

**ANALISIS RESIKO KERJA PADA PENGGUNAAN TUNGKU
PEMBAKARAN BIOMASSA SKALA RUMAH TANGGA**

(SKRIPSI)

Oleh:

**Farrel Fitra Rasendra
NPM 2214071051**



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2026

**ANALISIS RESIKO KERJA PADA PENGGUNAAN TUNGKU
PEMBAKARAN BIOMASSA SKALA RUMAH TANGGA**

Oleh

FARREL FITRA RASENDRA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

ABSTRACT

OCCUPATIONAL RISK ANALYSIS IN THE USE OF HOUSEHOLD SCALE BIOMASS COMBUSTION FURNACES

By

FARREL FITRA RASENDRA

The use of household-scale biomass combustion furnaces is still largely carried out manually and involves working postures that may pose a risk of musculoskeletal disorders. This study aims to analyze work-related risks based on the working postures of users during biomass combustion furnace activities. The methods applied in this study were the Rapid Entire Body Assessment (REBA) to evaluate ergonomic risk levels and the Nordic Body Map (NBM) to identify subjective musculoskeletal complaints. The analyzed activities included preparing the furnace, preparing fuel, inserting fuel, igniting the fire, monitoring the combustion process, extinguishing the fire, and cleaning the combustion chamber. The results indicate that most work elements fall into high to very high ergonomic risk categories according to REBA, mainly due to awkward postures, repetitive movements, physical workload, and certain work durations. Meanwhile, the NBM assessment shows that musculoskeletal complaints experienced by users are still classified as low risk. This discrepancy suggests that although significant discomfort has not yet been perceived, non-ergonomic working postures may still pose long-term health risks. Therefore, ergonomic improvements are necessary to reduce injury risks and enhance safety and comfort for biomass furnace users..

Keywords: musculoskeletal disorders, work posture, REBA, NBM

ABSTRAK

ANALISIS RESIKO KERJA PADA PENGGUNAAN TUNGKU PEMBAKARAN BIOMASSA SKALA RUMAH TANGGA

Oleh

FARREL FITRA RASENDRA

Penggunaan tungku pembakaran biomassa skala rumah tangga sebagian besar masih dilakukan secara manual dan melibatkan postur kerja yang dapat menimbulkan risiko gangguan muskuloskeletal. Studi ini bertujuan untuk menganalisis risiko terkait pekerjaan berdasarkan postur kerja pengguna selama aktivitas tungku pembakaran biomassa. Metode yang diterapkan dalam studi ini adalah *Rapid Entire Body Assessment* (REBA) untuk mengevaluasi tingkat risiko ergonomis dan *Nordic Body Map* (NBM) untuk mengidentifikasi keluhan muskuloskeletal subjektif. Aktivitas yang dianalisis meliputi persiapan tungku, persiapan bahan bakar, memasukkan bahan bakar, menyalakan api, memantau proses pembakaran, memadamkan api, dan membersihkan ruang pembakaran. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar elemen pekerjaan termasuk dalam kategori risiko ergonomis tinggi hingga sangat tinggi menurut REBA, terutama karena postur yang canggung, gerakan berulang, beban kerja fisik, dan durasi kerja tertentu. Sementara itu, penilaian NBM menunjukkan bahwa keluhan muskuloskeletal yang dialami pengguna masih diklasifikasikan sebagai risiko rendah. Perbedaan ini menunjukkan bahwa meskipun ketidaknyamanan yang signifikan belum dirasakan, postur kerja yang tidak ergonomis mungkin masih menimbulkan risiko kesehatan jangka panjang. Oleh karena itu, perbaikan ergonomis diperlukan untuk mengurangi risiko cedera dan meningkatkan keselamatan serta kenyamanan bagi pengguna tungku biomassa.

Kata kunci: *musculoskeletal disorders*, postur kerja, REBA, NBM

Judul Skripsi : **ANALISIS RESIKO KERJA PADA
PENGUNAAN TUNGKU BIOMASSA
SKALA RUMAH TANGGA**

Nama Mahasiswa : **Farrel Fitra Rasendra**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2214071051

Jurusan/PS : Teknik Pertanian

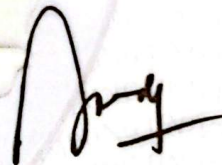
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

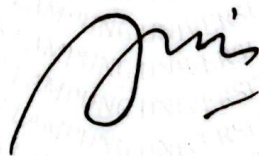


Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si.
NIP. 197007031998022001



Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIK. 196210101989021002

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

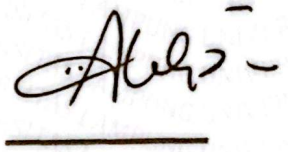


Prof. Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.
NIP. 197801022003121001

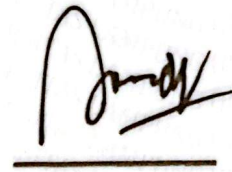
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si.

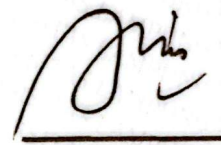


Sekretaris : Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 03 Juni 2026

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Farrel Fitra Rasendra NPM 2214071051 dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si. dan 2) Dr. Ir Sandi Asmara M.Si. berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 08 Juni 2026

Yang membuat pernyataan



Farrel Fitra Rasendra

NPM. 2214071051

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Jaya, Kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 24 November 2003. Penulis merupakan anak Pertama dari tiga bersaudara bersaudara, putra dari pasangan Bapak Rizaldy dan Ibu Wiwik Srihartati.

Pendidikan Penulis diawali dari Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) Mandiri pada tahun 2008-2009, Taman Kanak-Kanak (TK/RA) Mekar Jaya pada tahun 2009-2010, kemudian melanjutkan ke Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Sumber Rejo tahun 2010-2016. Selanjutnya, penulis menempuh pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP-IT) Ar-Raihan Bandar Lampung tahun 2016-2019, dilanjutkan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 9 Bandar Lampung tahun 2019- 2022.

Penulis menjadi salah satu mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dimulai pada tahun 2022 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, dalam bidang akademik penulis pernah mengikuti kegiatan MBKM mandiri di Dinas Pertanian dan Pangan Kota Yogyakarta pada bulan Maret – Juli 2025 Penulis juga turut aktif menjadi Anggota bidang pengabdian masyarakat (PENGMAS) Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) periode 2024. Pada bulan Januari hingga Februari 2025, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 selama 40 hari di Desa Banjar Ratu, Kecamatan Way Pengubuan, Kabupaten Lampung Tengah. Selain itu pada tanggal 31 Juli hingga 08 Agustus 2025, penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Besar Perakitan dan Mekanisasi Pertanian (BRMP Mektan), Kecamatan Pagedangan, Kabupaten Tangerang, Provinsi Banten dengan judul kegiatan “ Uji Unjuk Kerja Laboratorium dan Lapang Pompa Berdaya 8,9 kW dengan Acuan SNI 141:2020.

MOTTO

”Aku membahayakan nyawa ibu untuk melahirkan ku ke dunia, jadi tidak mungkin aku tidak ada artinya, dan aku membuat ayahku bekerja tiap hari hingga lelah, jadi aku pastikan lelahnya terbayarkan”

(Farrel Fitra Rasendra)

”Aja gumunan, aja getunan, aja kagetan, aja aleman”

(Ki Hajar Dewantara)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahilabbil'aalamiin

Dengan kerendahan hati, penulis menghaturkan segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya yang tak terhingga. Berkat bimbingan dan kemudahan yang diberikan-Nya dalam setiap langkah, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini dipersembahkan sebagai wujud kasih sayang dan bakti kepada:

Kedua Orang Tua

Bapak Rizaldy dan Ibu Wiwik Srihartati

Sebagai ucapan terima kasih yang tak terhingga, yang selalu memberikan dan mengupayakan segalanya baik materi, tenaga, pikiran, dan doa demi mencapai keberhasilan saya

Adikku Fahreza Khalifa Daniswara dan Fairuz Kayla Rizafira

Terima kasih selalu memberikan dukungan dan semangat kepadaku

Seluruh keluarga besar dan sahabat yang senantiasa memberi dukungan. Dosen pembimbing, penguji, serta seluruh pengajar di lingkungan kampus yang telah berjasa atas ilmu, arahan dan kesabaran dalam membentuk pribadi dan pemahaman penulis yang lebih matang.

Serta almamater tercinta

Jurusan Teknik Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan berkat dan anugerah Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ”**Analisis Resiko Kerja Pada Penggunaan Tungku Biomassa Skala Rumah Tangga**” sebagai salah satu syarat penyelesaian studi dan meraih gelar **Sarjana Teknik (S.T.)** di Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

Melalui kesempatan yang berharga ini, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., ASEAN Eng, selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
3. Prof. Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si., selaku dosen pembimbing pertama dan dosen Pembimbing Akademik (PA) selama menempuh Pendidikan di Jurusan Teknik Pertanian atas ketersediannya untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, motivasi serta dukungan kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku dosen pembimbing kedua selama masa studi di Jurusan Teknik Pertanian, atas ketersediaanya untuk memberikan bimbingan, arahan, saran, motivasi, serta dukungan kepada penulis selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.

6. Bapak Prof. Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan untuk menyempurnakan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Pertanian yang telah memberikan ilmu dan bantuan kepada penulis selama masa perkuliahan.
8. Kepada bapak saya, bapak Rizaldy. Saya sangat berterima kasih sudah bekerja keras, memberikan yang terbaik untuk penulis, memberikan motivasi, memberikan dukungan baik moral maupun materi, dan mendidik penulis. Semua itu menjadi kekuatan bagi penulis untuk menyelesaikan studi ini hingga selesai.
8. Kepada ibu saya, ibu Wiwik Srihartati. Beliau sangat berperan penting dalam proses menyelesaikan studi ini, beliau tidak pernah henti memberikan dukungan dan semangat, serta doa yang selalu mengiringi langkah saya. Saya yakin 100% bahwa doa Ibu telah banyak menyelamatkan saya dalam menjalani kehidupan ini.
9. Kepada Sahabat saya yang sudah saya anggap seperti saudara sendiri Naufal Dwi Lufi Hadi dan Bima Baharsyah yang sudah menemani penulis sampai sejauh ini dari masa awal perkuliahan sampai akhir perkuliahan saya mengucapkan beribu terimakasih semoga kita menjadi manusia yang sukses dan bermanfaat.
10. Kepada Dita Adelia Cahyani, terima kasih karena selalu hadir dengan cara yang sederhana namun berarti. Dukungan, tawa, dan perhatianmu menjadi salah satu alasan mengapa perjalanan ini terasa lebih ringan. Semoga semua kebaikan yang kamu berikan kembali kepadamu dalam bentuk kebahagiaan yang berlipat ganda.
11. Keluarga Teknik Pertanian 2022 yang telah membantu penulis dalam perkuliahan, penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.

Dengan segala keterbatasan yang ada, penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sepenuhnya sempurna. Meski demikian, besar harapan penulis agar tulisan ini dapat memberi manfaat dan menambah wawasan bagi siapa pun yang membacanya.

Bandar Lampung,08 Juni 2026

Penulis

Farrel Fitra Rasendra

NPM. 2214071051

DAFTAR ISI

I. PENDAHULUAN	21
1.1 Latar Belakang	21
1.2 Rumusan Masalah.....	24
1.3 Tujuan Penelitian	24
1.4 Manfaat Penelitian	24
1.5 Hipotesis Penelitian	24
1.6 Batasan Masalah	25
II. TINJAUAN PUSTAKA	26
2.1 Tungku Pembakaran.....	26
2.2 Postur Kerja	28
2.3 <i>Musculoskeletal Disorder</i> (MSDs).....	30
2.4 Metode <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA).....	32
2.5 <i>Nordic Body Map</i> (NBM).....	40
III. METODOLOGI PENELITIAN	44
3.1 Waktu dan Tempat.....	44
3.2 Alat dan Bahan	44
3.3 Subjek dan Objek penelitian	44
3.4 Prosedur Penelitian	45
3.5 Parameter Penelitian.....	46
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Gambaran Umum Aktivitas Penggunaan Tungku	51
4.2 Analisis Postur Kerja Penggunaan Tungku Pembakaran Menggunakan Metode REBA (<i>Rapid Entire Body Assessment</i>)	52
4.2.1 Elemen Kerja Menyiapkan Tungku	57
4.2.2 Elemen Kerja Menyiapkan Bahan Bakar	59

4.2.3 Elemen Kerja Memasukan Bahan Bakar.....	62
4.2.4 Elemen Kerja Menyalakan Api	64
4.2.5 Elemen Kerja Menjaga dan Memantau Pembakaran.....	66
4.2.6 Elemen Kerja Memadamkan Api	68
4.2.7 Elemen Kerja Pembersihan Ruang.....	70
4.3 <i>Nordic Body Map</i> (NBM).....	72
4.3.1 Skor NBM Elemen Kerja Menyiapkan Tungku.....	73
4.3.2 Skor NBM Elemen Kerja Mengangkat Bahan Bakar	74
4.3.3 Skor NBM Elemen Kerja Memasukan Bahan Bakar	75
4.3.4 Skor NBM Elemen Kerja Menyalakan Api.....	75
4.3.5 Skor NBM Elemen Kerja Memantau Pembakaran.....	76
4.3.6 Skor NBM Elemen Kerja Memadamkan Api	76
4.3.7 Skor NBM Elemen Kerja Pembersihan Ruang Pembakaran	77
V. KESIMPULAN.....	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran.....	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tungku pembakaran.....	27
2. Postur kerja penggunaan tungku	28
3. Postur tubuh bagian batang tubuh (trunk).....	33
4. Postur bagian leher (neck).....	34
5. Postur tubuh bagian kaki (<i>legs</i>).....	34
6. Postur tubuh bagian lengan atas (<i>upperarm</i>).....	36
7. Postur tubuh bagian lengan bawah (<i>lowerarm</i>).....	36
8. Postur tubuh bagian pergelangan tangan (<i>wrist</i>)	37
9. Diagram alir	45
10. Diagram alir grup A	47
11. Diagram alir grup B	48
12. Diagram alir final skor reba	49
13. Nilai group A.....	54
14. Nilai group B.....	55
15. Rata-rata skor reba	56
16. Menyiapkan tungku.....	58
17. Menyiapkan bahan bakar	60
18. Memasukan bahan bakar.....	62
19. Menyalakan api	64
20. Menjaga dan memantau pembakaran.....	66
21. Memadamkan api	69
22. Pembersihan ruang bakar	71
24. Elemen menyiapkan tungku.....	86
25. Elemen menangkat bahan bakar.....	86
26. Elemen memasukan bahan bakar	86
27. Elemen menyalakan api	86
28. Elemen menjaga dan memantau pembakaran.....	86

29. Elemen memadamkan api	86
30. Elemen pembersihan ruang	87
31. Elemen menyiapkan tungku	89
32. Elemen mengangkat bahan bakar	89
33. Elemen memasukkan bahan bakar	89
34. Elemen menyalakan api	89
35. Elemen menjaga dan memantau pembakaran	90
36. Elemen memadamkan api	90
37. Elemen pembersihan ruang	90
38. Elemen menyiapkan tungku	93
39. Elemen mengangkat bahan bakar	93
40. Elemen memasukkan bahan bakar	93
41. Elemen menyalakan api	93
42. Elemen menjaga dan memantau pemabakaran	94
43. Elemen memadamkan api	94
44. Elemen pembersihan ruang	94

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Skor bagian batang tubuh (<i>trunk</i>)	33
2. Skor bagian leher (<i>neck</i>).....	34
3. Skor bagian kaki (<i>legs</i>).....	35
4. Skor A	35
5. Skor bagian lengan atas (<i>upper arms</i>).....	36
6. Skor lengan bawah (<i>lower arm</i>)	37
7. Skor bagian pergelangan tangan (<i>wrist</i>)	37
8. Skor genggam (<i>coupling</i>).....	37
9. Skor B.....	38
10. Skor C.....	39
11. Skor aktivitas	39
12. Level akhir dari skor reba	40
13. Kuisioner NBM.....	42
14. Klasifikasi tingkat risiko berdasarkan total skor individu.....	49
15. Skor elemen kerja menyiapkan tungku	58
16. Rata-rata skor elemen kerja menyiapkan tungku	58
17. Skor elemen kerja menyiapkan bahan bakar.....	61
18. Rata-rata skor elemen kerja menyiapkan bahan bakar.....	61
19. Skor elemen kerja memasukan bahan bakar	63
20. Rata-rata skor elemen kerja memasukan bahan bakar	63
21. Skor elemen kerja menyalakan api	65
22. Rata-rata skor elemen kerja menyalakan api	65
23. Skor elemen kerja menjaga dan memantau pembakaran	67
24. Rata-rata skor elemen kerja menjaga dan memantau pembakaran	67
25. Skor elemen kerja memadamkan api	69
26. Rata-rata skor elemen kerja memadamkan api	70
27. Skor elemen kerja pembersihan ruang bakar	71

28. Rata-rata skor elemen kerja pembersihan ruang bakar	72
29. Hasil total skor kuisisioner nbm	73
30. Hasil total skor kuisisioner nbm	74
31. Hasil total skor kuisisioner nbm	75
32. Hasil total skor kuisisioner nbm	75
33. Hasil total skor kuisisioner nbm	76
34. Hasil total skor kuisisioner nbm	76
35. Hasil total skor kuisisioner nbm	77
36. Elemen menyiapkan tungku	84
37. Elemen menyiapkan bahan bakar	84
38. Elemen memasukan bahan bakar	84
39. Elemen menyalakan api	84
40. Elemen menjaga dan memantau pembakaran	85
41. Elemen memadamkan api	85
42. Elemen pembersihan ruang	85
43. Elemen menyiapkan tungku	87
44. Elemen mengangkat bahan bakar	87
45. Elemen memasukan bahan bakar	87
46. Elemen menyalakan api	88
47. Elemen menjaga dan memantau pembakaran	88
48. Elemen memadamkan api	88
49. Elemen pembersihan ruang	88
50. Elemen menyiapkan tungku	90
51. Elemen mengangkat bahan bakar	91
52. Elemen memasukan bahan bakar	91
53. Elemen menyalakan api	91
54. Elemen menjaga dan memantau pembakaran	91
55. Elemen memadamkan api	92
56. Elemen pembersihan ruang	92
57. Kuisisioner nbm sebelum melakukan kerja	95
58. Kuisisioner elemen menyiapkan tungku	96
59. Kuisisioner elemen mengangkat bahan bakar tungku	97

60. Kuisisioner elemen memasukan bahan bakar	98
61. Kuisisioner elemen menyalakan api	99
62. Kuisisioner elemen menjaga dan memantau pembakaran	100
63. Kuisisioner memadamkan api.....	101
64. Kuisisioner pembersihan ruang bakar tungku	102
65. Kuisisioner menyiapkan tungku	103
66. Kuisisioner mengangkat bahan bakar	104
67. Kuisisioner memasukan bahan bakar	105
68. Kuisisioner menyalakan api.....	106
69. Kuisisioner memantau dan menjaga pembakaran	107
70. Kuisisioner memadamkan api.....	108
71. Kuisisioner pembersihan ruang bakar.....	109
72. Kuisisioner menyiapkan tungku	110
73. Kuisisioner mengangkat bahan bakar tungku.....	111
74. Kuisisioner memasukan bahan bakar ke dalam tungku.....	112
75. Kuisisioner menyalakan api.....	113
76. Kuisisioner memantau dan menjaga pembakaran	114
77. Kuisisioner memadamkan api.....	115
78. Kuisisioner pembersihan ruang bakar.....	116

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pemanfaatan limbah pertanian menjadi produk bernilai tambah merupakan salah satu strategi utama dalam pengembangan teknologi yang efisien, ekonomis, berkelanjutan, dan ramah lingkungan. Di Indonesia, sekam padi merupakan limbah pertanian yang tersedia dalam jumlah sangat besar seiring tingginya produksi beras nasional. Namun, limbah ini masih belum dimanfaatkan secara optimal dan sering dibuang melalui pembakaran terbuka. Praktik tersebut tidak hanya menyia-nyiakan potensi sumber daya alam, tetapi juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, seperti pencemaran udara dan peningkatan emisi gas rumah kaca.

Salah satu bentuk pemanfaatan limbah sekam padi adalah sebagai bahan baku pembuatan tungku biomassa. Tungku biomassa tradisional, seperti tungku berbahan tanah liat atau sekam padi, dikenal memiliki biaya produksi yang rendah, ramah lingkungan, serta mendukung pelestarian kearifan lokal. Contohnya adalah tungku Lampung yang telah digunakan secara luas dan menyebar ke berbagai daerah di Indonesia sejak tahun 2000-an. Tungku ini tidak hanya mencerminkan identitas budaya, tetapi juga memanfaatkan sumber daya lokal secara berkelanjutan. Di tengah modernisasi energi, ketika kompor LPG dan listrik semakin dominan, penggunaan tungku biomassa tetap relevan, terutama di wilayah pedesaan dan sektor rumah tangga informal. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan bahan bakar biomassa seperti kayu bakar dan limbah pertanian yang melimpah serta mudah diakses. Selain itu, keterbatasan sumber energi fosil dan meningkatnya kebutuhan akan energi alternatif terbarukan menjadikan biomassa sebagai salah satu pilihan strategis untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga (Hidayah et al., 2023).

Penggunaan tungku biomassa konvensional masih menghadapi berbagai permasalahan, terutama terkait cara pengoperasiannya. Aktivitas penggunaan tungku biomassa pada skala rumah tangga melibatkan pekerjaan manual yang intensif, seperti membungkuk saat memasukkan bahan bakar, mengaduk api, serta mengangkat beban berat. Aktivitas tersebut sering dilakukan dalam posisi kerja yang tidak ergonomis dan berulang, sehingga berpotensi menimbulkan ketegangan otot, khususnya pada leher, punggung, pinggang, dan ekstremitas bawah. Kondisi ini semakin relevan mengingat data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2018 menunjukkan bahwa sektor informal mendominasi tenaga kerja nasional sebesar 58,22% atau sekitar 73,98 juta orang. Pada sektor ini, aktivitas sehari-hari seperti memasak sering kali dilakukan tanpa mempertimbangkan aspek ergonomi. Postur kerja yang tidak netral dan dilakukan secara terus-menerus dapat meningkatkan beban kerja fisik, menyebabkan kelelahan dini, serta memicu gangguan muskuloskeletal atau musculoskeletal disorders (MSDs) (Tambun, 2019).

Penelitian pada pekerja informal menunjukkan bahwa postur kerja tidak ergonomis pada aktivitas manual sering menghasilkan skor REBA (Rapid Entire Body Assessment) pada kategori risiko sedang hingga tinggi. Keluhan yang umum dilaporkan meliputi nyeri bahu, punggung, pinggang, dan ekstremitas bawah. Selain itu, lingkungan kerja dengan suhu tinggi akibat pembakaran biomassa turut memperbesar risiko kelelahan dan tekanan fisiologis. Risiko MSDs ini tidak hanya berdampak pada kesehatan pengguna, tetapi juga menurunkan efisiensi dan kualitas kerja (Meri et al., 2025).

Sejumlah penelitian sebelumnya terkait tungku biomassa lebih banyak berfokus pada peningkatan kinerja termal dan efisiensi energi. Aman et al. (2014) meneliti peningkatan kinerja tungku melalui penambahan sirip dan pipa penukar panas, sedangkan Ridwan (2012) merancang tungku hemat energi dengan sistem downdraft-gasification yang mampu meningkatkan efisiensi termal hingga 14,7% dan menurunkan emisi asap. Di sisi lain, penelitian tentang tungku Lampung lebih menekankan aspek pelestarian budaya dan distribusi penggunaannya, tanpa

mengkaji aspek ergonomi operasional, seperti posisi tubuh saat pembakaran (Madschen dan Siska, 2019).

Metode REBA telah banyak diterapkan dalam analisis resiko kerja pada berbagai sektor industri, termasuk manufaktur, pertanian, dan jasa, untuk mengidentifikasi potensi gangguan muskuloskeletal disorder (MSDs) akibat postur kerja yang tidak ergonomis. Penggunaan REBA untuk menganalisis resiko gangguan muskuloskeletal disorder (MSDs) pada penggunaan tungku biomassa belum dilakukan sehingga memerlukan perbaikan yang tepat untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi pekerja. Selain itu untuk mengukur tingkat keluhan MSDs secara subjektif perlu menggunakan metode *Nordic Body Map* (NBM) yang digunakan sebagai alat untuk mengetahui penilaian ketidaknyamanan atau rasa sakit pada bagian tubuh. Penelitian sebelumnya telah membuktikan efektivitas NBM dalam konteks industri manufaktur dan perkantoran. Dalam studi di machine shop PT. PHKT Terminal Lawe-Lawe mengaplikasikan NBM pada aktivitas pembubutan, di mana empat operator menunjukkan skor individu tinggi (75 dan 71 untuk persiapan material, dikategorikan "tinggi" dengan risiko MSDs yang memerlukan pengendalian segera) dan sedang (64 dan 63 untuk proses pembubutan), dengan keluhan dominan pada punggung (skor 16, 6%), pinggang (skor 16, 6%), dan lutut kanan (skor 14, 5%) akibat postur jongkok dan berdiri statis berkepanjangan (Meri et al., 2025).

Berdasarkan kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penelitian mengenai tungku biomassa masih belum banyak memperhatikan risiko kerja dan dampak ergonomi terhadap kesehatan pengguna. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang mengintegrasikan aspek teknologi biomassa dengan kesehatan kerja, khususnya melalui analisis risiko postur kerja menggunakan metode REBA dan penilaian keluhan subjektif MSDs menggunakan metode *Nordic Body Map* (NBM). Identifikasi risiko ergonomis ini diharapkan menjadi langkah awal dalam merumuskan solusi desain tungku biomassa yang lebih aman, nyaman, dan efisien bagi pengguna rumah tangga.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Apakah postur kerja pengguna tungku pembakaran biomassa berisiko menimbulkan cedera *muskuloskeletal* (MSDs) dan gangguan fisiologis lainnya?
2. Bagaimana Postur kerja penggunaan tungku pembakaraan biomassa yang tidak berisiko menimbulkan cedera dan gangguan *muskuloskeletal* (MSDs)

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis postur kerja pengguna selama proses penggunaan tungku pembakaran biomassa guna mengidentifikasi potensi resiko cedera *muskuloskeletal* (MSDs).
2. Menidentifikasi postur kerja pengguna tungku pembakaran biomassa yang tidak menimbulkan resiko cedera *muskuloskeletal* (MSDs).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini memberikan analisis terhadap postur kerja, sehingga menghasilkan rekomendasi untuk mengurangi risiko cedera muskuloskeletal pada pengguna tungku biomassa skala rumah tangga.
2. Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar evaluasi ketidaksesuaian desain tungku dengan ukuran tubuh pengguna, sehingga menyediakan dasar untuk mengembangkan tungku baru yang lebih sesuai dengan kondisi fisik pengguna, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi dan kenyamanan dalam penggunaannya.

1.5 Hipotesis Penelitian

Pengoprasian tungku biomassa diduga menyebabkan risiko gangguan muskuloskeletal (MSDs) pada pengguna.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi fokus resiko kerja berdasarkan postur tubuh pekerja pada saat mengoprasikan tungku biomassa.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tungku Pembakaran

Tungku pembakaran biomassa merupakan peralatan penting dalam berbagai proses termal, baik untuk keperluan rumah tangga maupun industri. Tungku dirancang untuk mendukung proses pembakaran bahan bakar secara efisien sehingga mampu menghasilkan panas atau energi yang optimal. Dalam konteks energi alternatif, tungku pembakaran biomassa menjadi salah satu solusi yang relevan, terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Biomassa berasal dari bahan organik hasil proses fotosintesis yang tersedia melimpah, antara lain sekam padi, kayu bakar, batok kelapa, serbuk gergaji, dan ampas tebu (Suhandi et al., 2013).

Pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar tidak hanya mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, tetapi juga berkontribusi dalam menekan dampak lingkungan melalui pembakaran yang lebih optimal dan pengurangan emisi gas rumah kaca. Salah satu bentuk penerapan tungku biomassa di Indonesia adalah tungku tradisional, seperti tungku Lampung dapat dilihat pada Gambar 1, yang telah lama digunakan oleh masyarakat untuk aktivitas memasak. Tungku ini mencerminkan kearifan lokal dalam memanfaatkan sumber daya alam sekitar secara berkelanjutan. Di tengah meningkatnya konsumsi energi fosil akibat pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri, pemanfaatan tungku biomassa tradisional tetap memiliki peran penting sebagai bagian dari strategi transisi menuju energi terbarukan. Keberadaan tungku biomassa menjadi alternatif yang ekonomis dan mudah diakses, khususnya bagi masyarakat pedesaan dan sektor informal (Mulyanto et al., 2016).



Gambar 1. Tungku Pembakaran

Kinerja tungku biomassa dipengaruhi oleh berbagai variabel yang saling berkaitan, seperti efisiensi termal, desain tungku, ukuran bahan bakar, ketinggian lubang udara, waktu didih (boiling time), serta laju konsumsi bahan bakar (fuel consumption rate/FCR). Efisiensi termal merupakan indikator utama yang menunjukkan kemampuan tungku dalam mengonversi energi bahan bakar menjadi panas yang bermanfaat. Desain tungku yang baik bertujuan mencapai pembakaran yang lebih sempurna melalui suplai oksigen yang memadai dan distribusi panas yang optimal, namun demikian, kinerja tungku tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis dan termal, tetapi juga dipengaruhi oleh cara pengoperasian tungku oleh pengguna (Ridwan, 2012).

Penggunaan tungku biomassa, khususnya tungku tradisional, umumnya melibatkan aktivitas manual seperti membungkuk saat memasukkan bahan bakar, mengaduk api, serta mengangkat beban, yang sering dilakukan dalam postur kerja tidak ergonomis dapat dilihat pada Gambar 2. Postur kerja tersebut berpotensi menimbulkan kelelahan fisik, menurunkan kenyamanan, dan berdampak pada efektivitas penggunaan tungku. Dengan demikian, kinerja tungku biomassa tidak hanya berkaitan dengan efisiensi pembakaran, tetapi juga erat hubungannya dengan postur kerja dan keselamatan pengguna selama pengoperasian. Penggunaan tungku biomassa, khususnya tungku tradisional, umumnya melibatkan aktivitas manual seperti membungkuk saat memasukkan bahan bakar, mengaduk api, serta mengangkat beban, yang sering dilakukan dalam postur kerja tidak ergonomis. Postur kerja tersebut berpotensi menimbulkan

kelelahan fisik, menurunkan kenyamanan, dan berdampak pada efektivitas penggunaan tungku. Dengan demikian, kinerja tungku biomassa tidak hanya berkaitan dengan efisiensi pembakaran, tetapi juga erat hubungannya dengan postur kerja dan keselamatan pengguna selama pengoperasian.



Gambar 2. Postur Kerja Penggunaan Tungku

Berbagai penelitian sebelumnya terkait tungku biomassa sebagian besar berfokus pada peningkatan efisiensi termal dan pengurangan emisi. Ridwan (2012) meneliti pengembangan tungku hemat energi dengan sistem gasifikasi untuk meningkatkan efisiensi pembakaran, sementara Budiarto et al., (2014) melaporkan bahwa tungku konvensional yang masih banyak digunakan memiliki efisiensi pembakaran rendah akibat desain yang sederhana. Namun, kajian mengenai aspek ergonomi dan postur kerja pengguna tungku biomassa, khususnya tungku tradisional seperti tungku Lampung, masih sangat terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang tidak hanya menilai kinerja teknis tungku, tetapi juga mempertimbangkan aspek ergonomi guna mendukung penggunaan tungku biomassa yang aman, nyaman, dan berkelanjutan.

2.2 Postur Kerja

Postur kerja didefinisikan sebagai posisi tubuh yang diambil atau dipertahankan individu saat melaksanakan tugas. Posisi ini sangat dipengaruhi oleh rancangan area kerja dan persyaratan tugas yang diemban (Maharani et al., 2014). Postur

yang optimal menghindari kemiringan tubuh yang berlebihan ke segala arah. Pekerja sering kali terpaksa mengadopsi postur janggal (*awkward posture*), yaitu posisi tubuh yang menyimpang jauh dari kondisi alami. Postur janggal ini mencakup membungkuk, jongkok, berlutut, memutar tubuh, atau mempertahankan posisi statis dalam jangka waktu lama (Purbasari et al., 2019). Kondisi demikian meningkatkan konsumsi energi tubuh dan mengganggu efisiensi transfer tenaga dari otot ke sistem rangka, yang pada akhirnya memicu kelelahan dan risiko cedera yang tinggi (Maharani et al., 2014).

Faktor-faktor utama yang menghubungkan postur kerja dengan risiko kesehatan mencakup frekuensi, durasi, dan gaya (*force*) yang diterapkan (Purbasari dan Siboro, 2018). Postur janggal, terutama yang bersifat berulang (*repetitive*) atau dipertahankan dalam waktu lama, serta melibatkan beban atau gaya berat, secara signifikan meningkatkan kemungkinan terjadinya gangguan muskuloskeletal (MSDs) (Purbasari et al., 2019). MSDs sendiri merupakan keluhan pada sistem otot rangka yang tingkat keparahannya bervariasi, dari ringan hingga sangat nyeri. Kondisi ini dapat menyebabkan kerusakan pada sendi, ligamen, dan tendon apabila otot terus-menerus menerima beban statis dalam jangka panjang. Bagian tubuh yang paling rentan mengalami cedera akibat postur janggal adalah bahu, punggung, dan lutut (Maharani et al., 2014).

Beragam metode telah dikembangkan untuk menganalisis dan mengevaluasi risiko postur kerja. Diantaranya:

1. Quick Exposure Check (QEC)

QEC merupakan metode penilaian ergonomi untuk mengevaluasi tingkat paparan risiko postur kerja pada punggung, bahu/lengan, pergelangan tangan, dan leher dengan mempertimbangkan sudut pandang pekerja dan pengamat.

2. Rapid Entire Body Assessment (REBA)

REBA digunakan untuk menilai risiko postur kerja yang melibatkan seluruh tubuh, terutama pada pekerjaan dengan gerakan dinamis dan postur tidak ergonomis, serta menghasilkan skor risiko sebagai dasar tindakan perbaikan.

3. Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

RULA adalah metode analisis postur kerja yang berfokus pada anggota gerak atas, seperti lengan, bahu, leher, dan pergelangan tangan, dan umumnya diterapkan pada pekerjaan statis atau berulang.

4. Ovako Working Posture Analysis System (OWAS)

OWAS digunakan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan postur kerja berdasarkan posisi punggung, lengan, kaki, serta beban kerja guna menentukan tingkat risiko dan kebutuhan perbaikan.

5. *Nordic Body Map* (NBM)

NBM merupakan metode penilaian subjektif berupa kuesioner untuk mengidentifikasi keluhan muskuloskeletal pada berbagai bagian tubuh pekerja berdasarkan tingkat rasa tidak nyaman yang dirasakan. Tiogana & Hartono, 2020).

Penelitian sebelumnya telah banyak mengidentifikasi konsekuensi negatif dari postur kerja yang tidak tepat. Sebagai contoh, studi terhadap operator pencetakan pilar di CV. XYZ mengungkapkan bahwa postur membungkuk, jongkok, dan aktivitas berulang dalam jangka panjang mengakibatkan nyeri pada leher (50%), bahu (50%), pinggul (66,67%), paha (83,33%), lutut (83,33%), lengan atas (66,67%), serta nyeri punggung yang sangat parah (66,67%) (Purbasari et al., 2019).

2.3 *Musculoskeletal Disorder* (MSDs)

Musculoskeletal Disorders (MSDs), atau gangguan muskuloskeletal, adalah keluhan pada sistem otot rangka yang tingkat keparahannya bervariasi dari ringan hingga sangat parah. Kondisi ini timbul akibat otot menerima beban statis secara berulang dalam jangka waktu lama, yang berpotensi merusak sendi, ligamen, dan tendon. Pada tahun 2013, Organisasi Perburuhan Internasional (ILO) telah menetapkan MSDs sebagai penyakit terkait pekerjaan yang paling sering ditemukan di berbagai negara, mengindikasikan prevalensi dan dampak signifikan terhadap kesehatan tenaga kerja (Pratama, 2017). MSDs mencakup serangkaian gejala atau gangguan yang memengaruhi jaringan otot, tendon, ligamen, tulang

rawan, sistem saraf, struktur tulang, dan pembuluh darah (Djaali dan Utami, 2019). *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) merupakan penyakit akibat kerja dikarenakan munculnya ketidaksesuaian lingkungan kerja antar tuntutan pekerjaan dan kinerja seseorang (Maulana et al., 2021). *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) adalah cedera atau nyeri dan gangguan yang mempengaruhi gerakan tubuh manusia atau sistem muskuloskeletal (Laksana and Srisantyorini, 2019).

Faktor-faktor utama yang memicu timbulnya MSDs sangat beragam, mencakup: aspek pekerjaan, lingkungan, serta individu.

1. Aspek Pekerjaan

Aspek pekerjaan meliputi postur kerja yang tidak ergonomis, gerakan kerja yang bersifat repetitif, pengerahan tenaga berlebihan, serta lamanya durasi kerja yang dapat meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal.

2. Aspek Lingkungan Kerja

Aspek lingkungan kerja mencakup kondisi suhu kerja yang tinggi, adanya getaran dari peralatan kerja, serta minimnya pemanfaatan Alat Pelindung Diri (APD) yang berpotensi memperburuk kondisi kesehatan pekerja.

3. Aspek Individu

Aspek individu melibatkan faktor usia, lama masa kerja, kebiasaan merokok, Indeks Massa Tubuh (IMT), serta pola olahraga yang memengaruhi tingkat kerentanan pekerja terhadap gangguan muskuloskeletal (Sari et al., 2017).

Interaksi rumit antar elemen-elemen ini secara keseluruhan menentukan tingkat risiko serta derajat keparahan keluhan MSDs pada pekerja. Studi-studi sebelumnya secara konsisten menggarisbawahi tingginya prevalensi serta pemicu utama MSDs di berbagai bidang pekerjaan. Misalnya, pada kelompok pekerja pandai besi sebanyak 34 orang, seluruhnya mengalami MSDs, dengan 53% di antaranya mencapai tingkat keluhan sedang. Pemicu dominan adalah sikap kerja tidak ergonomis, seperti posisi leher menunduk melebihi 35 derajat dan punggung membungkuk lebih dari 45 derajat. Pendukung lainnya termasuk suhu kerja panas, getaran, usia, masa kerja, serta kebiasaan merokok (Pratama, 2017). Penelitian lain terhadap karyawan PT. Control System Arena Para Nusa mengindikasikan bahwa 65,5% subjek mengalami keluhan MSDs, terutama pada pinggang, leher

atas, dan leher bawah. Aspek ergonomis serta kebiasaan olahraga terbukti memiliki korelasi signifikan dengan kejadian tersebut (Djaali dan Utami, 2019).

2.4 Metode *Rapid Entire Body Assessment* (REBA)

Rapid Entire Body Assessment (REBA), yang dikembangkan oleh Hignett dan McAtamney pada tahun 2000, merupakan metode observasional untuk skrining cepat risiko gangguan muskuloskeletal (MSDs) akibat postur kerja. Metode ini menganalisis postur seluruh tubuh pekerja, meliputi leher, punggung, kaki, lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. REBA juga mempertimbangkan faktor-faktor lain yang memengaruhi beban kerja, seperti beban atau gaya yang diterapkan, aktivitas otot (statis, dinamis, atau berulang), serta kualitas genggamannya. Tujuan utamanya adalah mengidentifikasi postur kerja berbahaya dan menentukan urgensi perbaikan untuk mencegah cedera serta meningkatkan ergonomi kerja (Yudiardi et al., 2021).

Pengembangan metode REBA dilakukan melalui empat tahap utama. Pada tahap awal, data postur pekerja dikumpulkan menggunakan foto atau video. Selanjutnya, sudut postur dan berat benda yang diangkat diukur. Terakhir, hubungan antarsegmen tubuh serta aktivitas pekerja dihitung. Nilai REBA yang diperoleh dapat menentukan tingkat risiko serta langkah-langkah perbaikan yang diperlukan guna meningkatkan kualitas kerja.

Kelompok A mencakup leher, punggung, dan kaki, sedangkan Kelompok B meliputi lengan atas, lengan bawah, serta pergelangan tangan. Setiap kelompok menerapkan skala penilaian yang berbeda untuk mengukur postur tubuh, disertai catatan yang berguna sebagai dasar desain perbaikan. Selain itu, evaluasi postur tubuh, analisis REBA melibatkan beberapa aspek krusial yang harus dipertimbangkan dalam proses perhitungannya, yaitu:

- a. Sudut posisi segmen-segmen tubuh (seperti badan, leher, kaki, lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan) dibandingkan dengan posisi referensi.
- b. Tipe genggamannya, baik yang dilakukan secara manual maupun dibantu oleh bagian tubuh lain.

c. Sifat aktivitas otot pekerja, termasuk pengerahan statis, dinamis, serta mendadak.

1. Penilaian Postur Tubuh REBA Grup A

a. Batang Tubuh (*Trunk*)



Gambar 3. Postur Tubuh Bagian Batang Tubuh (*Trunk*)

Skor penilaian bagian batang tubuh (*trunk*) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Skor bagian batang tubuh (*Trunk*)

Punggung (Batang Tubuh)
Skor 1 : Tegak/Alamiah
Skor 2 : 0 – 20° ke depan dan 0 – 20° ke belakang
Skor 3 : 20 – 60° ke depan dan >20° ke belakang
Skor 4 : >60° ke depan
Skor +1 : memutar atau miring ke samping

b. Leher (*Neck*)



Gambar 4. Postur Bagian Leher (*Neck*)

Skor penilaian bagian Leher (*Neck*) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Skor Bagian Leher (*Neck*)

Leher
Skor 1 : 0 – 20° ke depan
Skor 2 : >20° ke depan atau ke belakang
Skor +1 : memutar atau miring kesamping

c. Kaki (*Legs*)



Gambar 5. Postur tubuh bagian kaki (*Legs*)

Skor penilaian untuk kaki (*Legs*) dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Skor bagian kaki (*Legs*)

Kaki
Skor 1 : kaki tertopang seimbang dan bobot tersebar secara merata.
Skor 2 : kaki tidak tertopang, bobot tidak tersebar secara merata / postur tidak stabil dan bertumpu pada satu kaki.
Skor +1 : lutut antara 30° dan 60° kedepan
Skor +2 : lutut 60° kedepan (tidak pada saat duduk)

Tabel Skor A diperoleh melalui penggabungan nilai-nilai Grup A, yang meliputi postur batang tubuh, leher, dan kaki. Hasil penggabungan ini menghasilkan skor A. Selanjutnya, skor A dijumlahkan dengan besaran beban atau gaya yang diterapkan operator selama aktivitas, sebagaimana diuraikan pada Tabel 4.

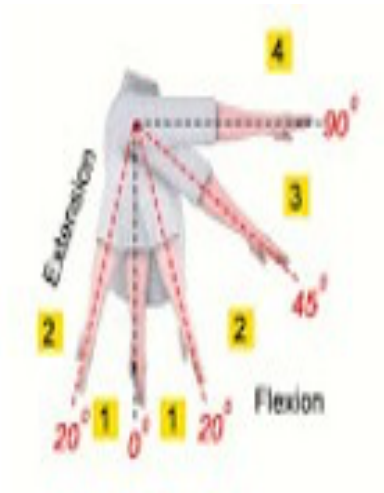
Tabel 4. Skor A

		Leher											
Kaki		1				2				3			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Badan	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

2. Penilaian Postur Tubuh REBA Grup B

Postur tubuh grup B terdiri atas lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*) dan pergelangan tangan (*wrist*).

a. Lengan atas (*Upper Arm*)



Gambar 6. Postur tubuh bagian lengan atas (*UpperArm*)

Skor penilaian untuk Lengan atas (*Upper Arms*) dapat dilihat pada Tabel 5

Tabel 5. Skor bagian Lengan atas (*Upper Arms*)

Lengan Atas
Skor 1 : 20° <i>extencion</i> sampai <i>flexion</i>
Skor 2 : >20° <i>extencion</i> dan 20° - 45° <i>flexion</i>
Skor 3 : >45° - 90° <i>flexion</i>
Skor 4 : >90° <i>flexion</i>
Skor +1 : posisi lengan naik dan berputar
Skor -1 : jika lengan tersangga/bersandar

b. Lengan bawah (*Lower arms*)



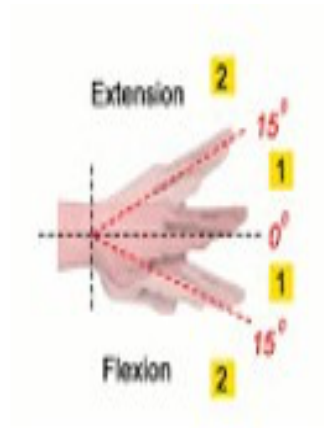
Gambar 7. Postur tubuh bagian lengan bawah (*Lowerarm*)

Skor penilaian untuk postur tubuh bagian lengan bawah (*lower arm*) dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6. Skor lengan bawah (*Lower arm*)

Lengan Bawah
Skor 1 : 60° - 100° flexion
Skor 2 : $>60^{\circ}$ flexion atau 100° flexion

c. Pergelangan Tangan (*Wrist*)



Gambar 8. Postur tubuh bagian pergelangan tangan (*Wrist*)

Skor penilaian untuk postur tubuh bagian pergelangan tangan (*wrist*) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Skor bagian pergelangan tangan (*Wrist*)

Pergelangan Tangan
Skor 1 : 0° – 15° (ke atas maupun ke bawah)
Skor 2 : $>15^{\circ}$ (ke atas maupun ke bawah)
Skor +1 : jika tangan memutar ke kanan / kiri atau menekuk kanan / kiri

Skor penilaian gengaman akan ditambahkan untuk mendapatkan nilai akhir dari skor B yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Skor gengaman (*coupling*)

Coupling	Skor	Keterangan
Baik	0	Kekuatan pegangan baik
Sedang	1	Pegangan bagus tetapi tidak ideal atau kopling cocok dengan bagian tubuh
Kurang baik	2	Pegangan tangan tidak sesuai walaupun mungkin
Tidak dapat diterima	3	Kaku, pegangan tidak nyaman, tidak ada pegangan atau kopling tidak sesuai dengan bagian tubuh

Skor pada Tabel B merupakan hasil penggabungan nilai dari grup B yang mencakup skor untuk postur lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. Dari proses ini diperoleh skor keseluruhan pada Tabel B. Skor tersebut dijumlahkan berdasarkan kombinasi atau pasangan (coupling) dari masing-masing bagian tangan, yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Skor B

Lengan bawah						Pergelangan tangan
1		2			3	
1	2	3	1	2		3
1	2	2	1	2	3	1
1	2	3	2	3	4	2
3	4	5	4	5	5	3
4	5	5	5	6	7	4
6	7	8	7	8	8	5
7	8	8	8	9	9	6

Tabel skor C merupakan gabungan dari nilai skor A dan skor B dan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Skor C

Tabel Skor A	Skor B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Skor penilaian aktivitas akan ditambahkan dengan tabel C untuk mendapatkan nilai skor REBA dan skor aktivitas dapat dilihat pada Tabel 11

Tabel 11. Skor aktivitas

Aktivitas	Skor	Keterangan
Postur Statis	+1	1 atau lebih bagian tubuh statis/diam. Contoh: memegang lebih dari menit
Pengulangan	+1	Tindakan berulang-ulang. Contoh: mengulangi >4 kali permenit (tidak termasuk berjalan)
Ketidakstabilan	+1	Tindakan menyebabkan jarak yang besar dan cepat pada postur (tidak stabil)

Tabel skor REBA merupakan nilai akhir yang didapat tabel skor C ditambahkan dengan nilai aktivitas yang dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Level akhir dari skor REBA

Skor REBA	Level resiko	Level tindakan	Tindakan
1	Dapat diabaikan	0	Tidak perlu
2-3	Kecil	1	Mungkin diperlukan
4-7	Sedang	2	Perlu
8-10	Tinggi	3	Disegerakan
11-15	Sangat tinggi	4	Sekarang juga

2.5 *Nordic Body Map* (NBM)

Nordic Body Map (NBM) merupakan kuesioner standar yang berfungsi untuk mengidentifikasi dan mengukur keluhan nyeri atau ketidaknyamanan pada berbagai bagian tubuh yang terkait dengan gangguan muskuloskeletal (MSDs). Metode ini bersifat subjektif, mengandalkan laporan langsung dari responden mengenai rasa sakit yang mereka alami. Keberhasilan implementasinya sangat bergantung pada kondisi saat penilaian dilakukan dan keahlian pengamat (Bila et al., 2024).

NBM diakui memiliki validitas dan reliabilitas tinggi dalam evaluasi ergonomi, serta dirancang khusus untuk menilai tingkat keparahan cedera muskuloskeletal. Kuesioner *Nordic Body Map* (NBM) membagi tubuh menjadi 28 area spesifik, mencakup bagian dari leher hingga kaki. Responden diminta untuk menilai intensitas rasa sakit pada setiap area tersebut selama melakukan aktivitas kerja, menggunakan skala Likert 1 hingga 4, yang merepresentasikan tingkat nyeri dari "tidak sakit" hingga "sangat sakit". Melalui penilaian ini, area tubuh yang paling sering dikeluhkan serta tingkat keparahan nyerinya dapat diidentifikasi. Informasi ini selanjutnya dapat digunakan untuk mengenali postur atau gerakan kerja yang tidak ergonomis (Turseno dan Marcaesa, 2021).

Total skor NBM yang diperoleh dari 28 titik otot rangka berfungsi untuk mengklasifikasikan tingkat risiko gangguan muskuloskeletal (MSDs) ke dalam kategori rendah, sedang, tinggi, atau sangat tinggi. Klasifikasi ini krusial dalam menentukan prioritas tindakan perbaikan yang diperlukan. Contoh ilustrasi, skor antara 71-91 mengindikasikan risiko tinggi, sedangkan skor 92-112 menunjukkan

risiko sangat tinggi. Efektivitas NBM dalam mengidentifikasi masalah ergonomi telah terbukti melalui berbagai penelitian. Sebuah studi terhadap petani padi menunjukkan penurunan skor NBM yang signifikan (dari 79 menjadi 57,5) setelah alat kerja dirancang ulang, menandakan berkurangnya keluhan MSDs (Eka Bila et al., 2024). NBM merupakan instrumen diagnostik penting dalam evaluasi ergonomi, yang menyediakan data esensial untuk merancang intervensi yang tepat guna meminimalkan risiko MSDs dan meningkatkan kesejahteraan pekerja.

Contoh *Nordic Body Map* (NBM)

A. Identitas Pribadi

(Tulislah identitas saudara dan coret yang tidak perlu)

1. Nama :.....
2. Umur/Tgl Lahir :...../.....

B. Kuesioner Body Map

(Jawablah pertanyaan berikut ini dengan memberi tanda (✓) pada kolom disamping pertanyaan yang sesuai dengan kondisi/perasaan saudara)

Tabel 13. Kuisioner NBM

No.	Jenis Keluhan	Tidak Sakit	Agak Sakit	Sakit	Sakit Sekali
1	Sakit kaku pada dibagian leher atas				
2	Sakit kaku pada dibagian leher bawah				
3	Sakit di bahu kiri				
4	Sakit di bahu kanan				
5	Sakit lengan atas kiri				
6	Sakit di punggung				
7	Sakit lengan atas kanan				
8	Sakit pada pinggang				
9	Sakit pada bokong				
10	Sakit pada pantat				
11	Sakit pada siku kiri				
12	Sakit pada siku kanan				
13	Sakit lengan bawah kiri				
14	Sakit lengan bawah kanan				
15	Sakit pada pergelangan tangan kiri				
16	Sakit pada pergelangan tangan kanan				
17	Sakit pada tangan kiri				
18	Sakit pada tangan kanan				
19	Sakit pada paha kiri				
20	Sakit pada paha kanan				
21	Sakit pada lutut kiri				
22	Sakit pada lutut kanan				
23	Sakit pada betis kiri				
24	Sakit pada betis kanan				
25	Sakit pada pergelangan kaki kiri				
26	Sakit pada pergelangan kaki kanan				
27	Sakit pada kaki kiri				
28	Sakit pada kaki kanan				

Penerapan metode *Nordic Body Map* juga terlihat pada penelitian Rifky Rivaldo Putra Yudi dan Rachmasari Pramita Wardhani (2023) yang mengidentifikasi keluhan *musculoskeletal disorders* pada aktivitas pembubutan di machine shop PT. Pertamina Hulu Kalimantan Timur Terminal Lawe-Lawe. Penelitian ini merepresentasikan tipe pekerjaan manufaktur yang melibatkan aktivitas fisik dengan postur kerja tidak ergonomis, seperti jongkok, membungkuk, dan berdiri statis dalam waktu lama. Hasil penilaian NBM menunjukkan bahwa operator pada aktivitas persiapan dan pemeriksaan material memiliki skor individu sebesar 75 dan 71 yang termasuk dalam kategori risiko MSDs tinggi sehingga memerlukan tindakan pengendalian segera. Sementara itu, operator pada aktivitas proses pembubutan memperoleh skor 64 dan 63 yang berada pada tingkat risiko sedang. Keluhan yang paling dominan dirasakan pada tipe pekerjaan ini terdapat pada bagian punggung, pinggang, dan lutut kanan, yang berkaitan erat dengan postur kerja tidak alamiah serta pembebanan tubuh secara statis dalam durasi panjang.

Berdasarkan penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode *Nordic Body Map* (NBM) efektif digunakan untuk berbagai tipe pekerjaan, baik pekerjaan dinamis dengan beban fisik tinggi maupun pekerjaan statis berbasis perkantoran. Pekerjaan manufaktur cenderung menimbulkan keluhan MSDs pada punggung, pinggang, dan lutut akibat postur jongkok dan berdiri lama, sedangkan pekerjaan perkantoran lebih banyak menyebabkan keluhan pada punggung dan pinggang akibat posisi duduk statis dalam durasi panjang. Dengan demikian, NBM merupakan instrumen yang relevan dan aplikatif dalam mengidentifikasi lokasi serta tingkat keparahan keluhan *musculoskeletal disorders*, sekaligus menjadi dasar yang kuat dalam perencanaan dan pelaksanaan perbaikan ergonomi di lingkungan kerja.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan dari bulan Oktober 2025 hingga Desember 2025. Pengamatan dilakukan di Perumahan Griya Angkasa Islami, Hajimena, Rajabasa.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Tungku pembakaran biomassa.
2. Kamera handphone, digunakan untuk merekam postur kerja.
3. *Worksheet REBA* dan *Coreldraw*, digunakan untuk *scoring* postur dan menentukan sudut tubuh.
4. *Nordic Body Map (NBM) questionnaire* dalam bentuk lembar kerja digital (*Google Form*) untuk proses pengumpulan data.
5. Kayu untuk pengoprasian tungku.
6. Alat tulis dan laptop untuk pengumpulan dan mengelola data

3.3 Subjek dan Objek penelitian

Subjek penelitian : Subjek yang akan diamati pada penelitian ini adalah oprator laki laki sebanyak 3 orang sehat secara fisik (tanpa kelainan muskuloskeletal kronis) dengan usia 21-25 tahun.

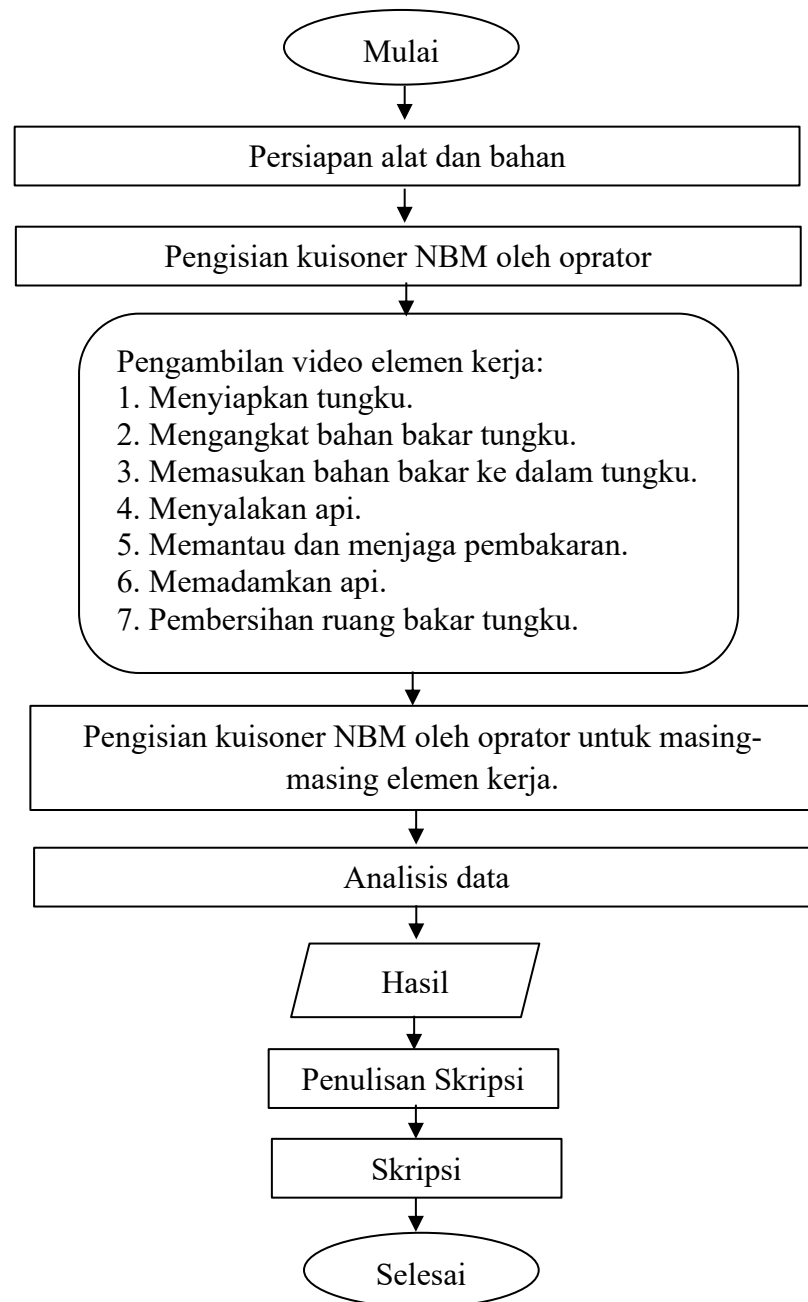
Objek Penelitian: Penelitian ini berfokus untuk mengamati postur tubuh dan juga kebiasaan operator mengoperasikan tungku. Pengoprasian Tungku terdiri dari 7 elemen kerja yaitu:

1. Menyiapkan tungku
2. Menyiapkan bahan bakar tungku

3. Memasukan bahan bakar ke dalam tungku
4. Menyalakan api
5. Memantau dan menjaga pembakaran
6. Memadamkan api
7. Pembersihan ruang

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur Penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 8



Gambar 9. Diagram Alir

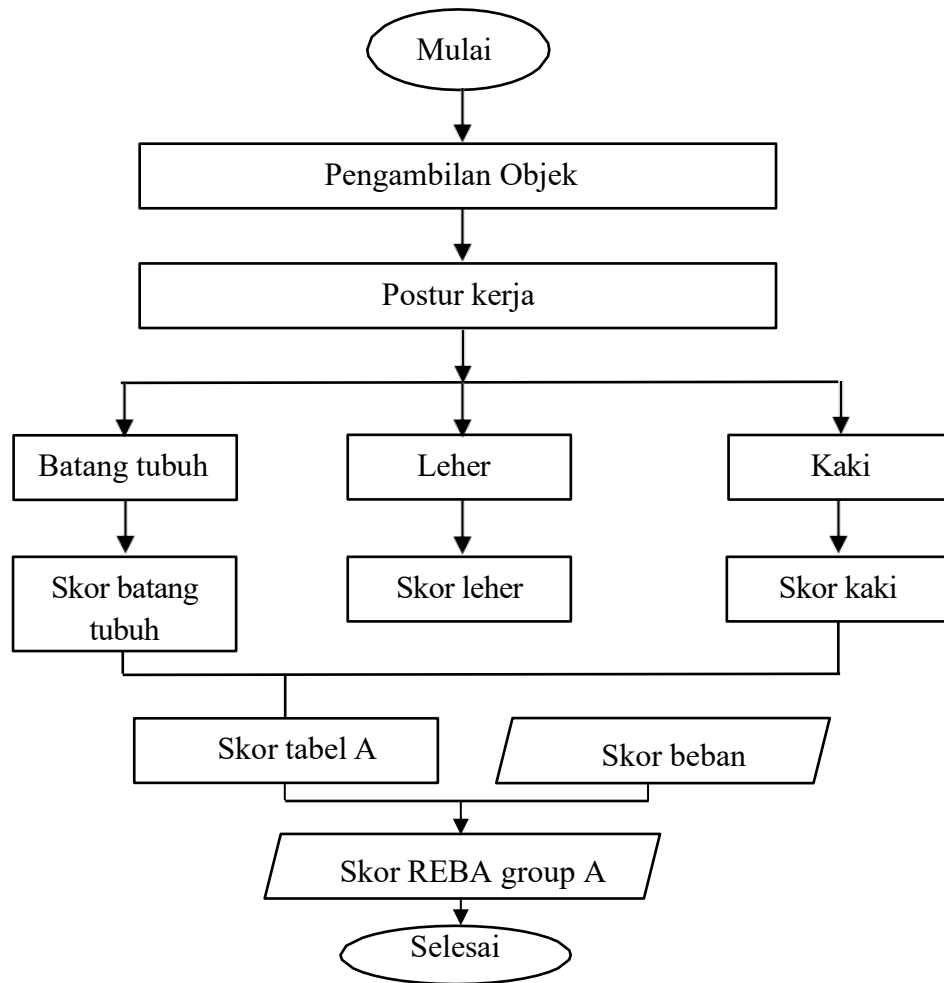
3.5 Parameter Penelitian

Parameter penelitian ini adalah tingkat resiko ergonomi pengoprasian tungku biomassa. Pengukuran dilakukan saat aktivitas kerja berlangsung pada tungku pembakaran biomassa skala rumah tangga, dengan durasi observasi antara 30 hingga 60 menit untuk setiap subjek. Tingkat resiko ergonomi ditentukan dengan menghitung skor dari postur tubuh, beban, aktifitas menggunakan REBA dan keluhan MSDS diukur menggunakan metode NBM.

REBA digunakan untuk memberikan penilaian keluhan otot yang disebabkan oleh postur tubuh ketika melakukan aktifitas kerja. Analisis postur tubuh operator diukur berdasarkan rekaman dan foto untuk masing-masing elemen kerja.

Kemudian menggunakan software *Coreldraw* untuk menentukan sudut masing-masing segmen tubuh dengan metode REBA. Parameter REBA terdiri dari:

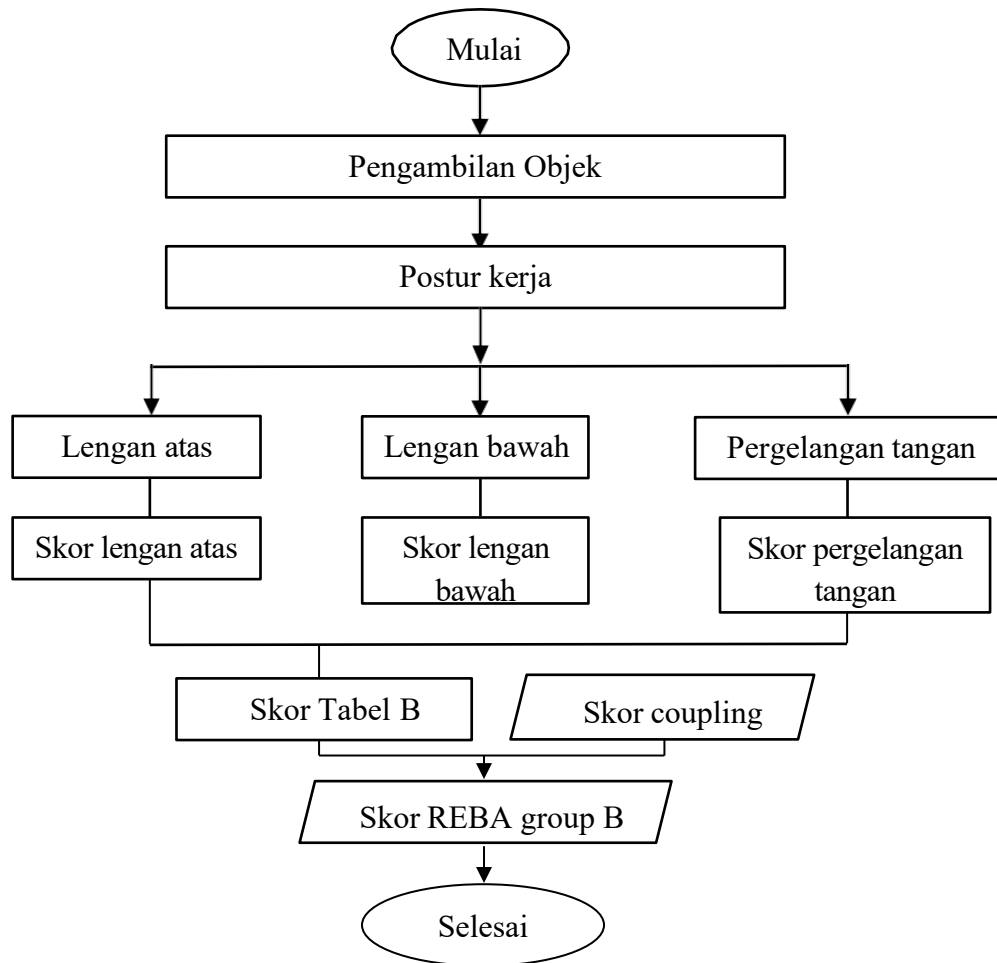
1. Postur dan posisi tubuh untuk menentukan REBA grup A, diagram alir dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 10. Diagram alir grup A

Postur tubuh pada grup A, yang meliputi batang tubuh, leher, dan kaki, ditampilkan pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4. Penilaian skor untuk masing-masing postur dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3. Setelah skor postur diperoleh, dilakukan penjumlahan terhadap besarnya gaya yang dilakukan operator selama aktivitas. Hasil penjumlahan tersebut, yang merupakan skor tabel A serta skor beban yang menghasilkan skor REBA group A, disajikan pada Tabel 6.

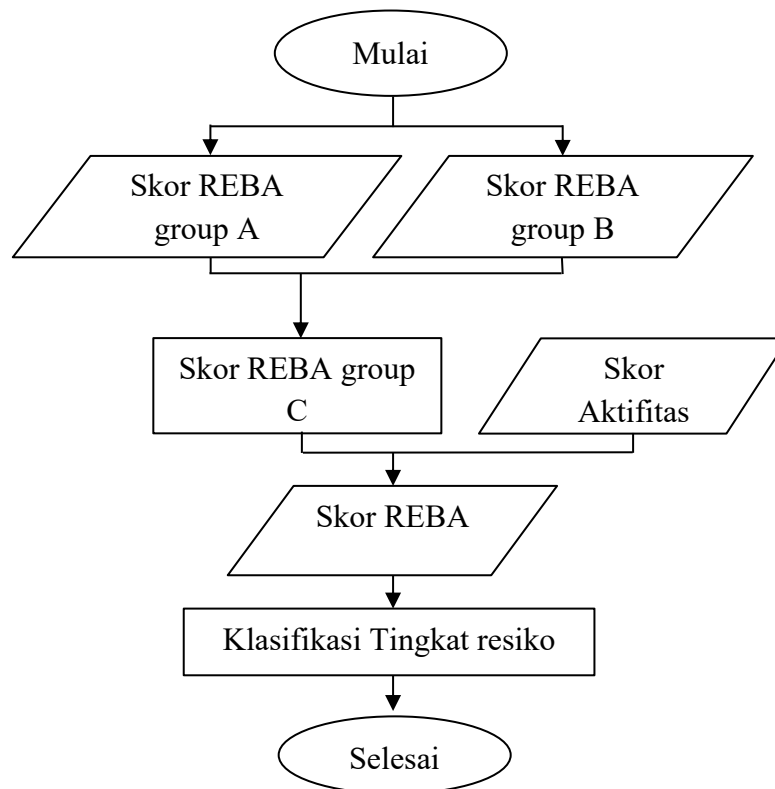
2. Postur dan posisi tubuh untuk menentukan REBA grup B, diagram alir dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 11. Diagram alir grup B

Postur tubuh dari grup B yaitu terdiri dari, lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan, dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7. Untuk penilaian skor dapat dilihat pada Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, dan Tabel 8, setelah didapatkan skor dari postur kemudian dilakukan penjumlahan terhadap besarnya coupling yang dilakukan operator dalam melaksanakan aktivitas didapatkan hasil skor tabel B dapat dilihat pada Tabel 10.

3. Skor C, merupakan gabungan dari nilai skor A dan skor B dapat dilihat pada Tabel 11.
4. Tabel skor final REBA adalah nilai akhir yang didapat dari tabel skor C dapat dilihat pada Tabel 10, ditambah dengan nilai skor aktivitas yang dapat dilihat pada Tabel 11.



Gambar 12. Diagram alir final skor REBA

B. Parameter *Nordic Body Map* (NBM)

Salah satu metode pengukuran subjektif dalam bidang keilmuan kesehatan adalah *Nordic Body Map*, yang menggunakan kuesioner untuk mengukur rasa sakit otot karyawan.

Tabel 14. Klasifikasi tingkat risiko berdasarkan total skor individu

Skala Likert	Total skor individu	Tingkat resiko	Tindakan perbaikan
1	28-49	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
2	50-70	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan dikemudian hari
3	71-90	Tinggi	Diperlukan tindakan segera
4	92-122	Sangat tinggi	Diperlukan tindakan menyeluruh sesegera mungkin

Skor NBM diukur sebelum dan sesudah melakukan aktivitas kerja. Skor setelah melakukan aktivitas kerja dilakukan untuk masing-masing elemen kerja.

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Berdasarkan hasil penilaian REBA pada tujuh elemen kerja penggunaan tungku biomassa, seluruh aktivitas menunjukkan tingkat risiko ergonomi yang tinggi. Elemen menyiapkan tungku memiliki skor REBA rata-rata 10 dengan Level Aksi 3. Elemen menyiapkan atau mengangkat bahan bakar juga memperoleh skor rata-rata 10 (Level Aksi 3). Pada elemen memasukkan bahan bakar, skor REBA rata-rata sebesar 9,6 (Level Aksi 3). Elemen menyalakan api memiliki skor REBA relatif lebih rendah namun tetap berada pada kategori risiko tinggi, dengan nilai sekitar 8-9. Elemen menjaga dan memantau pembakaran menunjukkan skor REBA tertinggi, yaitu sekitar 10,6. Selanjutnya, elemen memadamkan api juga berada pada kategori risiko tinggi dengan skor REBA sekitar 9-10. Terakhir, elemen pembersihan ruang bakar memperoleh skor REBA rata-rata 9,6 (Level Aksi 3). Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa seluruh elemen kerja penggunaan tungku biomassa memiliki potensi risiko gangguan *musculoskeletal* yang serius dan tidak layak dibiarkan.
2. Berdasarkan hasil penilaian menggunakan kuesioner *Nordic Body Map* (NBM), ditunjukkan oleh total skor NBM yang berada pada kategori risiko rendah pada seluruh elemen kerja, yang mengindikasikan bahwa keluhan *muskuloskeletal* yang dirasakan pengguna masih minimal dan tidak signifikan, skor yang rendah juga dikarenakan pada saat penelitian hanya 15 menit setiap ulangnya. Dengan demikian, meskipun terdapat postur

kerja yang berpotensi berisiko berdasarkan REBA, namun pada saat pengamatan dilakukan, postur kerja tersebut belum menimbulkan keluhan MSDs yang dirasakan secara nyata oleh pengguna.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar postur kerja yang teridentifikasi memiliki potensi risiko cedera muskuloskeletal (MSDs) mendapatkan perhatian melalui perbaikan sikap kerja, khususnya dengan mengurangi posisi membungkuk yang berlebihan, menyesuaikan jarak dan ketinggian tungku dengan postur tubuh pengguna, serta mengatur posisi lengan agar berada pada kondisi yang lebih netral.

DAFTAR PUSTAKA

- Aman, J., Jading, T dan Meidodga, S. (2014). Pengaruh penambahan sirip dan pipa penukar panas terhadap kinerja tungku pembakaran biomassa. *Jurnal Teknik Mesin*, 15(2), 45-56.
- Budianto, A., et al. (2014). Analisis efisiensi tungku tradisional berbahan bakar biomassa di pedesaan Indonesia. *Jurnal Energi Terbarukan*, 10(1), 23-34.
- Cremasco, M. M., Giustetto, A., Caffaro, F., Colantoni, A., Cavallo, E., dan Grigolato, S. (2019). Risk Assessment for Musculoskeletal Disorders in Forestry: A Comparison Between RULA and REBA in the Manual Feeding of a Wood-Chipper. *Int J Environ Res Public Health*, 16(5), 793.
- CDC (2016) Work-Related Musculoskeletal Disorders & Ergonomics | Workplace Health Strategies by Condition | Workplace Health Promotion | CDC, CDC. Available at: <https://www.cdc.gov/workplacehealthpromotion/health-strategies/musculoskeletaldisorders/index.html> (Accessed: 29 May 2021).
- da Costa, B. R., & Vieira, E. R. (2010). Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of recent longitudinal studies. *American Journal of Industrial Medicine*, 53(3), 285-323.
- Dewi, R. S., Setyaningsih, Y., & Widjasena, B. (2016). Hubungan stres kerja dengan kelelahan kerja pada perawat di Instalasi Gawat Darurat RSUD Tugurejo Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 4(4), 100-109.
- Djaali, N. A., & Utami, M. P. (2019). Analisis keluhan musculoskeletal disorders (MSDs) pada karyawan PT. Control System Arena Para Nusa. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 11(1), 80-87.
- Eka Bila, Ivan Sujana, & Yopa Eka Prawatya. (2024). Rancang bangun alat penanam padi dataran tinggi menggunakan metode Nordic Body Map (NBM) dengan pendekatan antropometri. *INTEGRATE: Industrial Engineering and Management System*, 8(2), 124-131.

- Engka, A. A. A., Sumampouw, O. J., & Kaunang, W. (2022). Postur kerja dan keluhan muskuloskeletal pada nelayan di Desa Borgo Satu Kecamatan Belang. *Jurnal KESMAS*, 11(4), 44-51.
- Faisal. (2015). Uji kinerja tungku biomassa pot tunggal yang terbuat dari tanah liat. *Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology*, 3(1), 5-13.
- Handayani, T., & Rahmawati, R. (2019). Postural risk assessment among dental practitioners in Jakarta using RULA method. *Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 25(4), 321-329.
- Hidayah, A. I., Pratiwinindya, R. A., & Chikam, D. B. (2023). Optimalisasi pemanfaatan limbah sekam padi sebagai produk bernilai ekonomis di Desa Sidorekso. *Jurnal Bina Desa*, 5(2), 261-268.
- Hignett, S., & McAtamney, L. (2000). Rapid entire body assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205.
- International Labour Organization. (2014). *Rules of the game: A brief introduction to International Labour Standards*. ILO.
- International Labour Organization (ILO). (2013). *The prevention of occupational diseases*. ILO. Geneva.
- Kemenkes RI (2018) 'Laporan Nasional Riskesdas 2018', Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, p. 198. Available at: http://labdata.litbang.kemkes.go.id/images/download/laporan/RKD/2018/Laporan_Nasional_RKD2018_FINAL.pdf.
- Li, G., & Buckle, P. (1998). A practical method for the assessment of work-related musculoskeletal risks – Quick Exposure Check (QEC). Dalam *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 42nd Annual Meeting*.
- Laksana, A. J. and Srisantyorini, T. (2019) 'Analisis Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Operator Pengelasan (Welding) Bagian Manufaktur di PT X Tahun 2019', *Jurnal Kajian dan Pengembangan Kesehatan Masyarakat*, 01(01), pp. 64–73.
- Maulana, S. A. et al. (2021) 'Analisis Faktor Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) Sektor Pertanian : Literature Review', *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, 21(1), pp. 134–145.
- Mayasari, D. and Saftarina, F. (2016) 'Ergonomi Sebagai Upaya Pencegahan Musculoskeletal Disorders pada Pekerja', *Jurnal Kedokteran Universitas Lampung*, 1(2), pp. 369–379. Available at: <http://juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/JK/article/view/1643>.

- Maharani, B. P., Budi, A., & Nurhasanah, N. (2014). Usulan perbaikan postur kerja karyawan CV Atham Toy's Mainan Kayu (ATMIK) dengan metode Quick Exposure Check. *Jurnal Pasti*, *IX*(3), 238-247.
- Mayzar, A. (2023). Eksistensi dan penggunaan tungku Lampung di era modern sebagai upaya melestarikan budaya lokal. *Jurnal Social Pedagogy (Journal of Social Science Education)*, *4*(1), 63-76.
- Meri, M., Linda, R., & Risky, A. (2025). Analisis risiko ergonomi postur kerja karyawan dengan metode REBA dan NBM di PT. MMZ. *Journal of Science and Social Research*, *8*(2), 1452-1460.
- Mulyanto, A., Mirmanto, P., & Athar, M. (2016). Pengaruh variasi ketinggian lubang udara dan ukuran bahan bakar terhadap efisiensi tungku pembakaran biomassa. *Jurnal Teknik Panas*, *18*(3), 112-125.
- Pratama, D. N. (2017). Identifikasi risiko musculoskeletal disorders (MSDs) pada pekerja pandai besi. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, *6*(1), 78-87.
- Purbasari, A., Azista, M., & Siboro, B. A. H. (2019). Analisis postur kerja secara ergonomi pada operator pencetakan pilar yang menimbulkan risiko musculoskeletal. *Sigma Teknika*, *2*(2), 143-150.
- Restuputri, D.P. (2017) "Metode REBA Untuk Pencegahan Musculoskeletal Disorder Tenaga Kerja," *Jurnal Teknik Industri*, *18*(1), pp. 19–28. Available at: <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol18.no1.19-28>.
- Ridwan, A. (2012). Rancang bangun tungku biomassa hemat energi dan ramah lingkungan pada tungku tradisional masyarakat berbahan bakar kayu. *Jurnal Photon*, *3*(1), 69-78.
- Sekaaram, V. and Ani, L. S. (2017) 'Prevalensi Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pengemudi Angkutan Umum di Terminal Mengwi, Kabupaten Badung-Bali', *Intisari Sains Medis*, *8*(2), pp. 118–124. doi: 10.1556/ism.v8i2.125.
- Santoso, et al. (2014). Perancangan Metode Kerja untuk Mengurangi Kelelahan Kerja pada Aktivitas Mesin Bor di Workshop Bubut PT Cahaya Samudra Shipyard. *Profesiensi*, Vol. 2, No. 2, halaman 155–164.
- Samsudin, A. J., & Satoto, H. F. (2024). Perbaikan stasiun kerja guna meningkatkan efisiensi gerakan dan produktivitas pada operator divisi manual oplos PT. XYZ. *Jurnal Teknik Industri*, *11*(2), 646-654.
- Sanjaya, K. T., Kalista, A., & Rizal, M. A. (2022). Analisis postur kerja dan pengukuran konsumsi energi pekerja pengangkat batu untuk mengurangi musculoskeletal disorders. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri Universitas Kadiri*, *5*(2), 88-99.

- Sari, E. N., Handayani, L., & Saufi, A. (2017). Hubungan antara umur dan masa kerja dengan keluhan musculoskeletal disorders (MSDs) pada pekerja laundry. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 13(2), 183-193.
- Sari, I. P., Suwarni, P. E., Sundari, S., Buari, J., & Prasetyo, A. D. (2025). Pengukuran ergonomi sikap kerja pengrajin sulam Lampung dengan metode RULA & REBA dan rekomendasi perbaikan. *Industriika*, 9(1), 263-274.
- Setyawati, T. W., Hernadewita, Yusuf, A., & Wijaya, H. F. (2025). Kajian komprehensif penerapan ergonomi di berbagai sektor kerja di Indonesia. *Jurnal Teknik Industri*, X(3), 14031-14039.
- Tamala, A. (2020) “Pengukuran Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Pekerja Pengolah Ikan Menggunakan Nordic Body Map (NBM) Dan Rapid Upper Limb Assessment (RULA),” *jurnal TIN Univeristas Tanjungpura*, pp. 144–148.
- Tambun, M.S.M.O.S.S. (2019) “Penggunaan Metode Reba Untuk Mengetahui Keluhan Musculoskeletal Disorder Pada Pekerja Sektor Informal,” *Journal of Industrial Engineering and Operation Management*, 2(2), pp. 5–7. Available at: <https://doi.org/10.31602/jieom.v2i2.2668>.
- Turseno, A dan Marcaesa, G. (2021). Analisa risiko postur tubuh pekerja dengan metode NBM, REBA dan RULA di unit usaha jamur tiram putih Fungo Pride. *Journal of Industrial and Engineering System (JIES)*, 2(2), 87-98.
- Tarwaka. (2011).x Ergonomi Industri Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja. Solo: Harapan Press.
- Wibowo, H dan Mawadati, A “The Analysis of Employees’ Work Posture by using Rapid Entire Body Assessment (REBA) and Rapid Upper Limb Assessment (RULA),” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 704, no. 1, p. 012022, Mar. 2021, doi: 10.1088/1755-1315/704/1/012022.