

Perancangan Fasilitas Kerja Operator Stasiun Kerja Pengerolan untuk Mengurangi Risiko Beban Kerja

Muhammad Rofi Nur Fauzi *, Nita P. A. Hidayat, Eri Achiraeniwati

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

rofinurfauzi@gmail.com, nita.ph@gmail.com, eri.achiraeniwati@unisba.ac.id

Abstract. Work activities in Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) are still predominantly characterized by manual material handling (MMH), which poses risks of occupational accidents and work-related musculoskeletal disorders. Chen-Chen Bakery is an MSME engaged in bread production where manual material handling activities have not fully complied with ergonomic principles. At the rolling workstation, operators perform repetitive MMH activities such as gripping, lifting, holding, and transferring dough up to 1,350 times per day during a 12-hour work shift. The dough outlet height of the rolling machine, which is only 61 cm from the floor, forces operators to adopt awkward postures, including frequent bending and prolonged static hand positions, leading to musculoskeletal complaints and a high level of work risk. This study aims to identify musculoskeletal complaints and assess the level of work risk, as well as to design an ergonomically based workstation using anthropometric data. A quantitative approach was applied using the Nordic Body Map (NBM) questionnaire to identify musculoskeletal complaints and the Key Indicator Method–Lifting, Holding, and Carrying (KIM-LHC) to evaluate work risk. The results indicate musculoskeletal complaints in the back, waist, shoulders, arms, and wrists with pain intensity levels of 5–9 and a work risk classified as level 4 (high). The proposed ergonomic workstation design, including rolling machine modification, height-adjustable support, conveyor belt, and gravity conveyor, simulated using CATIA V5, successfully reduced the work risk level to level 1, indicating that only routine monitoring is required.

Keywords: *Ergonomics, Work Facilities, CATIA V5.*

Abstrak. Aktivitas kerja pada sektor Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) masih didominasi oleh *manual material handling* (MMH) yang berpotensi menimbulkan risiko kecelakaan dan gangguan kesehatan kerja. UMKM Chen-Chen *Bakery* merupakan usaha produksi roti dengan aktivitas penanganan material secara manual yang belum sepenuhnya sesuai prinsip ergonomi. Pada stasiun kerja pengerolan, operator melakukan aktivitas memegang, mengangkat, menahan, dan memindahkan adonan secara berulang hingga 1.350 kali per hari selama 12 jam kerja. Tinggi keluaran lubang mesin rol sebesar 61 cm menyebabkan postur kerja tidak alamiah, seperti membungkuk dan posisi tangan statis dalam waktu lama, sehingga memicu keluhan muskuloskeletal dan risiko kerja tinggi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi keluhan *muskuloskeletal* dan tingkat risiko kerja operator serta merancang fasilitas kerja ergonomis berbasis antropometri. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) dan metode *Key Indicator Method–Lifting, Holding, and Carrying* (KIM-LHC). Hasil penelitian menunjukkan keluhan *muskuloskeletal* pada punggung, pinggang, bahu, lengan, dan pergelangan tangan dengan tingkat nyeri 5–9 serta tingkat risiko kerja level 4 (tinggi). Usulan perancangan fasilitas kerja melalui modifikasi mesin rol, alas peninggi, *conveyor belt*, dan *gravity conveyor* yang disimulasikan menggunakan CATIA V5 mampu menurunkan tingkat risiko kerja menjadi level 1.

Kata Kunci: *Ergonomi, Fasilitas Kerja, CATIA V5.*

A. Pendahuluan

Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) merupakan komponen penting dalam struktur ekonomi Indonesia. Saat ini jumlah UMKM mencapai sekitar 64 juta unit usaha dan menyumbang sekitar 60–61% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) nasional, serta menyerap hampir 97% tenaga kerja (Pers, 2025). Menurut Simajuntak (2022), meskipun peran UMKM cukup signifikan namun masih banyak kendala dalam operasional yang berdampak pada produktivitas dan kesejahteraan pekerja. Permasalahan yang umum dialami UMKM meliputi aktivitas produksi yang masih dilakukan secara manual serta fasilitas kerja yang belum sesuai prinsip ergonomi. Kondisi ini menimbulkan beban kerja fisik yang tinggi bagi operator, sehingga dapat meningkatkan risiko kelelahan, gangguan sistem *muskuloskeletal*, dan menurunnya tingkat produktivitas (Merulaila, 2010).

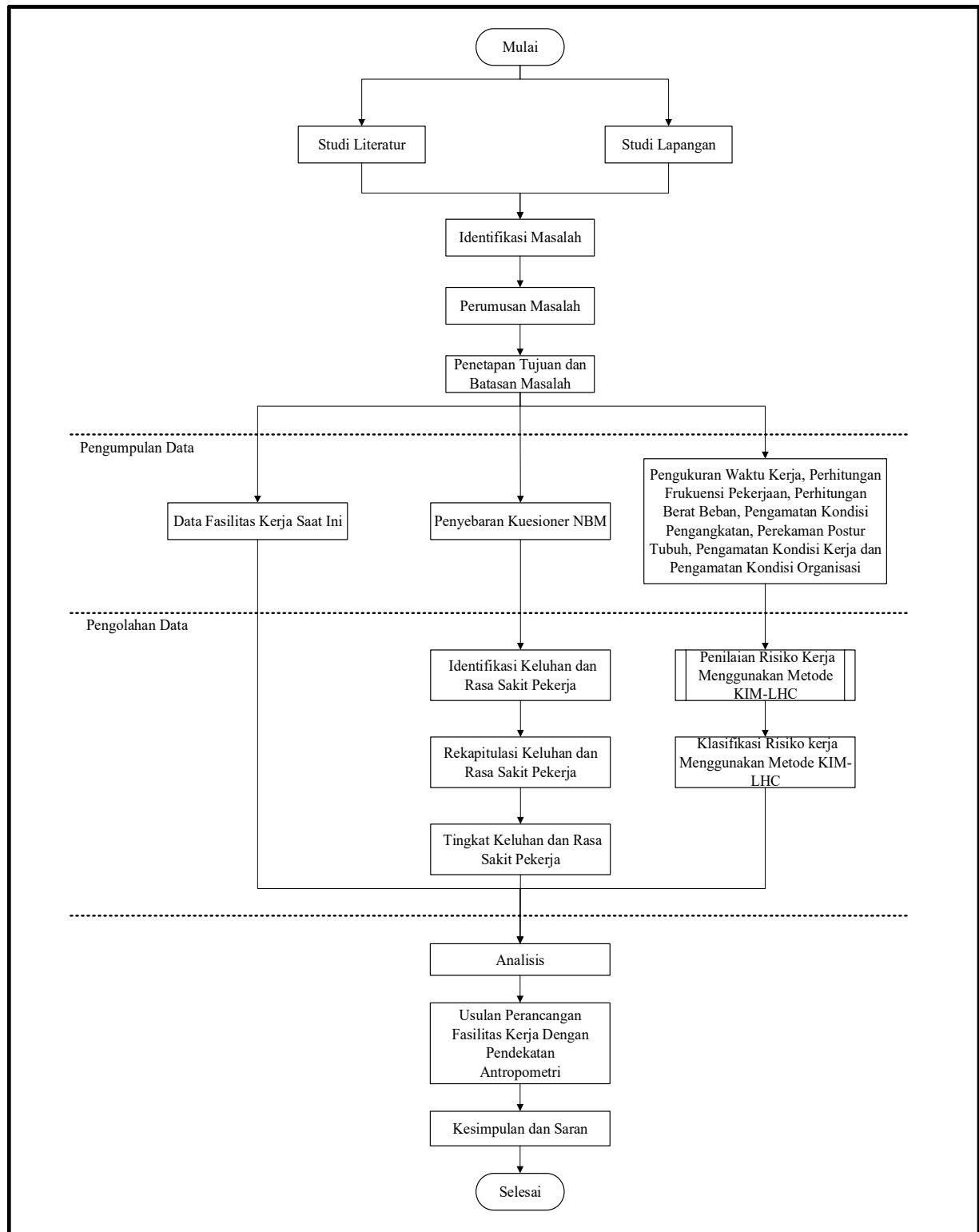
Chen-Chen *Bakery* merupakan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) yang bergerak di industri makanan, khususnya produksi dan pengolahan roti, dan berlokasi di Gang Babakan Rahayu, Kopo, Kecamatan Bojongloa Kaler, Kota Bandung. Perusahaan ini berdiri sejak tahun 1999 dengan menerapkan strategi produksi *Make to Stock* (MTS) dan model bisnis *Business to Business* (B2B), serta menetapkan target produksi harian sebesar 2.400 buah roti yang terdiri dari 900 roti tawar, 400 roti kadet, dan 1.100 roti burger. Kegiatan operasional berlangsung selama 13 jam per hari, yaitu pukul 06.00–19.00 WIB dengan waktu istirahat masing-masing 30 menit pada waktu Dzuhur dan Asar, serta beroperasi dari hari Senin hingga Sabtu. Tingginya jam kerja dan beban kerja fisik, khususnya pada stasiun kerja pengkalisan adonan, menyebabkan operator harus melakukan aktivitas berulang sebanyak 1.350 kali per hari dengan berat beban adonan mencapai 15 kg. Aktivitas tersebut berdampak pada tingkat kelelahan yang tinggi dan meningkatnya ketidakhadiran operator dengan rata-rata sebesar 19% atau sekitar 5 hari per bulan. Kondisi tersebut mengakibatkan ketidaktercapaian target produksi karena stasiun kerja pengkalisan adonan merupakan stasiun kerja kritis, yang selanjutnya berpotensi menimbulkan kerugian berupa *lost sales* sebesar 10.500 buah produk serta *opportunity cost* sebesar Rp48.050.000. Oleh karena itu, diperlukan upaya perbaikan sistem kerja melalui penerapan prinsip ergonomi guna menurunkan beban kerja fisik operator, meningkatkan kehadiran kerja, dan mendukung pencapaian target produksi secara berkelanjutan.

Hasil wawancara dengan operator pengerolan mengenai keluhan, operator mengeluhkan di bagian tubuh leher, bahu, punggung atas, siku, punggung bawah, pergelangan tangan, dan lutut. Keluhan tersebut diakibatkan karena fasilitas kerja yang kurang ergonomis ketika melakukan aktivitas selama jam kerja. Tinggi lubang hasil pengkalisan adonan dari lantai adalah 61 cm. Hal ini menyebabkan postur kerja yang tidak alamiah seperti leher menunduk, punggung membungkuk dan lengan menekuk. Jam kerja yang melebihi delapan jam per hari dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan dan keselamatan kerja, seperti meningkatnya kelelahan, gangguan tidur, penurunan konsentrasi, serta meningkatnya risiko kesalahan kerja dan kecelakaan (2014). Aktivitas kerja yang dilakukan secara berulang, terutama dengan postur tubuh yang tidak sesuai prinsip ergonomi, berpotensi meningkatkan risiko gangguan sistem *muskuloskeletal* serta menurunkan produktivitas (Manuaba, 2003). Upaya mengurangi keluhan dengan merancang fasilitas kerja tambahan pada mesin rol untuk mengurangi aktivitas menahan, mengangkat adonan pada mesin rol.

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah diuraikan. Maka tujuan dari penelitian ini yaitu mengukur tingkat risiko kerja pada operator stasiun kerja pengerolan di Chen-Chen *Bakery*.

B. Metode

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kuantitatif. Pengukuran tingkat keluhan rasa sakit operator menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM), sedangkan penilaian tingkat risiko kerja dilakukan menggunakan metode *Key Indicator Method-Lifting Holding and Carrying* (KIM-LHC) terhadap operator stasiun kerja pengerolan. Aktivitas pada stasiun kerja pengerolan adonan memiliki dua elemen kerja yaitu pengkalisan adonan, elemen kerja menyimpan adonan hasil pengkalisan dari mesin rol ke meja stasiun kerja penimbangan. Hasil identifikasi penilaian risiko kerja yang dilakukan akan menjadi acuan dalam melakukan perancangan fasilitas kerja. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 1.

**Gambar 1.** Tahapan Penelitian

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Identifikasi Penyebaran Kuesioner *Nordic Body Map* (NBM)

Kuesioner NBM digunakan untuk mengidentifikasi keluhan yang dirasakan oleh operator (Tarwaka, 2004). Kuesioner ini disebarikan kepada 1 operator di stasiun kerja pengerolan yang terdiri dari 2 bagian. Bagian A berisi data demografi, Bagian B berisi data keluhan dari 12 bulan terakhir hingga 7 hari terakhir, dan Bagian C berisi tingkat keluhan yang dirasakan operator (PEI, 2016). Hasil yang diperoleh operator sering mengeluhkan dibagian tubuh yang meliputi leher, bahu, punggung atas, siku, punggung bawah, pergelangan tangan, dan lutut. Operator memiliki keluhan rasa sakit rentang 5-9 dengan skor tertinggi 9 pada bagian tubuh punggung bawah. Penyebab keluhan dan rasa sakit yang dialami oleh operator terjadi karena, ketika melakukan proses pengerolan operator berdiri selama jam kerja dengan gerakan menarik, menahan, mengangkat, menyimpan dan memindahkan adonan ke stasiun kerja selanjutnya. Aktivitas pengerolan adonan dengan mesin rol posisi leher, punggung menunduk dan lengan menekuk karena tinggi mesin rol tidak sesuai dengan tinggi operator.

Total aktivitas yang diproses pada mesin rol adalah 30 kali per adonan dengan berat 15kg. Setiap adonan di rol sebanyak 45 kali dengan total aktivitas pengerolan adonan adalah 1.350 kali. Aktivitas kerja yang dilakukan secara berulang dengan frekuensi tinggi dan tanpa waktu pemulihan yang cukup dapat menyebabkan peningkatan risiko cedera *muskuloskeletal*, karena otot, tendon, dan jaringan lunak dipaksa bekerja di luar kapasitas pemulihannya (World Health Organization, 2021). Jumlah skor hasil penyebaran kuesioner NBM pada operator pengerolan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skor Kuesioner NBM

Operator	Bagian Tubuh	Penilaian Rasa Sakit
1	Leher	5
	Bahu	7
	Punggung Atas	6
	Siku	7
	Punggung Bawah	9
	Pergelangan Tangan	8
	Bokong/Paha	0
	Lutut	5
	Pergelangan Kaki	0

Hasil Penilaian Risiko Kerja Menggunakan Metode *Key Indicator Method-Lifting Holding and Carrying* (KIM-LHC)

Menurut Klussman dkk (2017) *Key Indicator Method-Lifting Holding and Carrying* (KIM-LHC) merupakan metode penilaian risiko yang berfokus pada aktivitas pengangkatan, penahanan, dan pemindahan beban manual dengan berat ≥ 3 kg, dan digunakan untuk mencatat setiap tindakan terkait pemindahan, penahanan, serta pengangkutan muatan. Langkah-langkah penerapan KIM-LHC dilakukan secara sistematis untuk menilai risiko yang terkait dengan aktivitas *manual handling* tersebut. *Carrying of Loads* (KIM-LHC) yaitu sebagai berikut (2019):

1. Langkah 1: Penentuan Skor Peringkat Waktu

Poin peringkat waktu ditetapkan berdasarkan tabel yang mempertimbangkan frekuensi atau jumlah pengulangan aktivitas seperti melakukan aktivitas seperti mengangkat, menurunkan, memindahkan, menopang, maupun mengangkut beban.

2. Langkah 2: Penentuan Skor Rating Untuk Indikator Lainnya

Evaluasi terhadap aspek penanganan beban, postur tubuh, kondisi kerja yang kurang mendukung, serta faktor organisasi atau pengaturan waktu kerja dilakukan sesuai dengan prosedur yang telah dijabarkan sebelumnya.

- Skor Indikator Peringkat Berat Beban
- Skor Indikator Kondisi Penanganan Beban
- Skor Indikator Postur Badan
- Skor Indikator Kondisi Kerja yang Tidak Menguntungkan
- Skor Indikator Faktor Organisasi/ Distribusi Temporal

3. Langkah 3: Evaluasi dan Penilaian

Setiap subaktivitas dinilai berdasarkan skor risiko yang berhubungan dengan jenis kegiatan yang dilakukan.

4. Skor Risiko KIM-LHC memiliki beberapa kisaran risiko yang meliputi:

- Kisaran Risiko 1: Risiko rendah dengan skor < 20 poin menunjukkan bahwa kelebihan beban fisik tidak mungkin terjadi dan tidak terdapat risiko gangguan kesehatan yang diharapkan, sehingga tidak diperlukan tindakan pengendalian tambahan.
- Kisaran Risiko 2: Risiko agak ditingkatkan dengan skor $20 - < 50$ poin menunjukkan bahwa kelebihan beban fisik mungkin terjadi, terutama pada pekerja yang kurang tangguh, dengan potensi kelelahan atau masalah adaptasi ringan yang masih dapat pulih selama waktu istirahat.
- Kisaran Risiko 3: Risiko ditingkatkan dengan skor $50 - < 100$ poin mengindikasikan bahwa kelebihan beban fisik dapat terjadi bahkan pada pekerja yang umumnya tangguh, disertai kemungkinan munculnya gangguan kesehatan seperti nyeri atau disfungsi yang bersifat reversibel sehingga desain ulang tempat kerja perlu dipertimbangkan.
- Kisaran Risiko 4: Risiko tinggi dengan skor ≥ 100 poin menunjukkan bahwa kelebihan beban fisik sangat mungkin terjadi dan dapat menimbulkan gangguan atau disfungsi yang jelas hingga kerusakan struktural, sehingga desain ulang tempat kerja dan tindakan pencegahan tambahan wajib segera dilakukan.

Penilaian risiko kerja dilakukan terhadap 1 orang operator yang bekerja pada stasiun kerja pengerolan. Penilaian risiko kerja dilakukan pada 2 elemen kerja yaitu:

- Pengkalisan Adonan
- Menyimpan Hasil Adonan Hasil Pengkalisan dari Mesin Rol ke Meja Stasiun Kerja Penimbangan

Penilaian risiko kerja dengan metode KIM-LHC dilakukan pada 1 operator stasiun kerja pengerolan adonan, hasil penilaian risiko kerja dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Hasil Penilaian Risiko Kerja

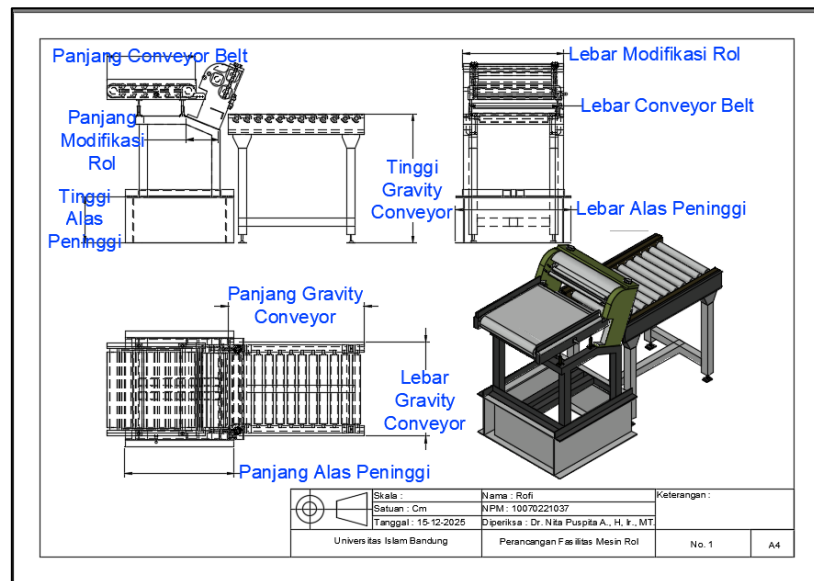
Operator	Elemen Kerja	Total Skor	Level Risiko KIM-LHC	Rekomendasi
1	Pengkalisan Adonan	224	Level 4 (Tinggi)	Perbaikan desain tempat kerja
	Menyimpan Adonan Hasil Pengkalisan dari Mesin Rol ke Meja Stasiun Kerja Pencetakan	212	Level 4 (Tinggi)	Perbaikan desain tempat kerja

Hasil penilaian risiko kerja menggunakan metode KIM-LHC, pada kedua elemen kerja pada stasiun kerja pengerolan memiliki risiko level 4 yang termasuk kedalam kategori tinggi. Hal tersebut dipengaruhi oleh frekuensi operator, peringkat beban dipengaruhi oleh berat beban adonan yang diangkat oleh operator dan postur badan yang dipengaruhi oleh postur badan dari awal hingga akhir. Hal ini perlu dilakukan perbaikan desain tempat kerja agar operator dapat bekerja secara ergonomis.

Hasil Temuan Pertama

Berdasarkan hasil kuesioner NBM keluhan yang dialami operator yaitu pada bagian tubuh punggung bawah dengan skor rasa sakit 5 hingga 9. Berdasarkan penilaian risiko kerja pada elemen kerja pengkalisan adonan dan menyimpan adonan hasil pengkalisan ke meja stasiun kerja penimbangan menggunakan KIM-LHC mendapatkan kategori “Tinggi” yang dipengaruhi oleh indikator peringkat waktu, peringkat beban dan postur badan. Hal tersebut menunjukkan perlu adanya perancangan fasilitas kerja. Fasilitas kerja usulan berupa modifikasi rol dengan menambah alas peninggi mesin rol. Penambahan alas mesin rol diperlukan untuk menghindari postur membungkuk ketika operator melakukan aktivitasnya. Hal lainnya berupa penambahan *conveyor belt* yang dilengkapi dengan modifikasi rol. Tujuannya untuk menghindari operator melakukan aktivitas menarik, mengangkat dan menyimpan adonan ketika proses pengkalisan. *Gravity conveyor* untuk memudahkan operator

melakukan pemindahan hasil pengkalisan adonan ke stasiun kerja penimbangan. Proyeksi perancangan fasilitas kerja dapat dilihat pada Gambar 1.

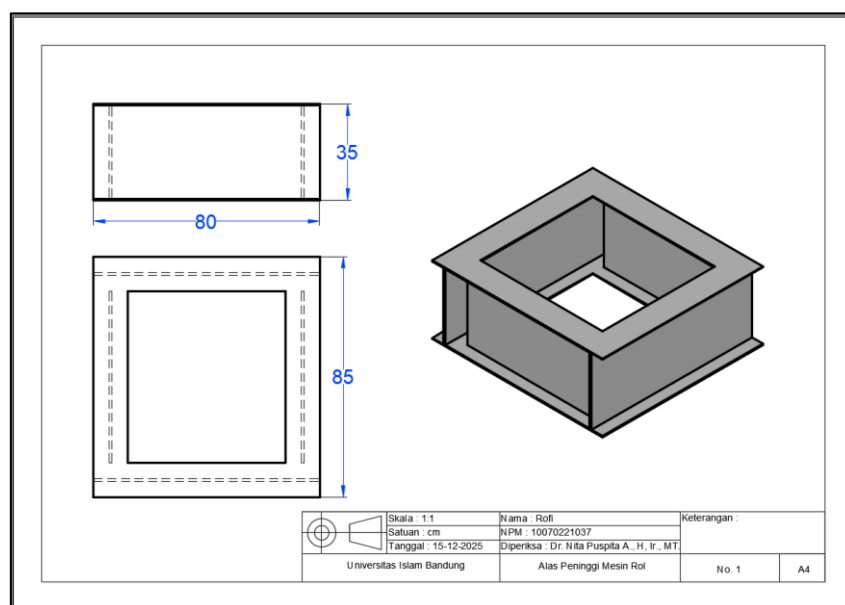


Gambar 1. Proyeksi perancangan fasilitas kerja mesin rol

Komponen tambahan pada proyeksi perancangan fasilitas kerja mesin rol berupa:

1. **Penambahan Alas Peninggi Mesin Rol**

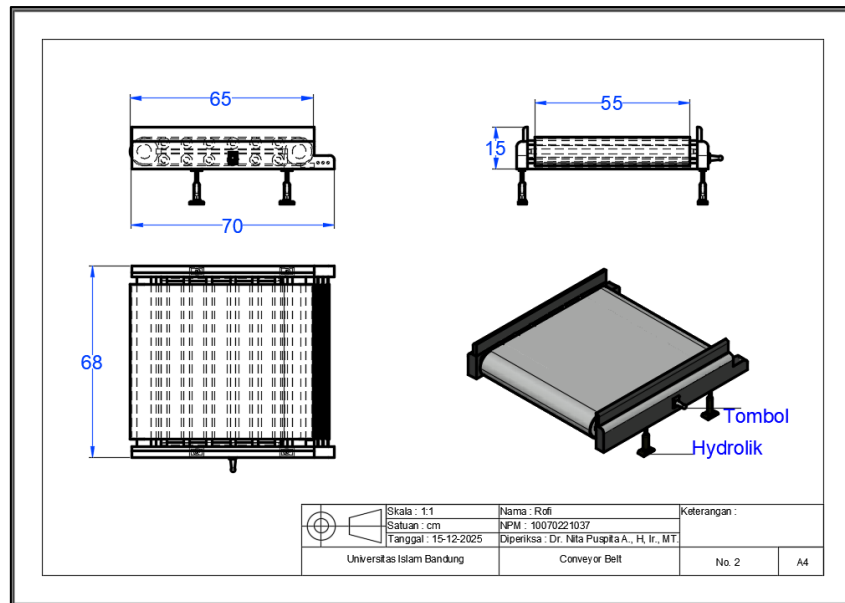
Rancangan ini menambahkan alas peninggi mesin rol sehingga operator dapat berdiri tegak berdasarkan dimensi tubuh Tinggi Siku (D4) operator. Alas peninggi rol ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alas peninggi mesin rol

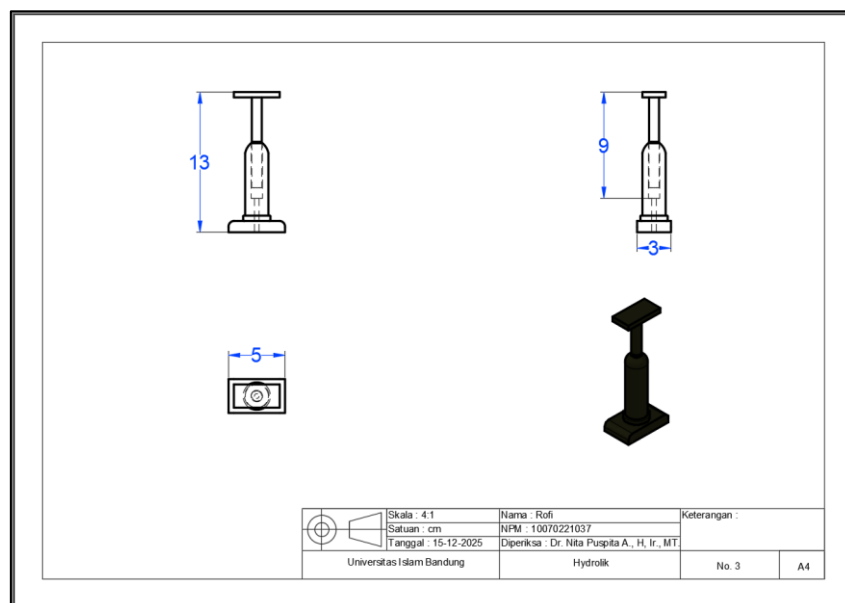
2. **Penambahan Conveyor Belt**

Penambahan *conveyor belt* membantu operator mengurangi aktivitas menarik, mengangkat, dan memindahkan adonan, sehingga operator tidak perlu melakukan aktivitas berulang yang berpotensi menimbulkan kelelahan dan risiko ergonomi. Penambahan *conveyor belt* dapat dilihat pada Gambar 3.



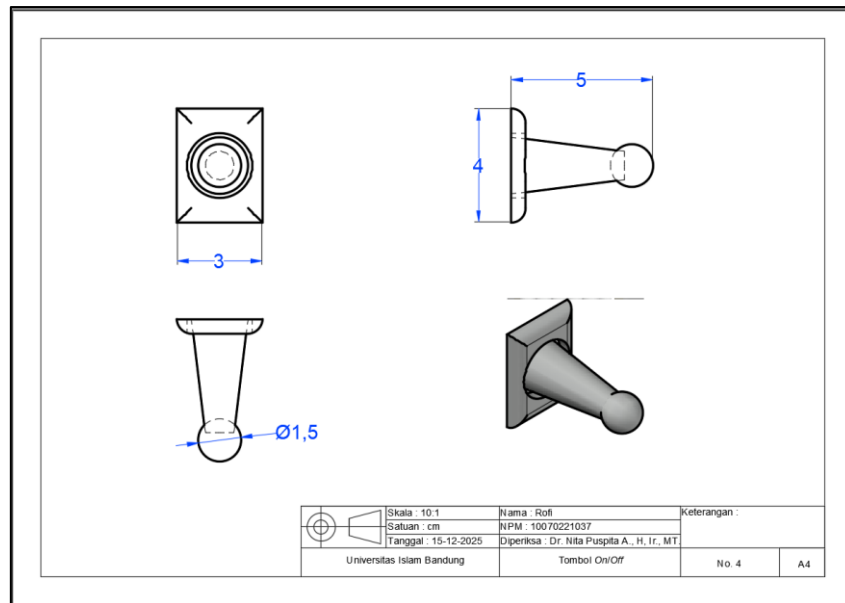
Gambar 3. Conveyor Belt

- a. **Hydrolik**
Komponen *hidrolik* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hidrolik

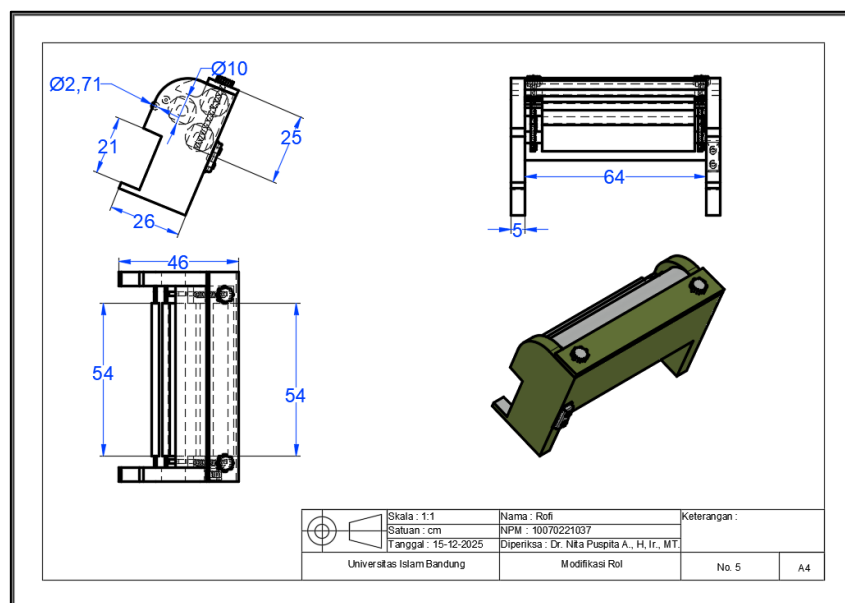
- b. **Tombol On/Off**
Tombol *on/off* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tombol *on/off*

3. Modifikasi Rol

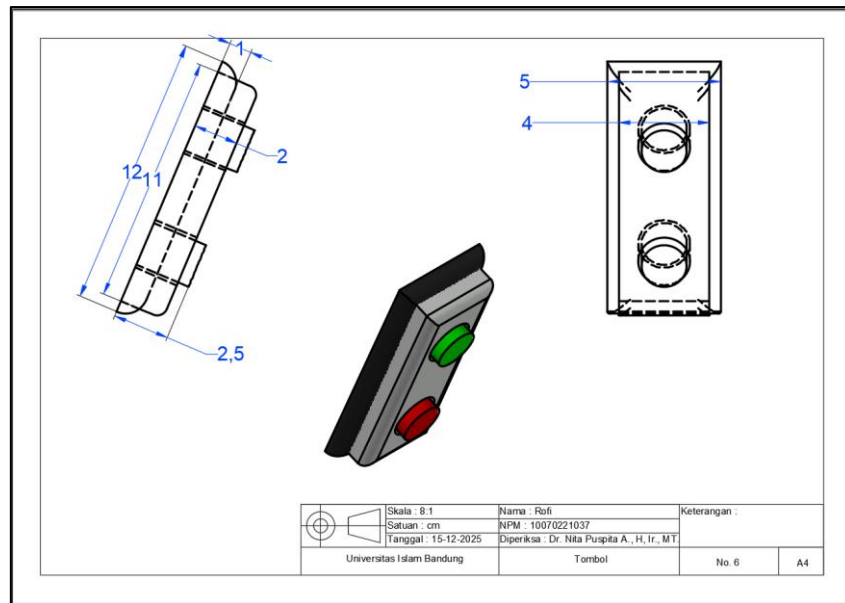
Modifikasi rol ini terdiri dari tiga rol utama yang berfungsi sebagai rol pemipih dan penarik adonan, serta dua rol kecil yang berperan sebagai rol bantu untuk mengarahkan dan menopang adonan. Mekanisme kerja modifikasi rol ini diawali dengan adonan yang masuk ke rol pertama, kemudian adonan tersebut ditarik secara otomatis oleh dua rol utama berikutnya sehingga proses pemipihan dan penarikan adonan dapat berlangsung secara kontinu. Setelah keluar dari rangkaian rol utama, adonan dibantu oleh dua rol kecil hingga berada di atas *conveyor belt*, dan proses ini dilakukan secara berulang sampai adonan mencapai kalis. Tampilan modifikasi rol dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Modifikasi rol

a. Tombol

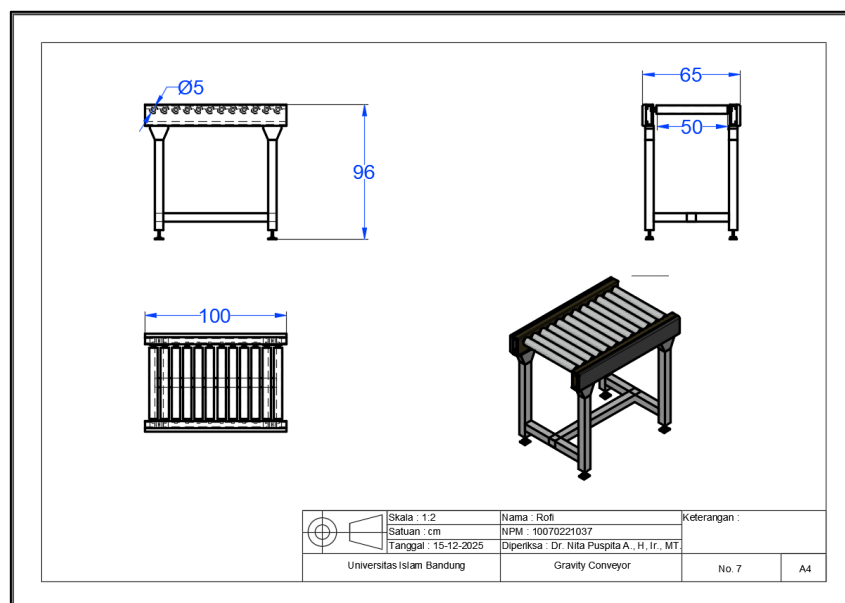
Tombol dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tombol

4. Gravity Conveyor

Gravity conveyor digunakan untuk menghilangkan aktivitas pemindahan hasil adonan secara manual ke stasiun kerja berikutnya. Prinsip kerja *gravity conveyor* adalah memanfaatkan gaya gravitasi pada permukaan roller dengan kemiringan 10 derajat, sehingga adonan hasil pengkalisan dapat bergerak secara otomatis menuju stasiun kerja penimbangan. Kemiringan 10 derajat dipilih untuk mengatasi gaya gesek adonan terhadap *roller* agar material dapat bergerak secara kontinu tanpa dorongan manual, serta merupakan sudut kemiringan yang umum diterapkan pada *gravity conveyor* di dunia industri karena dinilai aman, stabil, dan ergonomis bagi operator. Tampilan *gravity conveyor* dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Gravity conveyor

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. Penilaian risiko dilakukan terhadap 1 operator di stasiun kerja pengerolan yang terdiri dari elemen kerja pengkalisan adonan dan elemen kerja menyimpan adonan hasil pengkalisan dari mesin rol ke meja stasiun kerja penimbangan. Hasil yang diperoleh dari kedua elemen kerja memiliki risiko level 4 yang termasuk kedalam kategori tinggi. Kategori tersebut perlu dilakukan perbaikan desain tempat kerja agar operator dapat bekerja secara ergonomis.
2. Perancangan fasilitas kerja berupa penambahan alas peninggi mesin rol, *conveyor belt*, modifikasi rol dan *gravity conveyor* dengan pendekatan antropometri.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada banyak pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Terutama kepada Ibu Dr. Nita Puspita Anugrawati Hidayat, Ir., MT. dan Ibu Eri Achiraeniwati, ST., MM., IPM. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan arahan, ilmu dan dukungan bagi penulis. Segala yang diberikan oleh kedua dosen pembimbing sangat berarti bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Caruso, C. C. (2014). Negative impacts of shiftwork and long work hours. *Rehabilitation Nursing*, 39(1), 16–25. <https://doi.org/10.1002/rnj.107>
- Federal Institute of Occupational Safety. (2019). Key Indicator Method for assessing and designing physical workloads with respect to manual Lifting, Holding and Carrying of loads ≥ 3 kg KIM-LHC. Federal Institute of Occupational Safety and Health.
- Klussmann, A. (2017). *Validation of newly developed and redesigned key indicator methods for assessment of different working conditions with physical workloads based on mixed-methods design*. *BMJ Open*.
- Manuaba, A. (2003). *Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja: Dalam Proses Produksi dan Produktivitas*. Denpasar: Universitas Udayana Press.
- Merulaila. (2010). *Postur Tubuh Ergonomis Saat Bekerja*. Jakarta: Bhuana Ilmu.
- Pers, S. (2025). *Pemerintah Dorong UMKM Naik Kelas, Tingkatkan Kontribusi terhadap Ekspor Indonesia*. Retrieved from Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian: <https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/6152/pemerintah-dorong-umkm-naik-kelas-tingkatkan-kontribusi-terhadap-ekspor-indonesia?>
- Perhimpunan Ergonomi Indonesia. (2016). *Perhimpunan Ergonomi Indonesia*. Retrieved from Retrieved from Survey Keluhan Gangguan Otot Rangka: <<https://pei.or.id/survei-keluhan-gangguan-otot-rangka/>>
- Simajuntak, R. A. (2022). Penerapan Ergonomi Di Lingkungan Kerja Pada UMKM. *Jurnal Dharma Bakti*, Vol. 5 No.1, 38.
- Tarwaka. (2004). *Ergonomi Industri Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi Dan Aplikasi di Tempat Kerja*. Surakarta: Harapan Press.
- World Health Organization. (2021). *Preventing musculoskeletal disorders in the workplace*. UNICEF. www.unicef.org/wash