



Perbaikan Tingkat Risiko *Musculoskeletal Disorders* Berdasarkan Pendekatan *Nordic Body Map* dan *Rapid Upper Limb Assessment* Pada Hasil Rancang Bangun Mesin *Roasting* Kopi Digital Otomatis

Ratih Rahmahwati¹, Tri Wahyudi², Silvia Uslianti³

^{1,2,3} Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Tanjungpura
Jl. Ahmad Yani, Pontianak, Kalimantan Barat

Email: ratih.rahmahwati@industrial.untan.ac.id, tri.wahyudi@industrial.untan.ac.id, silvia.uslianti@ee.untan.ac.id

Abstract

The roasting process of coffee beans in West Kalimantan, especially Pontianak city, is still done traditionally. The coffee roasting process is done manually by using a fire stove as a heater. Workers with standing posture stir the coffee beans continuously, and it can take 4 hours for 20 kilos of coffee beans. Standing work posture is required for stirring the coffee beans but can cause fatigue in workers due to long-standing times and high heating temperatures. This situation causes the roasting process to be less efficient and can cause the roasting process to be uneven. The purpose of this study was to identify musculoskeletal complaints of standing work posture in the manual coffee roasting process and provide an evaluation of corrective work posture when using the design results of an automatic digital roasting machine. The methods used in this study were the Nordic Body Map (NBM) and the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) to assess the level of risk of posture for musculoskeletal complaints. The results of the identification of body points that experience fatigue were carried out by distributing NBM questionnaires and evaluating the worker's posture using RULA on CATIA V5R20. Based on the existing NBM, the risk score is 78, and the final RULA score is 6, which means that immediate corrective action is needed because the work posture is categorized as dangerous and does not meet ergonomic principles. Improvement of working posture is made by designing a roasting machine that is digital and automatic. So the workers do not need to mix the coffee beans manually. Based on roasting machine implementation results, there was a significant change in the NBM score and the final RULA score. The NBM results obtained a score of 55 which means that the risk is moderate with the risk of fatigue in the neck, right leg and, left leg. Meanwhile, evaluation of work posture based on RULA on CATIA obtained a final score of 3, which means that the work posture is not dangerous and does not require immediate improvement.

Keywords: *automatic digital roasting machine, NBM, RULA analysis*

Abstrak

Proses sangrai (*roasting*) biji kopi di Kalimantan Barat khususnya kota Pontianak masih dilakukan secara tradisional. Proses *roasting* kopi dilakukan secara manual dengan menggunakan tungku api sebagai pemanas. Pekerja dengan postur berdiri melakukan pengadukan biji kopi terus menerus dan dapat berlangsung selama 4 jam untuk 20 kilo biji kopi. Postur kerja berdiri diperlukan untuk pengadukan biji kopi namun dapat menyebabkan kelelahan pada pekerja akibat lamanya waktu berdiri dan suhu pemanas yang tinggi. Hal ini menyebabkan proses *roasting* menjadi kurang efisien dan dapat menyebabkan proses *roasting* tidak merata. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi keluhan muskuloskeletal postur kerja berdiri pada proses *roasting* kopi manual dan memberikan evaluasi postur kerja perbaikan saat menggunakan hasil rancang bangun mesin kopi *roasting* digital otomatis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Nordic Body Map* (NBM) dan *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA) untuk memberikan penilaian tingkat risiko postur tubuh terhadap keluhan muskuloskeletal. Hasil identifikasi titik-titik tubuh yang mengalami kelelahan dilakukan dengan penyebaran kuesioner NBM dan evaluasi postur

tubuh pekerja dengan menggunakan RULA pada CATIA V5R20. Berdasarkan NBM kondisi *existing* didapat skor risiko sebesar 78 dan final skor RULA sebesar 6 yang berarti perlu diberikan tindakan perbaikan segera karena postur kerja termasuk kategori berbahaya dan tidak memenuhi kaidah ergonomi. Perbaikan postur kerja dilakukan dengan melakukan rancang bangun mesin *roasting* yang bersifat digital dan otomatis. Sehingga pekerja tidak perlu melakukan pengadukan biji kopi secara manual. Berdasarkan hasil implementasi mesin *roasting* terjadi perubahan skor NBM dan final skor RULA yang cukup signifikan. Hasil NBM perbaikan didapat skor sebesar 55 yang berarti risiko sedang dengan risiko kelelahan terdapat di leher, kaki kanan dan kaki kiri. Sedangkan evaluasi postur kerja berdasarkan RULA pada CATIA didapat final skor sebesar 3 yang berarti postur kerja tidak berbahaya dan belum membutuhkan perbaikan segera.

Kata kunci: mesin *roasting*, digital otomatis, NBM, analisa RULA

Pendahuluan

Salah satu produk dari perkebunan di Kalimantan Barat adalah biji kopi (*Coffea sp.*). Perkebunan kopi tersebar di beberapa kabupaten seperti Kabupaten Ketapang, Kabupaten Sambas, Kabupaten Landak dan Kabupaten Kuburaya (Badan Pusat Statistik, 2017). Produk hasil olahan kopi yang menjadi salah satu komoditi unggulan adalah kopi bubuk. Minat kopi yang tinggi ditunjukkan dengan banyaknya warung kopi yang tersebar di kota Pontianak khususnya dan di setiap kabupaten di Kalimantan Barat. Kopi bubuk juga menjadi salah satu oleh-oleh khas Pontianak yang paling diminati.

Proses pengolahan kopi tradisional masih dilakukan oleh masyarakat. Proses ini terdiri dari pengupasan kulit kopi, fermentasi, dan proses pengeringan melalui penjemuran. Proses fermentasi dilakukan dengan tujuan untuk menghilangkan lendir dari biji kopi yang telah dikupas. Untuk menghilangkan kulit tanduk hasil kupasan dilakukan dengan proses sangrai (*roasting*) setelah itu kopi ditumbuk hingga semua kulit tanduk pecah. Proses sangrai adalah proses pemanasan biji kopi agar kulit tanduk hasil kupasan mudah untuk pecah sehingga aroma biji kopi dapat keluar. Proses *roasting* memerlukan energi panas yang diperoleh dari tungku pembakaran kayu dan dilakukan selama berjam-jam.

Proses sangrai dilakukan secara manual. Terdapat beberapa pabrik menerima jasa *roasting* kopi di kota Pontianak. Kapasitas *roasting* dapat mencapai 800 kg/hari (Utomo, 2013). Saat ini, proses sangrai masih menggunakan sumber panas dari pembakaran kayu. Proses ini membutuhkan banyak tenaga kerja dan waktu yang lama. Untuk skala ukuran kecil *roasting*, sebanyak 20 kilo, paling cepat membutuhkan waktu 4 jam

Keadaan tersebut membuat proses *roasting* menjadi kurang efisien karena suhu pembakaran bisa menjadi sangat tinggi sehingga hasil *roasting* tidak merata. Untuk menjaga agar hasil merata, usaha yang dilakukan pekerja dengan postur kerja berdiri untuk menyangrai biji kopi di depan tungku api. Kondisi ini mengindikasikan tidak memenuhi kaidah ergonomi dan risiko terjadinya *musculoskeletal disorders* tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keluhan muskuloskeletal postur kerja berdiri pada proses *roasting* kopi manual dan memberikan evaluasi postur kerja perbaikan saat menggunakan hasil rancang bangun mesin kopi *roasting* digital otomatis.

Berbagai penelitian terkait perbaikan proses *roasting* dengan mekanisasi telah banyak dilakukan. Kurniawan (2014) menggunakan pendekatan metode *fuzzy logic* untuk sistem pengendalian suhu pada mesin *roaster* kopi. Hasil penelitian ini adalah didapat waktu optimal dalam proses *roasting* dengan berat kapasitas tertentu. Penelitian terkait mengenai rancang bangun mesin *roaster* semiotomatis telah dilakukan (Amiq et al., 2015). Mesin yang dirancang dengan menggunakan tenaga listrik, mengontrol kecepatan putarnya dan suhu tungku pemanasnya dapat diatur semi otomatis. Anantama et al. (2015) menggunakan pendekatan metode taguchi untuk mengkaji kombinasi waktu dan kapasitas optimal untuk mendapatkan tingkat kematangan *medium roast* pada biji kopi. Hasil penelitian didapat kombinasi untuk mendapat kualitas terbaik yakni waktu *roasting* 75 menit dengan volume biji total 2 kg. Berbagai kajian terdahulu terkait proses *roasting* kopi banyak terkait mencari hasil optimal terhadap suhu, kapasitas dan waktu. Kajian terkait evaluasi ergonomi dengan

fokus postur kerja pada perbaikan proses *roasting* belum dilakukan.

Penelitian terkait postur kerja dan risiko *musculoskeletal disorders* yang muncul akibat aktivitas kerja telah banyak dilakukan dengan berbagai metode. Sie et al. (2017) menggunakan metode RULA untuk mengkaji risiko postural stress kerja yang diakibatkan pekerjaan yang berulang dan postur kerja yang sama pada IKM yang memproduksi aksesoris mobil. Hasil penelitian, terdapat perbedaan skor RULA dengan memberikan meja kerja. Yudiardi et al. (2021) menggunakan kombinasi metode REBA dan NBM untuk menganalisis postur kerja pada nelayan began apung. Hasil analisa REBA menunjukkan perlu adanya perubahan postur saat aktivitas penarikan jaring dan hasil NBM menunjukkan keluhan muskuloskeletal paling dirasakan saat membungkuk pada aktivitas penarikan jaring. Tony et al. (2020) menggunakan RULA dalam CATIA dan pengukuran hasil EMG untuk mengidentifikasi kenyamanan postur saat mengendarai sepeda motor. Hasil penelitian terdapat beberapa tingkat ketegangan otot pada beberapa postur saat mengendarai motor.

Berbagai penelitian terdahulu terkait evaluasi postur kerja belum ada penelitian yang menggunakan metode NBM dan RULA untuk mengevaluasi perbaikan postur kerja pada rancang bangun mesin *roasting* kopi digital otomatis. Penelitian ini menggunakan kombinasi 2 metode NBM dan RULA. NBM digunakan untuk mengidentifikasi titik tubuh mana saja yang mengalami kelelahan saat melakukan proses *roasting*. Sedangkan metode RULA digunakan untuk mengevaluasi tingkat risiko terhadap postur kerja saat proses *roasting*. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah objek amatan, tempat dan kombinasi metode yang digunakan.

Metodologi

Ergonomi

Ergonomi adalah kajian ilmu yang mengkaji faktor-faktor manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara fisiologi, anatomi, psikologi, manajemen dan *engineering* dalam desain perancangan. Tujuan dari penerapan ergonomi adalah tercapai kondisi yang optimum pada keselamatan dan kesehatan pekerja serta kenyamanan pekerja saat melakukan kerja.

Ergonomi juga berperan dalam meningkatkan faktor keselamatan saat bekerja, mengurangi ketidaknyamanan visual akibat postur kerja yang buruk, desain perkakas kerja yang nyaman dan aman sehingga dapat mengurangi kelelahan kerja, meminimalkan risiko kesalahan serta meningkatkan efisiensi kerja (Wignjosoebroto, 2008).

Permasalahan Keluhan Muskuloskeletal Pada Industri Kecil Menengah

Keluhan Muskuloskeletal (*musculoskeletal disorders*) masih menjadi fokus perhatian tidak hanya industri besar tetapi juga industri kecil. Hal ini dikarenakan Msds yang dirasakan pekerja dapat mempengaruhi daya saing yang disebabkan oleh biaya kompensasi yang harus ditanggung akibat cedera, pergantian tenaga kerja, kualitas produk yang buruk serta produktivitas yang menurun (Anderson, 1992). Permasalahan Msds yang sering ditemui pada IKM disebabkan oleh beberapa faktor yakni desain fasilitas kerja yang tidak fit untuk pekerja, beban pekerjaan yang tidak terstruktur, ketidaksesuaian antara kemampuan pekerja dan tuntutan pekerjaan, kondisi lingkungan fisik yang tidak memenuhi kaidah ergonomi, desain sistem manusia mesin yang buruk dan postur kerja yang memiliki tingkat resiko yang tinggi. (Qutubuddin et al., 2013).

Berbagai masalah MSDs yang terjadi di IKM, membuktikan bahwa tingkat intervensi dan penerapan prinsip ergonomi masih rendah. Mengabaikan prinsip ergonomi dapat menyebabkan inefisiensi dan menyebabkan pekerja mengalami cedera. Lingkungan kerja yang tidak ergonomis dapat menyebabkan beban stress meningkat, produktivitas rendah, dan kualitas kerja yang buruk. Adanya keluhan Msds yang dirasakan oleh pekerja saat melakukan proses *roasting* kopi dapat menjadi dasar untuk perencanaan dan penerapan intervensi ergonomi. Sehingga perbaikan lingkungan kerja dapat dilakukan.

Nordic Body Map

Kuesioner *Nordic Body Map* digunakan untuk memberikan penilaian tingkat kelelahan yang dirasakan oleh pekerja setelah melakukan kerja fisik. Penilaian ini bersifat subjektif sehingga hasil yang didapat tergantung dari situasi dan kondisi yang dialami oleh pekerja pada saat dilakukan penyebaran kuesioner

NBM. Selain itu hasil NBM juga dipengaruhi oleh pengalaman dan *skill* peneliti. Pendekatan kuesioner NBM telah banyak diaplikasikan oleh para ahli ergonomi untuk mengidentifikasi tingkat kelelahan pada sistem muskuloskeletal. NBM dapat diuji validitas dan reliabilitas. Penilaian NBM meliputi dua sisi tubuh kiri dan kanan terdiri dari 28 otot-otot skeletal yang dimulai dari bagian tubuh atas (leher) sampai dengan bagian otot pada kaki (Tarwaka, 2013).

Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) merupakan suatu analisa yang digunakan untuk merekam proses biomekanika dan postur tubuh yang dilihat dari leher, punggung dan tubuh bagian atas. Analisis dengan metode RULA masih menjadi topik menarik dalam kajian terhadap kelelahan kerja. Penelitian terbaru yang mengkaji terkait RULA dikembangkan oleh Manghisi et al. (2017) yang membuat software terbaru K2RULA yang mampu mendeteksi gerakan atau postur tubuh yang tidak sesuai kaidah secara langsung. Selain itu juga dilakukan revisi skor *grand* RULA yang telah ada. Analisa perbaikan postur tubuh kerja berdasarkan intervensi *biofeedback* untuk kejadian *musculoskeletal symptoms* (MSS) dan kelelahan pada pekerja operator di pabrik petrokimia di Iran (Bazazan et al., 2019).

Analisis RULA dapat menggunakan berbagai media pendukung seperti aplikasi RULA maupun analisa manual. Penelitian ini akan menganalisis RULA yang berasal dari aplikasi *Computer Aided Three Dimensional Interactive Application* (CATIA). Penggunaan RULA pada CATIA masih tergolong baru dalam ranah ilmu ergonomi. Sehingga belum banyak penelitian yang menggunakan RULA pada CATIA. Padahal pada CATIA terdapat *mannequin* 3D yang menggambarkan postur kerja yang sesungguhnya. Penelitian yang menggunakan CATIA untuk desain rancang bangun produk telah dilakukan oleh Uslianti et al., (2020) melakukan redesain stasiun kerja pada pengolahan ikan industri rumah tangga dan Wahyudi et al., (2021) melakukan rancang bangun kompor solenoid otomatis pada IKM keripik. Analisa RULA dalam CATIA digunakan untuk melihat perubahan postur kerja terhadap produk hasil redesain. Penelitian ini akan menganalisis RULA pada CATIA pada rancang bangun mesin *roasting* biji kopi.

Tahapan Penelitian

Penelitian rancang bangun mesin *roasting* kopi digital otomatis terdiri dari tiga tahapan yakni tahap pendahuluan, tahap desain dan rancang bangun serta tahap analisa dan penarikan kesimpulan. Tahap pendahuluan dimulai dari survei kondisi awal dan studi literatur. Berdasarkan survei kondisi awal diperoleh kondisi *existing*, selanjutnya dilakukan identifikasi masalah berdasarkan kondisi *existing* tersebut. Berdasarkan permasalahan yang ada, maka ditentukan tujuan yang ingin dicapai dari penelitian dan urgensi dari penelitian.

Tahap pengumpulan data terdiri dari mengumpulkan data *Nordic Body Map* (NBM), RULA kondisi *existing* dan data antropometri pekerja pria pada proses *roasting* di pabrik wili kopi Purnama. Berdasarkan hasil NBM dan RULA dapat diketahui titik-titik kelelahan yang dialami pekerja. Setelah itu dilakukan pengumpulan data antropometri pekerja terkait dimensi rancang bangun mesin *roasting*. Hasil dari NBM, RULA kondisi *existing* dan data antropometri dijadikan masukan untuk merancang bangun mesin *roaster* kopi.

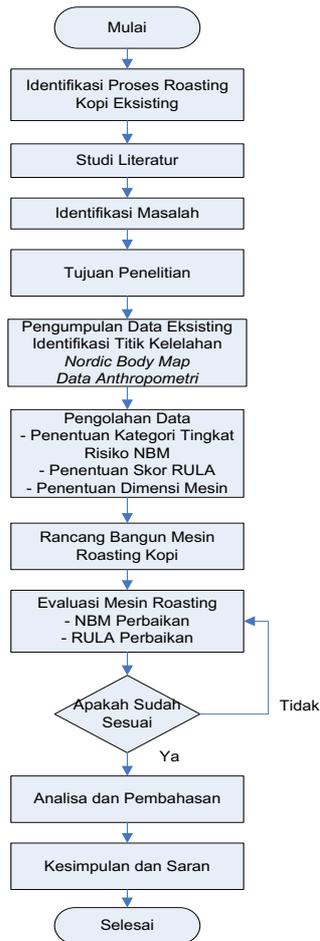
Mesin *roaster* yang dirancang dianalisis dengan menggunakan *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA). Hasil dari RULA dilakukan analisa apakah skor yang diperoleh aman atau tidak. Apabila skor RULA tidak aman, maka dilakukan rancang bangun ulang.

Tahap ketiga adalah analisa dan penarikan kesimpulan. Apabila skor RULA aman, maka langkah selanjutnya dilakukan analisa dan interpretasi hasil dari mesin *roaster* kopi yang didesain dan dibuat. Dilakukan perbandingan antara kondisi *existing* dan mesin *roaster* kopi yang dibuat. Selanjutnya dibuat kesimpulan dan saran. Gambar 1 merupakan diagram langkah-langkah penelitian pengukuran tingkat risiko *musculoskeletal disorders* pada rancang bangun mesin *roasting* kopi.

Hasil dan Diskusi

NBM Kondisi Existing

Nordic Body Map (NBM) digunakan untuk mengidentifikasi titik-titik tubuh yang mengalami kelelahan. Identifikasi dilakukan saat pekerja melakukan proses sangrai biji kopi dengan menggunakan tungku tradisional. Berdasarkan kuesioner NBM kondisi *existing* yang diperoleh rata-rata total skor otot adalah 78 yang berarti



Gambar 1. Diagram alir penelitian

diperlukan tindakan perbaikan segera. Tingkat keluhan banyak terjadi pada bagian leher atas, tengkuk, bahu kiri, bahu kanan, lengan atas kanan, punggung, pinggang dan kaki kiri dan kanan. Hal ini dikarenakan pekerja melakukan proses penyangraian dengan cara mengaduk biji kopi secara manual menggunakan tangan dengan posisi berdiri. Hasil evaluasi NBM kondisi *existing* dapat dilihat pada Tabel 1.

RULA Kondisi Existing

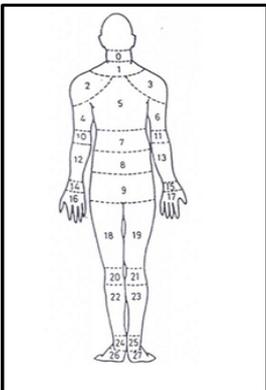
Evaluasi RULA digunakan untuk menentukan skor final pada postur kerja saat melakukan proses *roasting* secara tradisional dengan menggunakan tungku pemanas. Postur kerja kondisi *existing* dengan simulasi CATIA dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan simulasi CATIA V520R postur kerja membungkuk saat menyangraikan kopi mempunyai risiko pekerja mengalami *low back pain* bila kegiatan ini dilakukan secara terus menerus dan waktu yang lama. Selain itu metode kerja *existing* memiliki risiko pekerja terpapar bahaya dari panas api tungku.

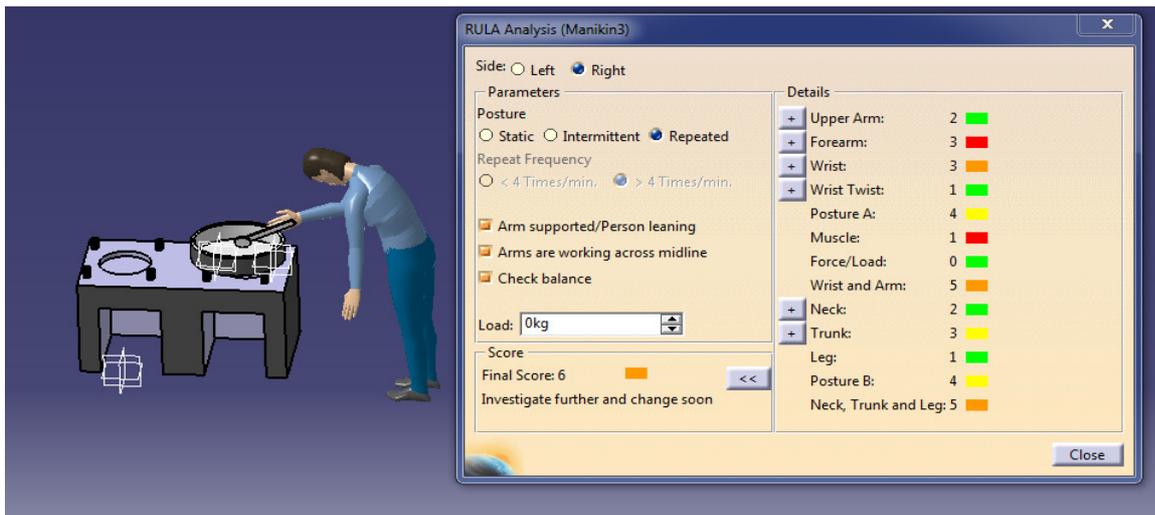
Hasil evaluasi RULA menunjukkan bahwa *final score* RULA adalah 6 yang berarti perlu dilakukan investigasi dan perbaikan segera. Nilai skor 6 didapat dari detail evaluasi bagian-bagian tubuh seperti *forearm* dengan skor 3, *wrist* dengan skor 3, *wrist and arm* dengan skor 5 dan *neck, trunk and leg* dengan skor 5.

Rancang Bangun Mesin Roasting Kopi

Mesin Kopi Digital Otomatis dirancang dengan mempertimbangkan dimensi tubuh pekerja (antropometri). Dimensi tubuh yang digunakan untuk menentukan ukuran mesin *roasting* adalah tinggi bahu berdiri (Tbhb) dan jangkauan tangan ke depan (Jtd). Dimensi tinggi bahu berdiri digunakan untuk menentukan titik tengah tinggi oven. Sedangkan dimensi jangkauan tangan ke depan (Jtd) digunakan untuk menentukan lebar oven. Berikut ini adalah data antropometri dari 5 pekerja industri *roasting* kopi yang ditunjukkan pada Tabel 2. Nilai rata-rata dan standar deviasi dimana N sama dengan 5 menjadi dasar dalam perhitungan nilai persentil.

Tabel 1. Pengolahan data NBM *existing*

No	Otot skeletal		Skor responden							Total skor otot
			1	2	3	4	5	...	10	
0	Leher Atas		1	2	3	4	5	...	10	
2	Bahu Kiri		2	2	2	2	2	...	2	24
4	Lengan Atas Kiri		3	2	3	3	2	...	2	22
6	Lengan Atas Kanan		3	2	3	3	2	...	2	24
8	Pinggul		2	3	3	2	2	...	2	23
10	Siku Kiri		2	2	2	3	2	...	2	22
...	...		2	2	2	1	2	...	2	21
24	Pergelangan Kaki Kiri		...	...	...	...	...	...	...	...
26	Kaki Kiri		2	2	3	3	3	...	3	26
	Total Skor Individu		2	3	2	2	2	...	2	23
			31	34	33	33	32		32	



Gambar 2. Hasil analisa RULA kondisi existing

Tabel 2. Data antropometri pekerja *roasting* Kopi

No Operator	Nama	Antropometri (cm)	
		Tbhb	Jtd
1	Operator 1	128	74
2	Operator 2	131	66
3	Operator 3	124	61
4	Operator 4	132	65
5	Operator 5	134	68
	Mean	129,8	66,8
	standar deviasi	3,5	4,3
	Persentil 5	124,04	59,7
	Persentil 95	135,55	73,8

Berdasarkan perhitungan persentil maka dimensi mesin *roasting* adalah sebagai berikut:

1. Lebar oven (Jtd persentil 5)= 60 cm
2. Tinggi titik tengah oven (Tbhb persentil 5)= 125 cm
3. Tinggi Oven = 135 cm
4. Panjang *cyclone* = 90 cm
5. Tinggi meja = 110 cm (menyesuaikan dengan panjang *cyclone*)

Mesin *roasting* kopi dibagi menjadi 2 bagian yakni oven yang memiliki fitur suhu dan *timer* untuk memudahkan pekerja untuk melakukan pemanggangan biji kopi sesuai suhu dan waktu yang telah ditentukan. Selain itu bagian *Cyclone* berfungsi untuk pemisahan biji kopi dengan kulit tanduk hasil sangrai. Biji besi yang telah disangrai harus dipisahkan dengan kulitnya agar aroma kopi dan keluar. Gambar 3

adalah hasil rancang bangun mesin *roasting* kopi digital dan otomatis.



Gambar 3. Mesin *roasting* kopi digital

NBM Kondisi Perbaikan

Identifikasi keluhan muskuloskeletal disorders berdasarkan NBM setelah menggunakan rancang bangun mesin *roasting* digital otomatis. Berdasarkan hasil evaluasi NBM terjadi penurunan total skor otot secara signifikan menjadi 55 yang berarti postur kerja yang mengalami perbaikan masih dalam pantauan dan belum diperlukan perbaikan segera. Namun, masih terdapat beberapa titik tubuh yang memiliki skor keluhan kelelahan

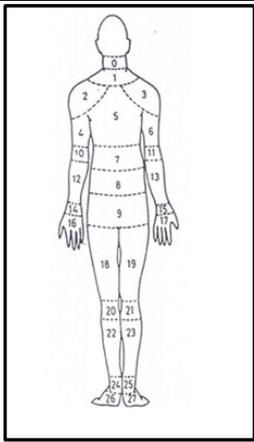
yang cukup tinggi yakni leher atas, kaki kiri dan kaki kanan. Hal ini dikarenakan postur kerja saat *roasting* kopi masih dilakukan dengan cara berdiri di depan mesin *roasting*. Hasil NBM kondisi perbaikan dijelaskan pada Tabel 3.

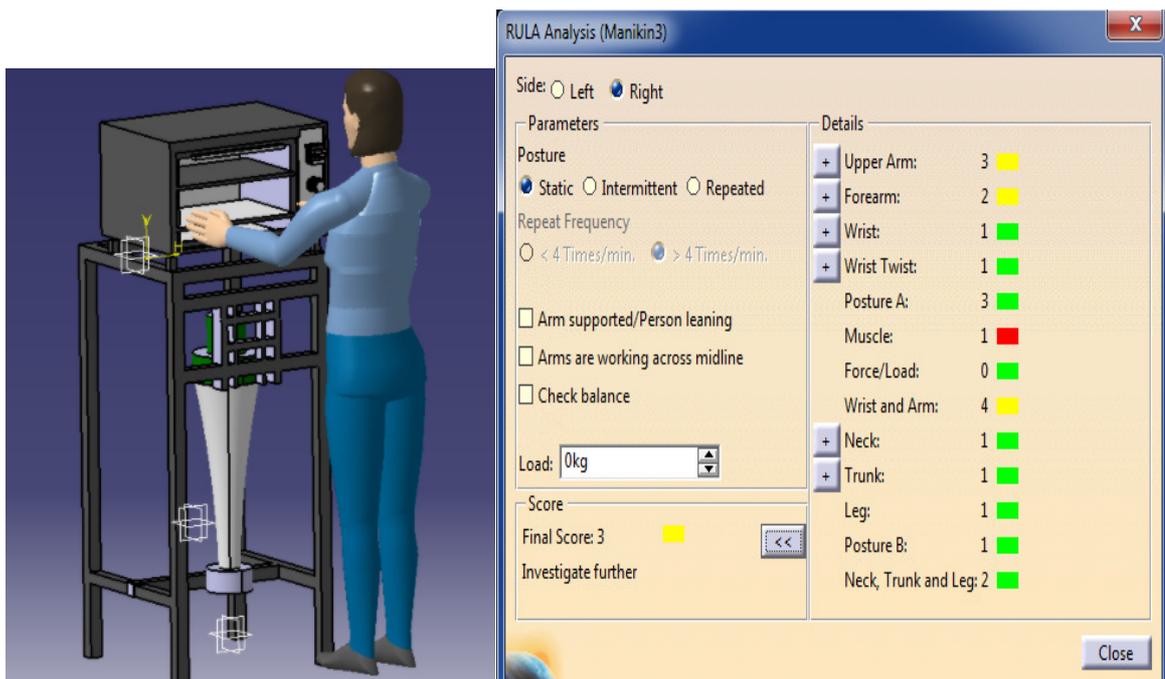
RULA Kondisi Perbaikan

Evaluasi RULA pada CATIA V520R terhadap mesin *roasting* hasil rancang bangun. Posisi maneken yang disimulasikan saat memasukkan biji kopi ke mesin *roasting* dengan postur kerja berdiri. Perhitungan skor final RULA dilakukan berdasarkan sudut-sudut postur kerja per bagian kemudian

dikalkulasikan menjadi skor akhir atau final skor. Berdasarkan Gambar 4, hasil analisa RULA perbaikan dengan skor akhir 3. Nilai skor akhir 3 didapat dari perhitungan bagian-bagian tubuh seperti *upper arm* skor 3, *forearm* skor 2, *wrist* skor 1. *Posture A* skor 3, *wrist twist* skor 1, *muscle* skor 1, *load/force* skor 0, *wrist and arm* skor 4, *neck* skor 1, *trunk* skor 1 dan *leg* skor 1. *Posture B* skor 1, *neck, trunk and leg* skor 2. Perbaikan signifikan terjadi, semula 6 menjadi 3 yang berarti postur kerja baik, namun perlu dipertimbangkan untuk dilakukan penyelidikan lebih lanjut di kemudian hari karena mungkin perlu dilakukan perbaikan.

Tabel 3. Pengolahan data NBM kondisi perbaikan

No	Otot Skeletal		Skor Responden						Total Skor Otot
			1	2	3	4	5	....		10
0	Leher Atas								
2	Bahu Kiri		2	2	1	2	2	...	2
4	Lengan Atas Kiri		1	1	1	1	1	...	1
6	Lengan Atas Kanan		1	1	1	2	1	...	1
8	Pinggul		2	1	2	2	2	...	2
10	Siku Kiri		1	1	2	1	1	...	1
...	....		1	1	1	1	1	...	1
24	Pergelangan Kaki Kiri		...	...	...	...	...	...	...
26	Kaki Kiri		1	1	1	1	1	...	1
	Total Skor Individu		19	18	16	19	17		16



Gambar 4. Hasil analisa RULA kondisi perbaikan

Kesimpulan

Evaluasi NBM dan RULA dilakukan terhadap proses *roasting* tradisional dengan menggunakan tungku pemanas. Berdasarkan kondisi *existing* didapat skor NBM sebesar 78 dan final skor RULA sebesar 6. Hal ini mengindikasikan bahwa potur kerja termasuk berisiko bahaya dan perlu dilakukan perbaikan segera.

Rancang bangun mesin *roasting* dilakukan guna perbaikan postur kerja. Selain itu juga untuk menghindarkan risiko bahaya seperti terpapar panas dari api tungku. Biji kopi yang akan dilakukan proses *roasting* dimasukkan ke oven. Setelah itu dilakukan pengaturan suhu sehingga biji kopi dapat terpanggang secara merata dan sempurna.

Rekomendasi perbaikan postur tubuh kerja ketika menggunakan mesin *roasting* kopi digital otomatis dapat diterapkan pada industri penghasil bubuk kopi. Pekerja tidak perlu lagi melakukan pengadukan manual supaya biji terpanggang merata. Sehingga kelelahan yang dialami pada beberapa titik tubuh seperti leher dan lengan kanan dapat dikurangi. Hasil penilaian dengan menggunakan NBM dan RULA kondisi perbaikan didapat penurunan skor. Skor perbaikan untuk NBM adalah 55 dan final skor RULA adalah 3 yang berarti postur tubuh saat proses *roasting* telah memenuhi kaidah ergonomi sehingga perbaikan belum diperlukan secara segera.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan. Kajian mendetail terkait desain dan fungsi alat perlu dilakukan berdasarkan analisis spesifikasi dan kemutakhiran mesin, analisa produktivitas mesin serta kajian terhadap aspek *value engineering* pada mesin *roasting* kopi.

Daftar Pustaka

- Andersson, E.R. (1992). Economic Evaluation of Ergonomic Solutions: Part I—Guidelines for the Practitioner. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 10, 161–71.
- Anantama, A., Puspitasari, N., & Arvianto, A. (2015). Menentukan Kombinasi Optimal Parameter Coffe Roasting Untuk Mendapatkan Roasted Bean Dengan Tingkat Kematangan Medium Roast Menggunakan Metode Taguchi. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 10(3), 163-168.
- Amiq, B., & Budijono, A. (2015). Rancang Bangun Mesin Penyangrai Kopi Semi Otomatis Dengan Kapasitas 5 Kg. *JRM*, 2(3), 40-46.
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Produksi Tanaman Perkebunan Rakyat (Kopi) Menurut Kabupaten/Kota Tahun 2015-2017*. Pontianak: BPS.
- Bazazan, A., Dianat, I., Feizollahi, N., Mombeini, Z., Shirazi, A., & Castellucci, H. I.. (2019). Effect of a posture correction-based intervention on musculoskeletal symptoms and fatigue among control room operators. *Applied Ergonomics*, 76, 12-19.
- Kurniawan, R. (2014). *Sistem Pengendalian Suhu Menggunakan Metode Fuzzy Logic Pada Tungku Mesin Penyangrai Kopi*. Jember: Tugas Akhir Universitas Jember.
- Manghisi, V. M., Uva, A. E., Fiorentino, M., Bevilacqua, V., Trotta, G. F., & Monno, G. (2017). Real time RULA assessment using Kinect v2 sensor. *Applied Ergonomic*, 1-11.
- Quttubudin, S.M., Hebbal, S.S., & Kumar, A.C.S. (2013). An ergonomic study of work related musculoskeletal disorder risks in Indian Saw Mills. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, 7(5), 07-13.
- Sie, K., Valentino, F., Dearosa, E.Y., & Rahardjo, B. (2017). Analisis Resiko Postural Stress Pada Pekerja Di UD. XYZ Dengan Metode Rapid Upper Limb Assessment. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 6(2), 149-154.
- Tarwaka. (2013). *Ergonomi Industri*. Surakarta: Harapan Press.
- Tony, B.J., Alphin, M.S., & Krishnan, G.S. Analysis of upper body ergonomic parameters on commuter motorbike users. *Journal of Transport & Health*, 16, 1-12.
- Uslianti, S., Wahyudi, T., Rahmahwati, R & Tamala, A. (2020). Rancang bangun meja dan kursi kerja untuk perbaikan postur kerja pada pekerja pengolah ikan berdasarkan pengukuran NBM dan RULA. *Journal Operations Excellence*, 12(3), 297-307.
- Utomo, R.S. (2013). Kelayakan Industri Kopi Di Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Bina Praja*, 205-212.
- Wahyudi, T., Rahmahwati, R & Uslianti, S. (2021). Engineering Design Of Automatic Selenoid Stove To Reduce Musculoskeletal Disorders Complaints Using NBM And RULA Approach. *Journal of Industrial*

- Engineering Management*, Special Edition SENTRA, 32-37.
- Wignjoesuebrotto, S. (2008). *Aplikasi Ergonomi dalam Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Kerja di Industri*. Surabaya: Guna Wijaya.
- Yudiardi, M., Imron, M., & Purwangka, F.(2021). Penilaian Postur Kerja dan Risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Nelayan Bagan Apung Dengan Menggunakan Metode REBA. *Jurnal IPTEKS PSP*, 8(1), 14-23.

Halaman ini sengaja dikosongkan.
This page is intentionally left blank.