

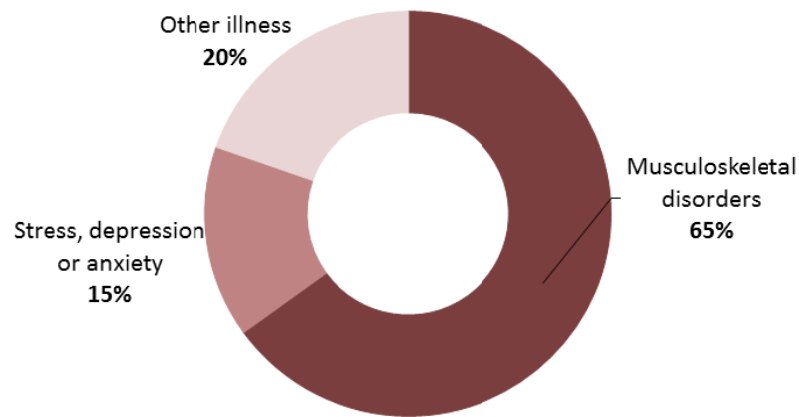
BAB I

PENDAHULUAN

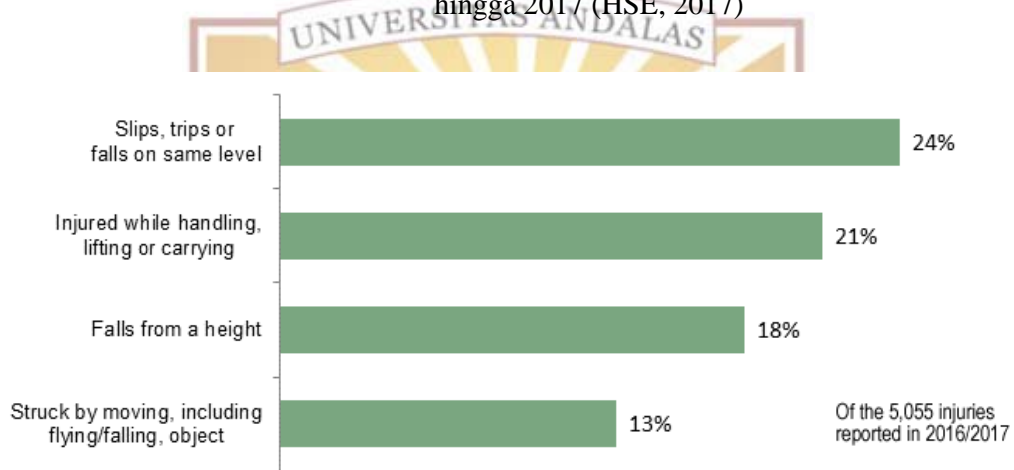
1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur pada saat ini tidak lepas dari penggunaan tenaga manusia sebagai sumber tenaga kerja, dimana aktivitas produksi yang mendominasi yaitu pada aktivitas *Manual Material Handling* (MMH) (Kinanthi *et al.*, 2014). Aktivitas MMH yang dilakukan meliputi penanganan, pemindahan, pembungkusan/pengepakan, penyimpanan dan pengendalian/pengawasan dari seluruh alur kegiatan material (Wignjosobroto, 2009).

Kegiatan MMH mengandalkan aktivitas fisik dalam prosesnya, sehingga aktivitas pengangkutan barang yang dilakukan pekerja perlu dilakukan secara tepat (Kinanthi *et al.*, 2014). Penanganan dan pengangkutan secara manual yang kurang tepat dapat berdampak pada gangguan muskuloskeletal (Kuta, 2015). Berdasarkan data statistik pada Badan Kesehatan dan Keselamatan Inggris LFS (*Labour Force Survey*) dilaporkan terjadi 609.000 kasus cedera pekerja Inggris pada tahun 2016 dengan waktu kerja hilang lebih dari 7 hari. Selain itu, cedera tersebut didominasi oleh pekerja laki laki sebesar 62% atau sebanyak 175 ribu pekerja dan penyebab kecelakaan didominasi oleh *musculoskeletal disorders* sebesar 65% (HSE, 2017). Gambar 1.1 menampilkan data penyebab kecelakaan di Inggris tahun 2016 hingga 2017 (HSE, 2017) dan Gambar 1.2 menampilkan penyebab kecelakaan disebabkan penanganan manual kegiatan konstruksi di Inggris dari tahun 2016 hingga 2017 (HSE, 2017).



Gambar 1.1. Data Penyebab Kecelakaan di Inggris tahun 2016 hingga 2017 (HSE, 2017)



Gambar 1.2. Penyebab Kecelakaan Disebabkan Penanganan Manual Kegiatan Konstruksi di Inggris dari Tahun 2016 hingga 2017 (HSE, 2017)

Berdasarkan Gambar 1.2, penyebab kecelakaan kerja urutan kedua terbesar disebabkan oleh penanganan manual yang tidak tepat, dimana 21% kecelakaan terjadi akibat kesalahan dalam pegangan, pengangkatan dan membawa material (HSE, 2017). Kerugian yang dialami oleh perusahaan Inggris akibat kecelakaan kerja berdasarkan data HSE di Inggris pada tahun 2017 yaitu sebesar £14,9 miliar atau sebesar Rp248 triliun sebagai biaya kompensasi pekerja. Pada tahun di 2015 hingga 2016 biaya kompensasi yang dikeluarkan sebesar £14,9 miliar atau sebesar Rp276 triliun dan biaya tahunan kecelakaan di tempat kerja sebesar £5.3 miliar atau sebesar Rp98 triliun (HSE, 2017).

Indonesia sebagai negara berkembang tidak terlepas dari penanganan MMH dalam menunjang kegiatan industri. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian pada tahun 2017, pertumbuhan industri di Indonesia menjadi kontributor terbesar bagi perekonomian nasional, dimana pada kuartal tiga tahun 2017 menyumbang sebesar 17,76% atau tertinggi dibanding sektor lainnya. Penyerapan tenaga kerja di sektor Industri menunjukkan peningkatan, dari 15,54 juta orang pada tahun 2016 menjadi 17,01 juta orang pada tahun 2017. Hal tersebut membuktikan bahwa industri manufaktur masih berperan penting dalam penyerapan tenaga kerja (Kemenperin, 2018).

Pertumbuhan industri dan bertambahnya jumlah tenaga kerja menimbulkan dampak positif dan negatif, salah satu dampak negatifnya adalah meningkatnya kecelakaan kerja akibat kesalahan dalam penanganan material secara manual oleh pekerja. Berdasarkan data BPJS Ketenagakerjaan pada bulan Agustus tahun 2017, terjadi 80.392 kasus kecelakaan kerja di industri atau di tempat kerja (Kemenkes, 2018).

Selain penanganan material yang tidak tepat, faktor usia dan massa tulang juga sangat berpengaruh terhadap kegiatan MMH terutama pada proses mengangkat beban. Bertambahnya usia seseorang akan mempengaruhi penurunan kekuatan fisik dan kekuatan tulang (Suoth *et al.*, 2017). Puncak kepadatan tulang dicapai pada usia 30 tahun kemudian terjadi penurunan kekuatan dan kerapuhan tulang seiring pertambahan usia (Dewi *et al.*, 2017). Kategori yang paling banyak terjadi penurunan dan kerapuhan tulang terjadi pada usia 35 tahun keatas dan keluhan muskuloskeletal mulai dirasakan pada usia kerja, yaitu 25-65 tahun (Jalajuwita dan Paskarini, 2015).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Huldani (2012), ditemukan bahwa kekuatan tulang dipengaruhi oleh kuantitas dan kualitas tulang. Kuantitas yaitu kepadatan tulang, sedangkan kualitas yaitu ukuran (massa) tulang, kandungan mineral dan mikroarsitektur tulang. Densitas tulang (kepadatan tulang) dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain usia dan jenis kelamin. Massa

tulang sebagian besar dipengaruhi oleh faktor genetik, konsumsi kalsium, olahraga, menstruasi dan gaya hidup sehat yang akan mempengaruhi kandungan mineral dan mikroarsitektur tulang (Andriani, 2016). Seluruh kegiatan yang dilakukan oleh manusia melibatkan sistem gerak yaitu tulang, otot dan persendian dalam aktivitasnya, sehingga dibutuhkan kekuatan tulang terutama massa tulang yang baik. Salah satu kegiatan yang paling memerlukan kekuatan tulang, terutama massa tulang yang baik pada tulang belakang adalah MMH dalam aktivitas pengangkatan beban secara manual.

Kasus nyeri punggung bawah di Indonesia diperkirakan berjumlah 15 juta pasien. Berdasarkan data hasil kunjungan ke beberapa rumah sakit di Indonesia, diperkirakan 3%-17% dari total pasien keseluruhan merupakan pasien yang mengalami nyeri punggung bawah. Selain itu, nyeri punggung bawah menempati urutan kedua yang sering dikeluhkan orang. Sebanyak 40% penduduk Jawa Tengah berusia diatas 65 tahun pernah menderita nyeri punggung bawah, dengan prevalensi pada laki-laki 18,2% dan pada perempuan 13,6% (Mutmainna *et al.*, 2012). Hernia pada *disk* tulang merupakan salah satu penyebab utama nyeri punggung bawah yang bersifat akut maupun kronis pada radiks L5 dan S1 sebesar 76% sampai 90% dari keseluruhan *herniasi diskus* yang menekan radiks saraf (Wijayanti *et al.*, 2012).

Tulang punggung manusia terdiri atas 7 *cervical* (tulang leher), 12 *thorakal* (tulang dada), 5 *lumbar* (tulang punggung bawah) (Azhari *et al.*, 2015). Pada bagian tersebut terdapat sakrum atau lempeng *disk* yang berfungsi sebagai peredam getaran pada saat tubuh bergerak baik pada saat translasi dan rotasi. Tulang punggung manusia memiliki banyak saraf, dimana saraf tersebut berperan untuk menjembatani sinyal-sinyal pesan dari otak ke organ tubuh lainnya Pada proses pengangkatan beban, bagian lumbar nomor 5 (L5) dan lempeng tulang belakang (S1) merupakan bagian penting sebagai penumpu gaya dan torsi beban dan dapat dengan mudah rusak/retak serta berpengaruh pada saraf jika dilakukan pembebanan pada segmen tulang belakang (*spinal*) yang diawali oleh rusaknya bagian atas/bawah segmen tubuh belakang (Suryani, 2012).

Berdasarkan hal tersebut, penanganan material secara manual dapat dipengaruhi oleh massa tulang dimana faktor risiko terjadinya degenerasi pada tulang bisa menyebabkan cedera apabila melebihi jumlah batas angkat beban yang direkomendasikan. Salah satu solusi dalam penanganan material dengan tepat untuk menghindari terjadinya cedera pada pekerja dapat dilakukan dengan menggunakan rekomendasi batas berat dengan NIOSH *Lifting Equation* yaitu *Recommended Weight Limit* (RWL) (Zeki *et al.*, 2017).

RWL merupakan persamaan yang memberikan suatu nilai beban angkat teoritis yang disarankan untuk pekerjaan mengangkat benda dalam periode waktu tertentu tanpa menimbulkan risiko terjadinya cedera tulang belakang akibat pengangkatan (Soleman, 2011). Persamaan tersebut memiliki *load constant* sebesar 23 kg dan 6 *multiplier* yaitu *Horizontal Multiplier* (HM), *Vertical Multiplier* (VM), *Distance Multiplier* (DM), *Assymetri Multiplier* (AM), *Frequency Multiplier* (FM) dan *Coupling Multiplier* (CM) dengan kriteria biomekanika, fisiologi dan psikofisik (Waters *et al.*, 1993; Arjmand *et al.*, 2015). Komponen tulang belakang (Genaidy *et al.*, 1993; Marras *et al.*, 2016), usia, berat badan, tinggi badan dan jenis kelamin adalah variabel penting yang harus dipertimbangkan dalam pengaturan rekomendasi batas beban yang diangkat (Arjmand *et al.*, 2015; Genaldy *et al.*, 2015). Asumsi lain dianggap berpengaruh pada rekomendasi berat beban antara lain rentang jarak, durasi, dan frekuensi kerja (Widyanti, 1998; Muslim *et al.*, 2013), faktor ras dan suku bangsa mempengaruhi tinggi, berat dan postur pekerja (Muslim *et al.*, 2013). Persamaan NIOSH *Lifting Equation* telah banyak digunakan di Eropa dan Amerika, tetapi untuk penerapan pada negara lain seperti di Indonesia masih perlu dilakukan penelitian selanjutnya disebabkan postur, berat, dan tinggi orang Amerika lebih besar daripada orang Indonesia (Maiti *et al.*, 2004; Muslim *et al.*, 2013).

Penelitian terdahulu mengenai revisi NIOSH *Lifting Equation* untuk orang Indonesia telah dilakukan oleh beberapa peneliti antara lain revisi *Vertical Multiplier* (VM) oleh Muslim *et al.* (2013) dan Widyanti (1998), revisi *Load constant* (LC) oleh Muslimah (2008), revisi *Assymetri Multiplier* (AM) oleh

Salmiah (2001) dan Kurnianingtias (2015), dan revisi *Horizontal Multiplier* (HM) oleh Mahachandra (2006). Peneliti sebelumnya telah merevisi variabel-variabel pada persamaan NIOSH *Lifting Equation* tetapi belum ada peneliti yang mengembangkan model dengan mempertimbangkan faktor massa tulang. Massa tulang merupakan salah satu faktor penting yang berpengaruh terhadap proses angkat beban yang berbeda pada tiap individu. Risiko cedera dapat terjadi jika terjadi kesalahan pada proses MMH dan melebihi batas beban yang direkomendasikan untuk diangkat. Faktor massa tulang tersebut dapat dipengaruhi oleh variabel usia (Mardiyah dan Sartika, 2014; Hidalgo *et al.*, 1997; Mutmainna *et al.*, 2012), BMI (Cao, 2012; Hi'miyah dan Martini, 2013), asupan kalsium (Susanti *et al.*, 2009; Setyawati, 2011), aktivitas fisik (Mardiyah dan Sartika, 2014; Hidalgo *et al.*, 1997; Mutmainna *et al.*, 2012) dan kebiasaan merokok (Patrianingrum *et al.*, 2015).

Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengembangkan model NIOSH *Lifting Equation* dengan mempertimbangkan faktor massa tulang untuk mendapatkan batas berat angkat yang lebih sesuai terutama untuk orang Indonesia.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah perlunya dilakukan pengembangan model NIOSH *Lifting Equation* dengan mempertimbangkan faktor massa tulang untuk mendapatkan batas berat angkat yang sesuai untuk orang Indonesia.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengembangkan model NIOSH *Lifting Equation* dengan mempertimbangkan faktor massa tulang untuk mendapatkan batas berat angkat yang sesuai untuk orang Indonesia.

1.4 Batas Masalah

Batas masalah pada penelitian ini adalah pengembangan model NIOSH *Lifting Equation* dengan *bone mass multiplier* dilakukan untuk jenis kelamin laki-laki dengan jenis pengangkatan yaitu *lifting* (menaikkan) dan *lowering* (menurunkan).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pendahuluan ini berisikan latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batas masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka menjelaskan tentang teori pendukung penelitian, penelitian terdahulu dan hal lain yang berhubungan dengan penelitian ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian berisikan langkah-langkah yang meliputi tahap-tahap dalam melakukan penelitian untuk mengembangkan model NIOSH *Lifting Equation* dengan mempertimbangkan faktor massa tulang untuk mendapatkan batas berat angkat yang sesuai untuk orang Indonesia.

BAB VI PENGEMBANGAN MODEL NIOSH *LIFTING EQUATION*

Bagian ini berisi tentang pengembangan model *Lifting Equation* berdasarkan faktor massa tulang berdasarkan kriteria biomekanika, fisiologi, psikofisik. Prediksi massa tulang dilakukan dengan regresi logistik, dan perhitungan nilai *bone mass multiplier* untuk menghitung nilai RWL dan *Lifting Index* (LI).

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis yang dilakukan yaitu analisis perhitungan biomekanika, fisiologi dan psikofisik, regresi logistik, pengembangan model, validasi dan perbandingan kriteria model NIOSH *Lifting Equation* dengan *bone mass multiplier*

BAB VI PENUTUP

Bagian ini berisi tentang kesimpulan dan saran berdasarkan hasil dari penelitian.

