaat dan menjadi solusi inovatif terhadap permasalahan penimbangan bagasi, terutama pada bagasi berlebih di *counter check-in* Bandara Radin Inten II Lampung melalui otomatisasi konversi biaya tambahan untuk bagasi *overload* pada *baggage weighing scale*. Dengan adanya inovasi ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas pelayanan pada *counter check-in*, kemudahan operasional dalam menghitung beban berlebih bagasi secara otomatis, meningkatkan kepuasan penumpang dalam menggunakan jasa bandara, serta mengoptimalkan penggunaan modifikasi teknologi untuk *baggage weighing scale* di Bandara Radin Inten II Lampung.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat diidentifikasi permasalahan bahwa Bandara Radin Inten II Lampung menghadapi beberapa kendala dalam proses pelayanan penumpang, salah satunya saat melakukan penimbangan bagasi *overload* di *counter check in* dimana proses perhitungan biaya tambahan dilakukan secara manual. Hal ini menyebabkan, antrean penumpang, memperlambat proses *check-in*, dan adanya potensi *human error*. Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan sistem otomatisasi konversi biaya tambahan untuk bagasi *overload* pada *baggage weighing scale* dalam mengatasi permasalahan tersebut.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dijabarkan diatas, penulis membatasi pembahasan dalam penelitian ini:

1. Penelitian ini difokuskan pada perancangan *prototype* sistem otomatisasi konversi biaya tambahan untuk bagasi *overload* pada *baggage weighing scale counter check-in*.

2. Penelitian akan diuji coba dalam bentuk *prototype* dengan skala beban dan biaya tambahan yang ditentukan dalam perancangan sistem otomatisasi konversi biaya tambahan untuk bagasi *overload* pada *baggage weighing scale counter check-in*.

D. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah *prototype* sistem otomatisasi konversi biaya tambahan untuk bagasi *overload* pada *baggage weighing scale* di *counter check-in* Bandara Udara Radin Inten II Lampung.

E. Manfaat

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dijelaskan di atas, manfaat penelitian ini adalah:

1. Bagi penumpang, dengan mengadopsi teknologi inovasi yang diusulkan, proses penimbangan dan pembayaran bagasi tambahan dapat dilakukan lebih cepat, mengurangi waktu antre yang lama, mendapatkan transparansi biaya tanpa khawatir adanya kesalahan dalam perhitungan.
2. Bagi *Ground Handling* (Pihak Maskapai), dengan mengadopsi teknologi inovasi yang diusulkan, manajemen pengelolaan bagasi akan lebih mudah dan akurat serta dapat mengurangi kemungkinan *human error* dalam perhitungan biaya tambahan.

F. Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini disusun sedemikian rupa sehingga diharapkan dapat disajikan secara sistematis sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang penulisan, identifikasi masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, hingga sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi teori dasar dari penelitian dan penelitian relevan yang telah dilakukan sebelumnya untuk menjadi pendukung dan referensi dari alat yang akan dibuat.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi jenis metode penelitian dan jadwal pelaksanaan yang dilakukan dalam membuat alat otomatisasi konversi biaya tambahan untuk bagasi *overload* pada *baggage weighing scale* di bandara.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi hasil penelitian yang telah dilakukan berdasarkan metode penelitian dalam pembuatan alat otomatisasi konversi biaya tambahan untuk bagasi *overload* bagasi penumpang pada *baggage weighing scale* di bandara.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

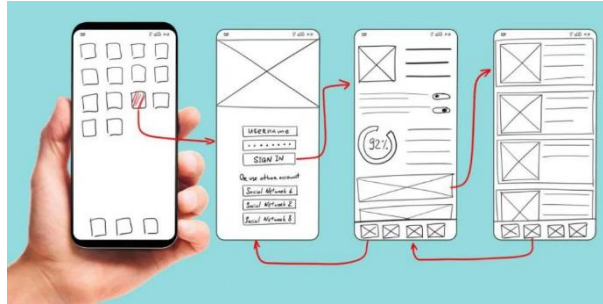
Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian, serta rekomendasi yang penulis berikan dalam mendukung penelitian selanjutnya mengenai pengembangan alat otomatisasi konversi biaya tambahan untuk bagasi *overload* pada *baggage weighing scale* di bandara.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Penunjang

1. *Prototype*

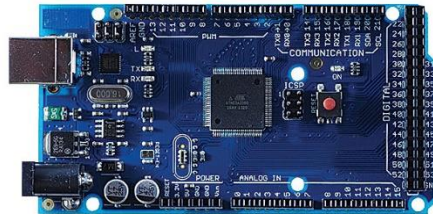


Gambar II. 1. *Prototype*
(Sumber: *course-net.com*)

Prototype merupakan pendekatan yang dilakukan dalam teknik rekayasa dengan bentuk fisik atau digital dan digunakan untuk melakukan pengujian terhadap konsep, sistem kerja, dan kebergunaan suatu produk sebelum diproduksi (Siswidiyanto dkk., 2020). *Prototype* dibuat dengan tujuan untuk menyelaraskan pandangan dan pemahaman dasar mengenai proses sistem yang akan dikembangkan, sehingga tercipta komunikasi yang efektif antara pengembang dan pengguna (Purnomo, 2017). Dalam pengembangan desain interaktif di dunia nyata, penggunaan *prototype* membantu untuk mempresentasikan keadaan yang akan dikembangkan, hal ini disebabkan karena pada proses pengembangannya *user* dapat ikut serta untuk menentukan kebutuhan yang diinginkan agar pembuatan *prototype* dapat berlangsung dengan maksimal (Sari dkk., 2023).

Penggunaan model *prototype* dalam pengembangan suatu produk bersifat fleksibel karena penambahan fitur selalu dapat dilakukan oleh *user* (Irmayani, 2019). Penggunaan teknologi IoT dalam pembuatan *prototype* dipengaruhi oleh berbagai sensor yang terhubung ke internet untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mengolah data secara efisien (Alamsyah dkk., 2025). Adapun beberapa komponen yang digunakan untuk membangun *prototype* pada penelitian ini sebagai berikut:

a. Arduino Mega



Gambar II. 2. Arduino Mega 2560
(Sumber: course-net.com)

Arduino mega ialah hasil pengembangan arduino jenis sebelumnya yang memiliki kontrol, kompleksitas, memori, dan pemrograman yang paling lengkap (Santoso dkk., 2021). Arduino mega merupakan *board* mikrokontroler berbasis ATmega2560 yang memiliki 54 pin digital *input/output*, dimana 14 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 16 pin sebagai *input* analog, dan 4 pin sebagai UART (*port serial hardware*), 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, *header ICSP*, dan tombol *reset* (Frianto dkk., 2016). Arduino jenis ini telah dilengkapi dengan *bootloader* yang berfungsi untuk mempermudah pemrograman hanya menggunakan arduino *software* (Aryani dkk., 2019). Penggunaan arduino mega sering digunakan untuk rancangan proyek besar dan membutuhkan penerapan kompleksitas yang lebih. Adapun penggunaan arduino mega pada penelitian ini memiliki spesifikasi utama yang tercantum pada tabel berikut:

Tabel II. 1. Spesifikasi Arduino Mega

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tegangan Operasional	5 Volt
2.	Tegangan Rekomendasi	7-12 Volt
3.	Batas Tegangan	6-20 Volt
4.	Pin Input/Output Digital	54
5.	Pin PWM	15
6.	Pin Input Analog	16

(Sumber: arduino.biz.id)

b. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) merupakan salah satu jenis *software* yang digunakan untuk membuat pemrograman untuk menjalankan komponen yang terintegrasi,

disini Arduino IDE akan menuliskan bahasa pemrograman (Bahasa C), menggabungkannya menjadi kode biner, lalu mengirimkannya ke memori mikrokontroler arduino yang digunakan (Rohman dkk., 2021). Software Arduino IDE seringkali digunakan pada proyek *sketch* dalam skala kecil hingga besar dengan melakukan pemrograman pada *board* yang akan digunakan, melalui software ini pengguna dapat membuat, memodifikasi, hingga mengunggah program ke *board* arduino jenis apapun yang telah disediakan sehingga proses *input* dan *output* akan lebih mudah (Mindasari dkk., 2022).



Gambar II. 3. Arduino IDE
(Sumber: *blog.indobot.co.id*)

Adapun spesifikasi fitur pada software Arduino IDE yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

Tabel II. 2. Spesifikasi Fitur Arduino IDE

No	Spesifikasi	Uraian Spesifikasi
1.	Bahasa Pemrograman	Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C/C++ untuk dapat <i>running</i> pada board Arduino.
2.	<i>Library</i> dan Contoh Program	Tersedia berbagai jenis <i>library</i> dengan contoh program yang dapat mempermudah pengguna untuk mengakses <i>hardware</i> dan mempercepat proses pemrograman
3.	<i>Compiler</i> dan <i>Uploader</i>	Program dapat langsung dikompilasi dan di upload ke arduino menggunakan USB
4.	Monitor Serial	Pengguna dapat memantau program terutama saat terjadi <i>debugging</i>

No	Spesifikasi	Uraian Spesifikasi
5.	Deteksi <i>Error</i>	Saat terjadi <i>error</i> , platform akan memberikan peringatan untuk diperbaiki

(Sumber: arduinoindonesia.id)

c. Receipt Printer Thermal for Arduino



Gambar II. 4. Printer *Thermal*
(Sumber: learn.adafruit.com)

Printer *thermal* merupakan salah satu jenis alat cetak *compact* yang biasanya digunakan dalam bidang pekerjaan yang membutuhkan hasil cetak berupa struk pembelian, label *barcode*, resep pesanan, dan lain - lain (Widyanto, 2021). Cara kerja printer ini yaitu dengan memanfaatkan elemen pemanas yang terdapat pada kepala printer, penggunaan kertas pada printer ini merupakan jenis kertas *thermal* yang ketika dipanaskan maka warna pada kertas akan meleleh dan menempel untuk membentuk tulisan (Nurhuda, 2024). Adapun spesifikasi printer *thermal* yang digunakan pada penelitian ini:

Tabel II. 3. Spesifikasi Printer *Thermal*

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	<i>Printing Method</i>	<i>Thermal</i>
2.	<i>Resolution</i>	8 dots/ mm 384 dots /line
3.	<i>Effective Print Width</i>	48 mm
4.	<i>Character Set</i>	ASCII, GB2312-80 (Chinese)
5.	<i>Power Supply (Adapter)</i>	12 V DC

(Sumber: labelektronika.com)

d. Sensor Proximity (E18-D80NK)

Sensor proximity merupakan jenis pendeteksi yang dapat mengidentifikasi keberadaan suatu benda tanpa membutuhkan kontak fisik. Terdapat empat jenis teknologi sensor proximity,

diantaranya *electrical* (*Inductive* dan *capacitive*), *Optical* (IR dan Laser), *magnetic*, dan yang terakhir sonar. Penggunaan sensor proximity yang paling umum untuk digunakan ialah pada jenis *optical*, sensor ini akan bekerja dengan mendeteksi obojek melalui pantulan sinar infra lalu sinar yang dipantulkan kembali dimanfaatkan untuk mendeteksi perubahan (Guntara & Famytra, 2017).



Gambar II. 5. Sensor Proximity (E18-D80NK)
(Sumber: andalanelektro.id)

Adapun spesifikasi sensor proximity yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

Tabel II. 4. Spesifikasi Sensor E18-D80NK

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Jarak Deteksi	3 – 80 cm
2.	Tegangan <i>Input</i>	9 V DC
3.	Tegangan <i>Output</i>	9 V DC
4.	Arus <i>Output</i>	100 mA

(Sumber: jogjarobotika.com)

e. **Real Time Clock (RTC) DS3231**



Gambar II. 6. RTC DS3231
(Sumber: Ermanda & Latifa, 2023)

RTC DS3231 merupakan modul berbasis *chip* yang menjadi pewaktu elektronik dan dapat menghitung waktu dengan akurat secara *real-time*. RTC DS3231 dapat menyimpan data waktu yang telah digunakan untuk dikirim ke komponen lainnya sebagai *output* LCD dan *device*. RTC dapat memberikan informasi yang berkaitan

dengan jam, menit, detik, tanggal, tahun, hari dan bulan (Kusumawati & Wiryanto, 2018). Adapun spesifikasi RTC yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

Tabel II. 5. Spesifikasi RTC DS3231

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	<i>Battrey</i>	<i>Backup input for continuous time</i>
2.	<i>Arus Output</i>	100 mA
3.	<i>Operating Voltage</i>	3,3 V dan 5V

(Sumber: techzeero.com)

f. *Keypad 4x4*



Gambar II. 7. *Keypad 4x4*

(Sumber: electronicwings.com)

Modul *keypad 4x4* merupakan *keypad* dengan ukuran 4 kolom x 4 baris serta berfungsi untuk menginput angka yang digunakan dalam suatu proyek dasar elektronika seperti untuk mengendalikan kecepatan motor, robot, dan penghitungan dasar. Dalam dunia nyata, penggunaan *keypad* dapat ditemukan pada mesin ATM, pom bensin, meteran listrik, dll (Mindasari dkk., 2022). Oleh karena itu, *Keypad* ini berukuran 4x4 dan memiliki 8 pin untuk 16 *button* untuk memaksimalkan fungsi dalam penggunaannya (Hendra dkk., 2017). Adapun spesifikasi *keypad* yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

Tabel II. 6. Spesifikasi *Keypad*

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tampilan	8 pin akses untuk matriks 4x4
2.	<i>Circuit Rating</i>	35 V DC, 100 mA
3.	<i>Constant Resistance of insulation resistance</i>	100 M
4.	<i>Insulation Resistance</i>	100 M 100 V
5.	<i>Dielectric Strength</i>	250 V Rms (50 – 60 Hz) 1 min

(Sumber: mbizmarket.co.id)

g. *Load cell* dan Modul HX711



Gambar II. 8. *Load cell*
(Sumber: arduinoindonesia.id)

Load cell atau yang dikenali dengan sensor berat, merupakan komponen yang dapat mengalami perubahan nilai resistansi di dalam *strain gauge* saat inti besi diberi beban. Secara sederhana *load cell* bekerja berdasarkan prinsip deformasi yaitu ketika beban diberikan maka sensor akan mengalami perubahan bentuk dan menghasilkan sinyal elektrik, sinyal inilah yang kemudian akan diukur dan diubah menjadi nilai beban yang dapat dibaca (Saputra dkk., 2022). Adapun spesifikasi *load cell* yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

Tabel II. 7. Spesifikasi *Load Cell*

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Rated Load	5 Kg
2.	Rated Output	1,0 mV/V0,15 mV/V
3.	<i>Recommended Operating Voltage</i>	3 – 12 VDC
4.	<i>Maximum Operatin Voltage</i>	15 VDC
5.	<i>Material</i>	Alluminium Alloy
6.	<i>Cable</i>	0,820 cm

(Sumber: digiwarestore.com)

Komponen utama dari *load cell* ialah *strain gauge* yang berfungsi menjadi sensor untuk mengukur perubahan ukuran akibat tekanan atau beban. Prinsip kerja *strain gauge* menyesuaikan dengan tekanan atau tarikan yang terjadi pada suatu kawat logam. Perubahan tahanan Listrik ini yang akan diubah menjadi sinyal listrik untuk menghitung besar beban yang diberikan pada *load cell* (Sitorus dkk., 2018). Komponen yang mempengaruhi keakuratan *load cell* dalam menghitung beban disebut modul HX711.



Gambar II. 9. Modul HX711
(Sumber: ft.unj.ac.id)

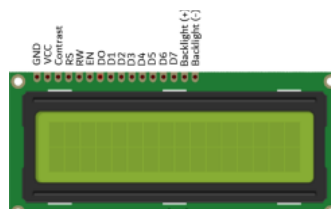
Modul HX711 merupakan modul timbangan yang digunakan pada *load cell*, modul ini berfungsi sebagai penguat sinyal untuk mengonversi data dari *load cell* menuju mikrokontroler yang digunakan seperti arduino (Aryuni dkk., 2021). Sinyal yang dihasilkan oleh *load cell* sangat kecil, oleh karena itu HX711 memperkuat sinyal agar dapat dengan mudah dibaca (Naryana dkk., 2024). Selain berfungsi sebagai penguat sinyal, modul ini dapat mengkonversi sinyal analog menjadi digital untuk diproses oleh mikrokontroler (Anggreani dkk., 2023). Modul ini digunakan karena memiliki beberapa kelebihan seperti *output* yang stabil, persentase sensitivitas tinggi, dan memiliki kemampuan dalam mengukur perubahan nilai dengan cepat (Mukhammad dkk., 2022). Adapun spesifikasi modul HX711 yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

Tabel II. 8. Spesifikasi Modul HX711

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Range	1 – 10 Kg
2.	<i>Output Sensitivity</i>	$1,0 \pm 0,1 \text{ mV/V}$
3.	<i>Lag</i>	0,05% F.S
4.	<i>Creep</i>	0,05% F.S/3 min

(Sumber: digiwarestore.com)

h. *Liquid Crystal Display (LCD) 16X2*



Gambar II. 10. LCD 16X2
(Sumber: Aminah dkk., 2022)

LCD merupakan suatu komponen yang menggunakan zat cair (kristal cair) sebagai indikator *output* dalam proses pengembangan

media. LCD berfungsi untuk menampilkan hasil bacaan sensor dalam bentuk angka ataupun teks. LCD sudah umum digunakan contohnya pada layar kalkulator, layar jam digital, dan layar *handphone* (Aminah dkk., 2022). LCD dapat disambungkan dengan arduino menggunakan dua pin yaitu SDA dan SCL, dengan sumber daya 5 V DC dan *ground* (Susanta, 2025). Adapun spesifikasi LCD pada penelitian ini terdapat pada tabel di bawah ini:

Tabel II. 9. Spesifikasi LCD

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tegangan Operasi	4,7 V – 5,3 V
2.	Ukuran Layar	72 X 25 mm
3.	Jumlah Kolom	16
4.	Jumlah Baris	2

(Sumber: mbizmarket.co.id)

i. Motor DC *Gearbox*



Gambar II. 11. Motor DC *Gearbox*
(Sumber: sariteknologi.com)

Motor DC *gearbox* ialah jenis aktuator dengan komponen yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui gerakan linear atau rotasi (Hafidz, 2022). Dalam penelitian ini motor DC berperan sebagai komponen penggerak *roller* yang digunakan dalam *prototype conveyor* penghubung dengan besaran tegangan 6 V DC. Berikut ini spesifikasi motor dc yang digunakan pada penelitian ini:

Tabel II. 10. Spesifikasi Motor DC

No	Spesifikasi	Keterangan
1.	Tegangan	6 V
2.	Dimensi	7 cm x 3,7 cm x 2,2 cm
3.	Rasio	1:48
4.	RPM	100 - 200

(Sumber: mbizmarket.co.id)

2. Sistem Otomatisasi



Gambar II. 12. Otomatisasi
(Sumber: *bbs.binus.ac.id*)

Secara umum, otomatisasi dimanfaatkan sebagai pendukung manusia dalam melakukan berbagai tugas yang dilakukan setiap waktu. Hal ini disebabkan keterbatasan manusia dalam aspek ketelitian, sehingga pemanfaatan mesin atau komputer dapat mengatasi hal tersebut. Penerapan otomatisasi juga dapat menghemat waktu dan biaya serta mempercepat proses kerja, sehingga meningkatkan efisiensi secara keseluruhan (Bastari dkk., 2017). Pengembangan bisnis dalam industri juga diiringi dengan penggunaan otomatisasi, sehingga memberikan peluang kerja bagi masyarakat profesional dalam bidangnya (Amalia dkk., 2021). Oleh karena itu, pemanfaatan sistem otomatisasi pada peralatan di bandara termasuk pengelolaan bagasi melalui pemantauan secara *real-time* menjadi alasan pentingnya penerapan otomatisasi. Hal ini ditujukan agar kontribusi otomatisasi dapat memberikan manfaat seperti tercapainya efisiensi operasional, kenyamanan penumpang, dan pengembangan bandara yang modern dan berkelanjutan (Faizah dkk., 2022).

Salah satu bentuk kegiatan operasional yang dapat dioptimalisasi oleh otomatisasi ialah pelayanan bagasi, dengan memanfaatkan manfaat yang diberikan dalam hal efisiensi waktu, keakuratan data mulai dari *check-in* hingga *boarding* sehingga dapat mengurangi penumpukan antrian penumpang (Muliandhi dkk., 2023). Oleh karena itu, dengan penyesuaian terhadap perkembangan sistem yang terintegrasi ini, sebagian besar bandar di Indonesia perlu untuk menerapkan sistem ini

agar dapat bersaing dengan bandara internasional. Dengan mengadopsi sistem ini, kegiatan operasional bandara dapat memenuhi standar global (Ristina dkk., 2020).

3. Bagasi



Gambar II. 13. Bagasi Penumpang
(Sumber: *travel.kompas.com*)

Salah satu kebutuhan utama penumpang dalam memilih penggunaan jasa bandara ialah karena efisiensi dan ketepatan proses. Oleh karena itu, diperlukan faktor pendukung dalam memenuhi hal tersebut (Setiyo dkk., 2023). Dalam memenuhi faktor pendukung penumpang membawa suatu barang yang dikenal dengan bagasi. Bagasi merupakan muatan berupa barang bawaan seperti tas, koper dan barang dalam *box* (Susilowati & Saputra, 2021). Bagasi menjadi barang yang berharga karena berisi harta benda dan barang pribadi (Keke & Susanto, 2020). Dalam proses penanganannya, bagasi akan melewati beberapa proses seperti pemeriksaan, penimbangan di *baggage weighing scale*, pemberian label (*baggage tagging*), hingga sampai ke tahap akhir untuk dimuat ke dalam pesawat (Pradipta & Dyahjatmayanti, 2023). Berdasarkan PM 185 Tahun 2015 tentang standar Pelayanan Penumpang Kelas Ekonomi Angkutan Udara Niaga Berjadwal dalam Negeri. Bagasi terdiri dari tiga jenis golongan yaitu:

- a. *Checked baggage* (bagasi tercatat) merupakan bagasi yang memiliki tempat di dalam pesawat (*cargo compartment*) dan telah terdaftar oleh maskapai. Setiap pesawat memiliki kebijakan akan beban bagasi yang berbeda mulai dari 15 kg untuk kelompok *medium service* dan 20 kg untuk *full service*.

- b. *Unchecked baggage* (bagasi kabin) merupakan barang pribadi yang dapat dibawa ke dalam kabin pesawat dan memiliki persyaratan beban maksimum 7 kg per orang. Dengan maksimal dimensi secara umum ialah 56 cm x 36 cm x 23 cm dan ≤ 115 cm.
- c. *Unaccompanied baggage* merupakan barang bawaan penumpang yang dikirim atau dibawa sebagai kargo.

4. *Overload*



Gambar II. 14. Bagasi *Overload*
(Sumber: fastpay.co.id)

Overload merupakan kondisi dimana suatu barang memiliki beban kapasitas yang berlebih daripada syarat yang ditentukan (Saraswati, 2017). Dalam suatu penerbangan, maskapai akan menetapkan batas maksimum bagasi bawaan sesuai dengan kebijakan masing-masing. Kebijakan ini berlaku pada bagasi kargo maupun bagasi kabin (Jaya, 2019). Ketika penumpang membawa barang bagasi tidak sesuai dengan ketentuan, maka penumpang harus membayar biaya tambahan yang telah ditetapkan (Alvianus & Nuning, 2023).

5. Biaya Tambahan (*Excess Baggage Charge*)

Excess baggage charge merupakan biaya yang harus dibayarkan oleh penumpang kepada pihak maskapai berdasarkan beban *overload* yang terbaca di *baggage weigh scale* (Klislinar & Wachidin, 2020). Kebijakan ini diberikan kepada penumpang dengan tujuan penerbangan domestik maupun internasional, sehingga tarif yang dikenakan pada setiap rute penerbangan berbeda tergantung dengan kebijakan masing – masing maskapai. Adapun contoh *excess baggage charge* pada

penerbangan di Bandara Radin Inten II Lampung rute TKG-CGK, sebagai berikut:

Tabel II. 11. EBC Maskapai Rute Penerbangan TKG-CGK

No	Maskapai	FBA		Rute	CURR	EBC/KG
		CB	UB			
1.	Lion Air	20 Kg	7 Kg	TKG	IDR	18.000
2.	Garuda Indonesia	20 Kg	7 Kg		IDR	17.000
3.	Citilink	15 Kg	7 Kg	CGK	IDR	65.000
4.	Air Asia	20 Kg	7 Kg		IDR	420.000 (per 20 Kg)
5.	Super Air Jet	20 Kg	7 Kg		IDR	18.000

(Sumber:lionair.co.id; Garuda-Indonesia.com; citilink.co.id; airasia.com)

Keterangan:

FBA : *Free Baggage Allowance*
CB : *Checked Baggage*
UB : *Unchecked Baggage*
CURR : *Currency*
EBC : *Excess Baggage Charge*

6. *Baggage Weighing Scale*



Gambar II. 15. *Baggage weighing scale*

Berdasarkan PM 41 Tahun 2023 tentang Pelayanan Jasa Kebandarudaraan di Bandara, terdapat persyaratan dalam melakukan pelayanan pada proses keberangkatan dan kedatangan penumpang dalam suatu bandara yaitu dengan memastikan fasilitas yang digunakan dalam kondisi yang baik. Salah satunya ialah fasilitas timbangan pada saat pelayanan pelaporan keberangkatan penumpang (*check-in*).

Berdasarkan SOP Fasilitas Mekanikal Bandara Radin Inten II Lampung *baggage weighing scale* merupakan timbangan bagasi penumpang dalam bentuk *conveyor*. Barang bawaan penumpang dapat menjadi

suatu hal yang riskan karena mempengaruhi *load factor* pesawat saat *take-off* dan *landing*. Agar aman dari batas beban bagasi yang telah ditentukan, maka *baggage weighing scale* diperlukan saat proses *check-in* pesawat di bandara. Terdapat dua komponen utama pada *baggage weighing scale*, yaitu:

a. *Load cell*



Gambar II. 16. *Load Cell*
(Sumber: mt.com)

Load cell menjadi komponen utama dalam sistem *conveyor* timbangan. Berdasarkan Permendag Nomor 24 Tahun 2024 tentang kegiatan tera ulang alat ukur, alat takar, alat timbang, dan alat perlengkapan metrologi, timbangan yang akan digunakan wajib untuk memperoleh hak legal dari Direktorat Metrologi melalui proses TERA yang minimal dilakukan satu kali dalam satu tahun. Hal ini ditujukan untuk memastikan keakuratan timbangan yang mengalami proses deformasi (perubahan mekanis) akibat penggunaan. Oleh karena itu, timbangan harus dikalibrasi menggunakan batu standar (*test weight*) dari Metrologi untuk menyamakan hasil tegangan dari *load cell* dengan nilai yang tertera pada *display* timbangan.

b. *Display*



Gambar II. 17. *Display Baggage Weighing Scale*
(Sumber: wijayatunasmandiri.web.indotrading.com)

Selain *load cell* komponen penting dari timbangan bagasi penumpang ialah *display* dan *control menu*.

7. *Check-in Counter*



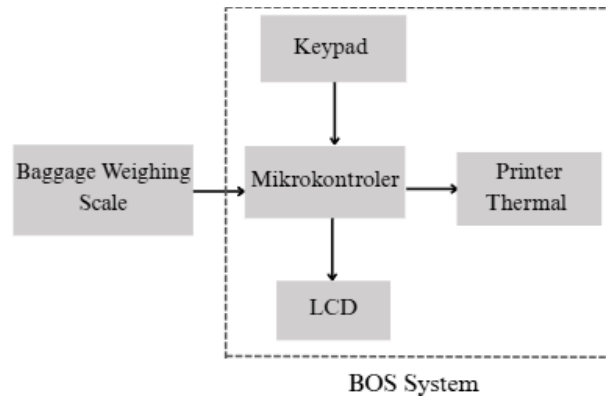
Gambar II. 18. *Check-in Counter* Bandara TKG

Check-in merupakan proses awal dalam penerbangan yang terjadi saat penumpang melakukan kegiatan pelaporan diri untuk menjadi penumpang yang tercatat oleh maskapai, memproses bagasi, dan mendapatkan *boarding pass* untuk melakukan perjalanan penerbangan serta dilakukan pada *counter check-in area* (Jamhary dkk., 2022). *Check-in* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara mandiri (melalui fasilitas *self check-in* atau secara online) dan secara konvensional (dengan bantuan petugas *ground handling* pada *counter check-in* masing-masing maskapai) (Abadi & Masyi'ah, 2022).

8. PM 185 Tahun 2015

Menurut PM 185 Tahun 2015 tentang standar pelayanan penumpang kelas ekonomi angkutan udara niaga berjadwal dalam negeri bagian kelima (*check - in*) pasal 24 dinyatakan bahwa batas waktu proses pelayanan *check-in* paling lama ialah 2 menit 30 detik. Pelayanan ini terdiri dari pemeriksaan data penumpang, penanganan bagasi, hingga sampai pada penumpang terdaftar sebagai penumpang resmi di suatu maskapai. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas pelayanan agar mendorong kepuasan penumpang dalam menggunakan jasa bandara. Salah satu bentuk yang dapat dilakukan ialah dengan memaksimalkan fasilitas yang ada dan mengintegrasikan teknologi dalam penerapannya.

9. Rancangan Pemasangan Alat



Gambar II. 19. Blok Diagram Integrasi BOS dengan Timbangan



Gambar II. 20. Rencana Penempatan Alat

Berdasarkan kondisi *existing counter check-in* di Bandara Radin Inten II Lampung terdapat 10 *counter check-in* yang masih aktif beroperasi. Adapun 10 *counter check-in* ini terdiri dari maskapai Lion Air di *counter* nomor 2 dan 3, Super Air Jet di *counter* nomor 4 dan 5, Air Asia (di *counter* nomor 13 dan 14, Garuda Indonesia di *counter* nomor 15-16, Citilink di *counter* nomor 19 dan 20. Mengacu pada kebutuhan optimalisasi pelayanan penanganan bagasi *overload*, khususnya saat proses penghitungan biaya tambahan maka direncanakan pemasangan sistem *Baggage Overload System* (BOS) pada salah satu *baggage weighing scale counter check-in* nomor 20 (Citilink). Pada gambar diatas menunjukkan ilustrasi posisi BOS yang direncanakan untuk terintegrasi dengan *baggage weighing scale* dan terletak di atas meja *counter check-in* berdekatan dengan perangkat *existing* seperti komputer dan printer *boarding pass*. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem BOS dapat disesuaikan untuk diintegrasikan dengan seluruh *counter check in* yang aktif pada Bandara Radin Inten II Lampung.

B. Penelitian Terdahulu yang Relevan

Dalam melakukan proses perencanaan dan pengembangan penelitian, penulis melakukan kajian literatur dengan mencari perbedaan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sebagai bahan pertimbangan pembuatan tugas akhir. Berikut ini beberapa penelitian yang relevan dengan topik penelitian yang penulis lakukan:

Tabel II. 12. Penelitian yang Relevan

No	Judul Penelitian, Penulis	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Timbangan Digital Otomatis Berbasis Mikro-kontroler Arduino Uno (Afrianto, 2020)	Pengembangan alat timbangan digital yang digunakan pasaran dengan mendeteksi berat, menampilkan akumulasi harga, dan menentukan jenis barang. Akumulasi harga dan berat akan ditampilkan melalui LCD <i>display</i> . Hasil dari perancangan ini ialah timbangan dapat bekerja dengan optimal dengan presentase gagal sebesar 0,636%.	Penelitian menggunakan <i>load cell</i> untuk menimbang beban dan mengonversi ke harga pasaran serta bantuan <i>keypad</i> untuk mengatur perubahan harga yang ada.	Dalam penelitian ini penulis memberikan tambahan printer <i>thermal</i> untuk mencetak struk biaya tambahan agar dapat digunakan pada skala industri bandara.
2.	Rancangan Bangun Modul Praktik <i>Load Cell</i> dengan Kapasitas	Perancangan timbangan elektronik menggunakan Arduino Nano dan <i>load cell</i> . Pada saat	Perancangan sistem penimbangan digital dengan sensor beban dan modul HX711 sebagai penguat	Penelitian ini tidak hanya membahas penimbangan secara digital

No	Judul Penelitian, Penulis	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
	20 kg Berbasis Arduino Nano (Sam dkk., 2020)	timbangan menerima beban maka secara otomatis sensor <i>load cell</i> akan meneruskan informasi ke Arduino untuk menampilkan beban yang terbaca pada LCD. Hasil dari pengujian alat menyatakan bahwa rancangan mampu untuk mengukur beban dengan maksimum berat 20 kg dan ketelitian 1 gram dan identifikasi kesalahan 0,2%.	sinyal serta arduino sebagai pusat pemrosesan.	dengan bantuan sensor, tetapi juga menghasilkan konversi biaya tambahan untuk mempermudah proses penanganan bagasi <i>overload</i> .
3.	Rancang Bangun Timbangan Buah Digital Berbasis Mikro-kontroler dengan Koneksi Printer <i>Thermal</i> (Irmansyah dkk., 2021)	Peneliti merancang sebuah timbangan digital menggunakan <i>load cell</i> dengan bantuan mikrokontroler Arduino, data penimbangan akan disimpan dalam format <i>excel</i> dan printer <i>thermal</i> akan mencetak	Penelitian membahas penggunaan sistem penimbangan otomatis yang terintegrasi dengan printer <i>thermal</i> untuk mempermudah pekerjaan.	Penelitian ini tidak menggunakan <i>excel</i> sebagai media penyimpanan data yang telah tertimbang.

No	Judul Penelitian, Penulis	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
		struk belanja. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Tingkat keberhasilan dalam perancangan sistem ini sebesar 97,72%.		
4.	<i>Prototype Timbangan Digital dan Pengendali Konveyor Otomatis untuk Pembersih Limbah Kotoran Hewan Ternak Kambing (Akbar dkk., 2024)</i>	Peneliti melakukan perancangan pengolahan limbah kotoran yang diakomodir dengan integrasi antara sensor beban untuk mengukur berat kotoran dengan motor DC pada konveyor untuk membersihkan kotoran. Hasil menunjukkan akurasi sebesar 96,49%	Penelitian menggunakan media <i>conveyor</i> dengan bantuan <i>load cell</i> sebagai alat bantu penggerak objek.	Penggunaan <i>conveyor</i> dalam penelitian ini akan dibantu dengan sensor proximity sebagai pendeteksi objek untuk menggerakkan motor dc.
5.	<i>Pembuatan Alat Prototype Overload Limit Scale Cabin Berbasis Mikrokontroler (Putri, 2022)</i>	Pengembangan alat simulasi penimbangan menggunakan <i>load cell</i> yang akan dipasang pada kabin pesawat. Ketika terjadi <i>over weight</i> pada kabin, maka terdapat	Penelitian menggunakan media <i>prototype</i> dengan bantuan <i>load cell</i> sebagai pendeteksi beban berlebih untuk bagasi penumpang	Dalam penelitian ini penulis memanfaatkan <i>load cell</i> untuk mendeteksi beban berlebih yang akan dikonversikan dengan

No	Judul Penelitian, Penulis	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
		peringatan lewat alarm <i>buzzer</i> dan LCD. Hasil dari rancangan ini menunjukkan bahwa sensor dapat mendeteksi bagasi berlebih pada kabin.		biaya tambahan pada proses penanganan bagasi penumpang