

BSNi



Industrial Engineering
Department

PROCEEDING 2nd ACISE

Annual Conference on Industrial and System Engineering



Hotel Horizon
Jl. KH Ahmad Dahlan No 2 Semarang
7 Oktober, 2015

PROCEEDING 2nd ANNUAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL AND
SYSTEM ENGINEERING 2015

Diterbitkan oleh:

Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, S.H., Tembalang, Semarang 50275

Telp./Fax: (024) 7460052

Cetakan Pertama: Oktober 2015

Editor:

M. Mujiya Ulkhaq

Desain & Tata Sampul:

Rizal Luthfi Nartadhi

ISBN: 978-979-97571-6-6

Didistribusikan oleh:

Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, S.H., Tembalang, Semarang 50275

Telp./Fax: (024) 7460052

PRAKATA

Assalamu alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Salam Hormat

Pada Seminar 2nd ACISE yang mengambil tema “Pengembangan Infrastruktur Mutu Nasional untuk Meningkatkan Daya Saing Produk Barang dan Jasa”, kami selaku ketua panitia mengucapkan selamat mengikuti dan menyimak materi diskusi panel yang melibatkan empat *key stakeholders* terkait isu infrastruktur mutu nasional, antara lain Badan Standardisasi Nasional (BSN), Kementerian Perdagangan, Kementerian RISTEK dan DIKTI, serta Praktisi Industri (Ketua Masyarakat Standardisasi). Acara diskusi panel diawali dengan *keynote speech* oleh Menteri RISTEK dan DIKTI, Bapak Prof. Drs. Mochammad Natsir, M.Si., Ph.D., Akt. Selanjutnya pada sesi siang, empat kelas paralel juga menampilkan presentasi 48 makalah terkait disiplin ilmu teknik industri untuk tiga kelas dan satu kelas dengan *special topics* tentang infrastruktur mutu. Kami berusaha mengundang semua pihak atau *stakeholders* yang kami yakini akan mendapatkan manfaat dari kegiatan seminar ini baik sebagai pembicara dalam diskusi panel dan presentasi makalah, atau pun sebagai peserta.

Kegiatan seminar ini terselenggara atas kerjasama antara Program Studi Teknik Industri Universitas Diponegoro dan BSN. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada rekan-rekan panitia baik, dari BSN maupun dari Teknik Industri UNDIP, Pembicara Diskusi Panel maupun Kelas Paralel, adik-adik mahasiswa Teknik Industri UNDIP dan semua peserta kegiatan 2nd ACISE. Bagaimanapun kegiatan ini terselenggara atas kerjasama semua pihak. Seperti sebuah pepatah yang mengatakan “Tiada Gading yang Tak Retak” maka kami mohon maaf apabila ada hal hal yang tidak sempurna selama kami merencanakan, mempersiapkan, dan melaksanakan kegiatan ini.

Wassalamu alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Hotel Horizon, Semarang, 7 Oktober 2015
Ketua Panitia

Dr.rer.oec. Arfan Bakhtiar, S.T., M.T.

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
USULAN KEBIJAKAN PERSEDIAAN KATEGORI OBAT KERAS DAN OBAT BEBAS PADA APOTEK 12 PT.XYZ DENGAN MENGGUNAKAN METODE PERSEDIAAN PROBABILISTIK <i>CONTINUOUS REVIEW</i> (s,S)	1
Amanda Inke Mahardika ¹ , Budi Sulisty ² , Efrata Denny S. Yunus ³	1
<i>INVENTORY POLICY PLANNING FOR STARTER PACK OF PT XYZ IN REGIONAL JABOTABEK WITH PROBABILISTIC METHOD: P MODEL (PERIODIC REVIEW) WITH VARIANT DEMAND</i>	7
Shaula Tiominar Rebecca ¹ , Budi Sulisty ² , Efrata Denny S. Yunus ³	7
ANALISIS DAN PERBAIKAN POSTUR KERJA PADA AKTIVITAS CUTTING BUBUT DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE 3D SSPP DAN METODE REBA (STUDI KASUS DI PT.XYZ)	15
Johana Devi, Elty Sarvia	15
PENGARUH ORIENTASI KEWIRAUSAHAAN TERHADAP PENINGKATAN KINERJA DEPOT KULINER TRADISIONAL INDONESIA DI SURABAYA	25
Herry Christian Palit ¹ , Monika Kristanti ² , Debora Anne Yang Aysia ³	25
PEMETAAN RANTAI PASOK MINYAK SEREH WANGI SKALA KECIL DAN MENENGAH DI JAWA BARAT	33
Aviasti, Nugraha, Aswardi Nasution, Reni Amaranti	33
USAHA PERBAIKAN KUALITAS KAIN (STUDI KASUS: PT 'X')	43
Mira Lestari ¹ , Christina Wirawan ²	43
ANALISIS SKALA PRIORITAS INDIKATOR KINERJA ASPEK MANAJEMEN DAN KURIKULUM PROGRAM STUDI PADA PERGURUAN TINGGI SWASTA	55
Lamatinulu, Muhammad Dahlan	55
PENGENDALIAN PERSEDIAAN PRODUK AMDK DENGAN METODE <i>JOINT ECONOMIC LOT SIZE</i> DI PT X	61
Bella Regina, Rainisa Maini Heryanto, Vivi Arisandhy	61
ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU SEPATU DI PT X	69
Sheila Denada Anjani, Vivi Arisandhy, Rainisa Maini Heryanto	69
ANALISIS DAN USULAN STRATEGI PEMASARAN UNTUK MENINGKATKAN PENJUALAN PADA KAFE (STUDI KASUS: KAFE LUMIERE)	81
Indah Mentari, Christina, Melina Hermawan	81
PENGEMBANGAN KONSEP <i>HUMAN-CENTERED DESIGN</i> DALAM PENGELOLAAN BENCANA TANAH LONGSOR DI KOTA SEMARANG	93
Novie Susanto ¹ , Thomas Triadi Putranto ² , Dwijanto, J.S. ² , Sharanica A.Sahara ¹ , Dyah Ayu Puspaningtyas ¹	93
PENGEMBANGAN STANDAR STRATEGI PERAKITAN PRODUK MANUFaktur OLEH PEKERJA INDONESIA	101
Novie Susanto, Denny Nurkertamanda, M. Mujiya Ulkhaq, Kharisma Panca	101
PENYUSUNAN STRATEGI UNTUK TERWUJUDNYA <i>GREEN MANUFACTURING</i> ATAS DASAR FAKTOR-FAKTOR YANG MENJADI PRIORITAS	111
Aries Susanty, Susatyo Nugroho WP, Wenny Dwi Hapsari	111

KONSEP PRODUK MULTI FUNGSI SEBAGAI STRATEGI PENURUNAN BIAYA DAMPAK LINGKUNGAN BERBASIS <i>LIFE CYCLE ASSESSMENT</i>	122
Heru Prastawa, Mohamat Ansori, Sri Hartini	122
PENJADWALAN PRODUKSI DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM MICROSOFT PROJECT (STUDI KASUS PADA BENGKEL PURNAMA, MALANG)	129
Annisa Kesy Garside, Muhammad Faisal Ibrahim.....	129
IMPLEMENTASI <i>FUZZY CPM</i> PADA PENJADWALAN <i>EVENT</i>	139
Dinar Fitriani, Dutho Suh Utomo, Deasy Kartika Rahayu K.....	139
PENENTUAN FAKTOR TINGKAT KESULITAN PRODUK BORDIRAN DAN SULAM TANGAN KECAMATAN AMPEK ANGKEK - AGAM	145
Lestari Setiawati, Tomi Eriawan, Lahlira Jefni Andira.....	145
KEBUTUHAN PENGEMBANGAN STANDAR NASIONAL INDONESIA Mendukung INDUSTRIALISASI KOMODITAS UNGGULAN PERIKANAN (STUDI KASUS PROPINSI JAWA TENGAH)	153
Ary Budi Mulyono	153
KETERSEDIAAN LEMBAGA PENILAIAN KESESUAIAN (LKP) BERBASIS PRODUK UNGGULAN MP3EI DI KORIDOR EKONOMI JAWA TENGAH Mendukung MEA.....	164
Bendjamin Benny Louhenapessy	164
PENERAPAN SNI ISO 50001 PADA INDUSTRI PENGOLAHAN MINYAK KELAPA SAWIT Mendukung ISPO DALAM PERDAGANGAN INTERNASIONAL	198
Bendjamin B. Louhenapessy ¹ , Hermawan Febriansyah ²	198
PENENTUAN METODE FORECASTING SEBAGAI UPAYA DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN INVENTORI.....	243
Inna Kholidasari, Lestari Setiawati, and Meigy Fernando	243
ANALISA PEMILIHAN <i>SUPPLIER</i> RAMAH LINGKUNGAN DENGAN METODE <i>ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS</i> (AHP) PADA PT X.....	249
Khairunnisa Hanan Yancadianti, Nia Budi Puspitasari, Ary Arvianto.....	249
ANALISA PERBANDINGAN BERBAGAI METODE AGREGASI UNTUK MEMBANGUN INDEKS KOMPOSIT	258
Ratna Purwaningsih, Sherly Ayu Wardani, Naniek Utami Handayani	258
ANALISIS FAKTOR-FAKTOR LINGKUNGAN KERJA YANG BERPENGARUH TERHADAP KARYAWAN DI LINI JAHIT PT.STAR FASHION UNGARAN	267
Faizal Mohammad, Diana Puspita Sari	267
OPTIMASI PELAYANAN BONGKAR MUAT BARANG PADA SISTEM ANTRIAN PT HONDA PROSPECT MOTOR DENGAN <i>SINGLE AND MULTI CHANNEL QUEUEING ANALYSIS</i>	276
Heldy Juliana, Naniek Utami H.	276
ANALISIS <i>BOTTLENECK</i> MENGGUNAKAN METODE <i>THEORY OF CONSTRAINT</i> PADA CHANEL 11 PT SVENSKA KULLAGERFABRIKEN INDONESIA	282
Nia Budi Puspitasari, Conni Valinda	282
PENILAIAN KUALITAS PELAYANAN BANDARA: KOMBINASI METODE <i>SERVICE QUALITY</i> DAN <i>IMPORTANCE-PERFORMANCE ANALYSIS</i>	292
Dyah R. Rasyida, M. Mujiya Ulkhaq, Priska R. Setiowati, Nadia A. Setyorini	292
PENYUSUNAN TABEL STANDARISASI KERJA SEBAGAI ALAT BANTU PENGENDALIAN EFISIENSI PEKERJA PADA DEPARTEMEN PACKING PT.EN	300
Arfan Bakhtiar, Risna ‘Ainun Cahya Nugraheni	300

USULAN PERAMALAN PERMINTAAN DAN PENENTUAN <i>RE ORDER POINT</i> PADA <i>FAST MOVING PRODUCT</i> PT. IWD	309
Arfan Bakhtiar, Daru Rahmawati.....	309
<i>SERVICE LEVEL ANALYSIS IN CUSTOMER RELATIONSHIP DECISION MANAGEMENT FOR FINDING CUSTOMER SATISFACTION PATTERN</i>	316
Yudhistira Chandra Bayu, Taufik Djatna.....	316
PENGARUH <i>BRAND, VALUE, & RELATIONSHIP EQUITIES</i> TERHADAP KEPUASAN DAN LOYALITAS PELANGGAN DENGAN MENGGUNAKAN PERSAMAAN STRUKTURAL (STUDI KASUS: <i>HYPERMARKET</i> JABODETABEK)	321
Stefani Prima Dias Kristiana, Ronald Sukwadi, Hartanti Setiawan	321
OPTIMASI PROSES <i>SIZING</i> UNTUK MENINGKATKAN KEKUATAN BENANG LUSI DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI.....	333
Asep Syaeful Bakri, Dyah Ika Rinawati, Nia Budi Puspitasari.....	333
PERANCANGAN PRODUK PEWARNA ALAM MENGGUNAKAN <i>QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT</i>	340
Dyah Ika Rinawati, Diana Puspita Sari, Puji Handayani Kasih	340
PENERAPAN <i>BAT ALGORITHM</i> PADA PERMASALAHAN <i>SERVICE LEVEL BASED VEHICLE ROUTING PROBLEM</i>	345
David Stanley Kurniawan, S.T., Y. M. Kinley Aritonang, Ph.D, Alfian, S.T., M.T.....	345
PENERAPAN METODE <i>THE STRUCTURE WHAT IF TECHNIQUE</i> DAN <i>BOW TIE ANALYSIS</i> UNTUK PENILAIAN RESIKO OPERASIONAL PADA <i>SAFETY MANAGEMENT SYSTEM</i> BANDARA	354
Bambang Purwanggono, Darminto Pujotomo, Sodli	354
PENENTUAN KRITERIA DAN SKORING PENILAIAN DALAM PEMILIHAN SUPPLIER POTENSIAL (STUDI KASUS KANTOR PERWAKILAN BANK INDONESIA WILAYAH V SEMARANG)	364
Darminto Pujotomo, Argaditia Mawadati	364
PENGUKURAN PERFORMANSI AKTIVITAS PROYEK MENGGUNAKAN METODE <i>EARNED VALUE MANAGEMENT SYSTEM (EVMS)</i>	372
Bambang Purwanggono, Darminto Pujotomo, Kumara P. Dharaka	372
ANALISIS KUALITAS LAYANAN JASA PENGIRIMAN PT. POS INDONESIA SEMARANG DENGAN MENGGUNAKAN <i>COMPETITIVE ZONE OF TOLERANCE BASED IMPORTANCE-PERFORMANCE ANALYSIS (CZIPA)</i>	383
Dewi Amalia Hanifa, Diana Puspita Sari.....	383
TINGKAT KEANDALAN PENGENDALI KERETA DALAM KONTRIBUSI TERJADINYA KECELAKAAN KERETA API.....	389
Wiwik Budiawan, Sriyanto, Bertly Dwi Rahmawati	389
ANALISIS PRODUKSI GULA RAFINASI DENGAN METODE <i>SIX SIGMA</i> DI PT. DUTA SUGAR INTERNATIONAL (DSI).....	395
Heru Winarno dan Farid Wajdi.....	395
PENGUKURAN KEPUASAN DAN MOTIVASI KERJA DENGAN <i>MINNESOTA SATISFACTION QUESTIONNAIRE (MSQ)</i> DAN <i>JOB DIAGNOSTIC SURVEY (JDS)</i> SERTA PENGARUHNYA TERHADAP KINERJA KARYAWAN (STUDI KASUS PADA PT. KMK GLOBAL SPORT).....	402
Wibawa Prasetya, Fernand Hansel Leonardo.....	402
FRAME: METODE EVALUASI TINDAKAN MANAJEMEN RISIKO RANTAI PASOK.....	414
Anggriani Profita.....	414

PEMILIHAN <i>SUPPLIER</i> ALAT ELEKTRONIK DENGAN METODE <i>ANALYTIC NETWORK PROCESS</i>	426
Bhima Wicaksana Sigalayan, Dutho Suh Utomo, Anggriani Profita.....	426
USULAN JADWAL KERJA SUPIR TRAVEL MPX BERDASARKAN HASIL PENGUKURAN TINGKAT KELELAHAN	434
Eliza Nathania, Daniel Siswanto.....	434
PENGEMBANGAN MODEL MANAJEMEN ENERGI UNTUK MEMINIMASI TINGKAT KONSUMSI BAHAN BAKAR DI PERUSAHAAN X	441
Stefanus Rainer, Carles Sitompul.....	441
PENENTUAN PROSES YANG KRITIKAL DALAM PEMENUHAN KEBUTUHAN KONSUMEN MENGGUNAKAN METODE <i>FUZZY QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT</i> (STUDI KASUS DI PT. INDAHKIAT, TANGERANG)	449
Johnson Saragih ¹ , Dedy Sugiarto ² , Rina Fitriana ¹	449
PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK UNTUK MENUNJANG PERBAIKAN SISTEM PENJADWALAN MATA KULIAH DI FTI UNPAR.....	456
Yeni Kurniati Cahyadi, Ignatius A.Sandy, Alfian.....	456
USULAN PERBAIKAN KUALITAS PELAYANAN BENGKEL SEPEDA MOTOR X DENGAN SERVQUAL SCORE DAN METODE KANO	467
Victor Alexander Tedja Hermanto, Y.M. Kinley Aritonang, Yani Herawati	467

ANALISIS DAN PERBAIKAN POSTUR KERJA PADA AKTIVITAS CUTTING BUBUT DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE 3D SSPP DAN METODE REBA (STUDI KASUS DI PT.XYZ)

Johana Devi, Elty Sarvia

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Jl. Prof. drg. Suria Sumantri, MPH 65 Bandung 40164

Telp +62 22 2012186

E-mail : yovoy_oyovy@yahoo.com¹ eltysarvia@yahoo.com²

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan pada lantai produksi ragum bangku yang dimana masih terlihat postur kerja operator yang buruk seperti membungkuk, fasilitas fisik yang kurang memadai, serta beban yang diangkat melebihi kapasitas tubuh operator. Dari hasil wawancara, 80% pekerja menyatakan bahwa mereka pernah mengalami keluhan fisik selama bekerja di perusahaan. Seluruh pekerja menyatakan bahwa sebelum bekerja di perusahaan ini, mereka tidak pernah mengalami keluhan fisik tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa fasilitas fisik dan postur kerja operator saat ini belum memperhatikan aspek ergonomi, sehingga menimbulkan berbagai keluhan fisik dan ketidaknyamanan pada waktu bekerja yang jika dibiarkan akan menimbulkan muskuloskeletal disorders. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kondisi postur kerja ditinjau dari gaya maksimum yang ditanggung oleh operator dan mengusulkan perbaikan postur kerja yang ergonomis khususnya pada aktivitas cutting dengan mesin bubut. Penelitian ini melanjutkan penelitian sebelumnya yang menganalisis kondisi postur kerja pada aktivitas assembly. Pengolahan data menggunakan software 3D SSPP dan metode REBA. Dari hasil yang diperoleh bahwa gaya maksimum yang ditanggung oleh operator masih dalam batas toleransi, akan tetapi score REBA adalah 6 (perlu perbaikan postur). Oleh karena itu, peneliti memberikan usulan perbaikan postur kerja dengan bantuan software Catia V5R19 yaitu perancangan dudukan mesin bubut. Hasil usulan dievaluasi kembali dan terlihat bahwa ada perbaikan dalam score REBA yang artinya bahwa postur kerja sudah terbebas dari ergonomic hazard.

Kata Kunci: *Muskuloskeletal disorders (MSDs); REBA; 3D SSPP*

1. PENDAHULUAN

Postur kerja yang salah sering dikarenakan postur kerja yang tidak alami misalnya terlalu sering berdiri, selalu jongkok, membungkuk, mengangkat dengan waktu yang lama dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan nyeri pada anggota tubuh kita. Apabila pekerjaan tersebut dilakukan terus-menerus dan dalam jangka waktu yang lama, maka dapat menyebabkan kelelahan dalam bekerja, selain itu dapat memicu terjadinya *Muskuloskeletal Disorders*, yang dapat menurunkan performa kerja operator. Performa kerja yang kurang baik tentunya juga akan berpengaruh terhadap produk yang dihasilkan di setiap proses. Kelelahan dini akibat pekerjaan juga dapat menimbulkan penyakit dan kecelakaan kerja. Pekerjaan dengan beban yang berlebihan beratnya dan perancangan peralatan yang tidak ergonomis mengakibatkan pengerahan tenaga yang berlebihan dan postur yang salah yang pada akhirnya menyebabkan banyaknya keluhan pada diri operator. Oleh karena itu, untuk mengantisipasi hal tersebut maka perusahaan wajib memperhatikan kesehatan dan keselamatan kerja bagi pekerjanya dengan cara penyesuaian postur kerja dengan fasilitas fisik yang ada. Performa kerja yang baik dari sumber daya manusia, secara tidak langsung akan mendukung kemajuan dari industri itu sendiri. PT.XYZ merupakan industri yang bergerak di bidang konstruksi dan fabrikasi baja. Peneliti melakukan pengamatan di lantai produksi ragum bangku. Di lantai produksi ini, terdapat lima orang operator dan satu orang pengawas. Berdasarkan keterangan pengawas tersebut, saat ini performa para pekerja mulai menurun. Dari hasil pengamatan pendahuluan, terlihat pekerja yang melakukan pekerjaannya secara tidak ergonomis seperti posisi kerja yang dilakukan oleh pekerja yaitu membungkuk dan jongkok. Hal ini tentunya akan menimbulkan ketidaknyamanan dalam bekerja, bahkan dapat menimbulkan cedera fisik apabila terus menerus dilakukan. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis ingin melakukan perbaikan mengenai postur kerja operator serta merancang fasilitas fisik dengan memperhatikan aspek-aspek ergonomi.

Diharapkan dapat menciptakan kenyamanan dan keamanan dalam bekerja, sehingga dapat meningkatkan performa kerja yang nantinya akan mendukung keberhasilan dalam kegiatan produksi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Work-Related Musculoskeletal Disorder*

Istilah *Musculoskeletal Disorder* (MSD) merujuk pada kondisi yang melibatkan saraf, tendon, otot, dan struktur penyokong tubuh. Menurut WHO, keluhan MSD dapat bertambah ketika pekerja terpapar pekerjaan atau lingkungan kerja yang berpotensi untuk meningkatkan keluhan MSD. Namun, paparan pekerjaan atau lingkungan kerja tersebut bukan merupakan penyebab utama terjadinya keluhan MSD. (Bernard, 1997)

Menurut Wilson, permasalahan muskuloskeletal terjadi sebagai akibat respon tubuh manusia terhadap kebutuhan fisiologis dan biomekanik dari aktivitas fisik yang dilakukan. Keluhan MSD terjadi dalam berbagai bentuk, dan gejala yang menyertainya kadang tidak spesifik. Terdapat berbagai sebutan untuk *musculoskeletal disorder* yaitu *Work Related Upper Limb Disorder* (WRULD), *Cumulative Trauma Disorder* (CTD), *Repetitive Strain Injury* (RSI), *Occupational musculoskeletal disorder* merupakan aktivitas pekerjaan yang dapat mengakibatkan bahaya jangka panjang terhadap struktur dan jaringan tubuh, yang dapat berdampak pada individu (berupa keluhan tidak nyaman pada bagian tubuh, sakit, dan luka) dan pada penurunan performansi. (Wilson, 1995)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab keluhan muskuloskeletal sangat kompleks, dan dipengaruhi oleh beberapa faktor (faktor fisik, psikososial, dan organisasi). Faktor-faktor yang saat ini dianggap sangat berhubungan dengan keluhan MSD adalah faktor gaya/tenaga yang berlebih, posisi bagian-bagian tubuh saat bekerja, dan gerakan kerja yang repetitif. Gerakan kerja yang repetitif sangat berhubungan dengan kemampuan tubuh untuk memulihkan tenaga setelah melakukan pekerjaan. Mengacu pada keadaan tersebut, faktor lain yang berhubungan dengan keluhan muskuloskeletal adalah jeda istirahat. (Wilson, 1995)

Berdasarkan hasil studi secara klinik, fisiologi, dan biomekanika diketahui terdapat dua faktor yang menyebabkan terjadinya cedera otot akibat bekerja, yaitu faktor pribadi dan faktor pekerjaan. Faktor pribadi yang dimaksud merupakan kondisi seseorang yang dapat mengakibatkan keluhan MSD. Faktor pekerjaan merupakan karakteristik pekerjaan yang dilakukan seseorang dalam berinteraksi dengan sistem kerja. Faktor-faktor pekerjaan yang dapat menyebabkan terjadinya cedera pada sistem otot dan jaringan tubuh (Chaffin, 1999):

- Repetisi. Gerakan kerja yang diulang dengan pola yang sama.
- Pekerjaan statis (*static exertions*). Pekerjaan yang menuntut pekerja tetap pada suatu posisi tertentu, karena jika dilakukan perubahan posisi pekerjaan akan terhenti.
- Pekerjaan dengan tenaga yang berlebih (*force exertions*). Pekerjaan dengan beban fisik yang berat atau tahanan dari benda kerja yang dihadapi, sehingga dapat mengakibatkan cedera otot.
- Tekanan mekanik (*mechanical stresses*). Terjadi kontak antara anggota tubuh dengan objek pekerjaan.
- Posisi kerja yang salah.
- Getaran.
- Temperatur ekstrim. Temperatur terlalu rendah dapat mengakibatkan berkurangnya daya kerja sensor tubuh, mengganggu aliran darah, dan menurunkan kekuatan otot. Temperatur yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pekerja cepat merasa lelah.

2.2. *3D SSPP (3D Static Strength Prediction Program)*

Michigan College of Engineering telah mengembangkan suatu program mengenai *biomechanical* dan *static strength capabilities* dari pekerja yang berkaitan dengan kebutuhan fisik dari lingkungan kerja, yang dinamakan **3D SSPP (3D Static Strength Prediction Program)**. Dalam perkembangannya, *software* ini telah digunakan oleh para *ergonomist*, insinyur, *therapis*, dan para peneliti, untuk mengevaluasi suatu pekerjaan, serta digunakan untuk mendesain ulang suatu pekerjaan. *Software* 3D SSPP ini berguna untuk menganalisis gerakan dengan beban material yang berat ketika perhitungan *biomechanical* mengasumsikan bahwa efek dari akselerasi dan momentum diabaikan. *Software* 3D SSPP digunakan untuk memprediksi persyaratan kekuatan statis dalam melakukan pekerjaan seperti mengangkat, menekan, dan menarik. Selain itu juga digunakan untuk mensimulasikan suatu pekerjaan dan akan memberikan perkiraan mengenai data-data sikap dalam bekerja, beban kerja dan antropometri dari pekerja laki-laki ataupun wanita. Melalui *software* ini dapat diketahui persentase kekuatan dalam melakukan pekerjaan baik laki-laki maupun perempuan, kekuatan tulang belakang, dan data perbandingan dengan pedoman NIOSH.

Dengan demikian dapat dilakukan analisa terhadap suatu pekerjaan, sehingga dapat dilakukan suatu perbaikan. Dalam pemakaiannya, program 3D SSPP ini memerlukan inputan data yaitu sebagai berikut (Agatha,2009):

i. Antropometri

Data antropometri merupakan data yang harus dimasukkan pada software 3D SSPP ini. Data antropometri ini mencakup:

- Gender (Jenis Kelamin)
- Tinggi dan Berat

Terdapat empat pilihan untuk penetapan data tersebut yaitu: 5th, 50th, 95th, dari populasi dan data *entry*. Data *entry* merupakan data untuk input nilai tinggi dan berat badan tertentu. Batasan yang dapat diterima untuk tinggi badan pria adalah 157-193 cm, dan untuk wanita adalah 145-178 cm. Sedangkan batasan berat badan yang dapat diterima untuk pria adalah 45-111 kg, dan untuk wanita 31-99 kg.

ii. *Joint Angles*

Pada *joint angles* ini meliputi data-data yang berhubungan dengan sudut-sudut yang dimasukkan untuk beberapa bagian tubuh, seperti: lengan, kaki, dan punggung. Sudut yang dimasukkan pada bagian lengan dan kaki meliputi *horizontal angle*, *vertical angle*, yang bisa bernilai positif ataupun negatif. Sedangkan pada bagian punggung dibagi menjadi tiga yaitu: *flexion*, *axial rotation*, dan *lateral bending*.

iii. *Hand Loads*

Pada *hand loads* ini, kita harus memasukkan berat beban yang dipegang oleh kedua tangan. *Hand loads* ini ditujukan pada beban yang diterima oleh tangan, bukan beban yang diberikan oleh tangan.

Fungsi utama dari 3D SSPP, yaitu untuk menganalisis gaya-gaya yang bekerja dalam setiap sendi di bagian tubuh yang penting dan dapat digunakan untuk memprediksi prosentase populasi manusia yang mampu melakukan suatu pekerjaan, seperti mengangkat, mendorong, menarik, dan beberapa pekerjaan lainnya. Selain itu analisa lain yang dapat dihasilkan program ini yaitu analisa Lumbar 5 dan Sacrum 1 (L5/S1) dengan melihat nilai **Total Compression** pada *report sagittal plane low back analysis*.

Analisis data yang dihasilkan pada program sesuai dengan pedoman NIOSH, menurut Chaffin,1999 yang berbasis pada pedoman NIOSH gaya maksimum yang terjadi pada L5/S1 tidak akan melebihi 3400 *Newton*, jika nilai *Total Compression* melebihi 3400 *Newton* maka pekerjaan tersebut harus segera ditindak lanjuti karena apabila dibiarkan dapat menyebabkan *low back pain* pada pekerja. 3D SSPP juga dapat digunakan untuk membantu mengevaluasi beban fisik dari suatu pekerjaan yang ditentukan, sehingga dapat membantu analisis dalam mengevaluasi usulan rancangan kerja dan desain ulang suatu pekerjaan sebelum dikonstruksi atau rekonstruksi di tempat kerja (Agatha,2009).

2.3. REBA (*Rapid Entire Body Assessment*)

Rapid Entire Body Assessment (REBA) dikembangkan oleh Dr.Sue Hignett dan Dr. Lynn Mc Atamney merupakan ergonomi dari Universitas Nottingham (*University of Nottingham's Institute of Occupational Ergonomic*). *Rapid Entire Body Assessment* adalah sebuah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi dan dapat digunakan secara cepat untuk menilai posisi kerja atau postur leher, punggung, lengan pergelangan tangan dan kaki seorang operator. Selain itu metode ini juga dipengaruhi faktor *coupling*, beban eksternal yang ditopang oleh tubuh serta aktivitas pekerja. Penilaian dengan metode REBA tidak membutuhkan waktu yang lama untuk melengkapi dan melakukan *scoring* general pada daftar aktivitas yang mengindikasikan perlu adanya pengurangan resiko yang diakibatkan postur kerja operator. Metode ergonomi tersebut mengevaluasi postur, kekuatan, aktivitas, dan faktor *coupling* yang menimbulkan cedera akibat aktivitas yang berulang-ulang. Penilaian postur kerja dengan metode ini dengan cara pemberian skor resiko antara satu sampai lima belas, yang mana skor tertinggi menandakan level yang mengakibatkan resiko yang besar untuk dilakukan dalam bekerja. Hal ini berarti bahwa skor terendah akan menjamin pekerjaan yang diteliti bebas dari *ergonomic hazard*. REBA dikembangkan untuk mendeteksi postur kerja yang beresiko dan melakukan perbaikan segera mungkin. REBA dikembangkan tanpa membutuhkan piranti khusus. Ini memudahkan peneliti dapat dilatih dalam melakukan pemeriksaan dan pengukuran tanpa biaya peralatan tambahan. Pemeriksaan REBA dapat dilakukan di tempat yang terbatas tanpa mengganggu pekerja. Pengembangan REBA terjadi dalam empat tahap. Tahap pertama adalah pengambilan data postur pekerja dengan menggunakan bantuan video atau foto, tahap kedua adalah penentuan sudut-sudut dari bagian tubuh pekerja, tahap ketiga adalah penentuan berat benda yang diangkat, penentuan keempat adalah perhitungan nilai REBA untuk postur yang bersangkutan. Dengan didapatnya nilai REBA tersebut dapat diketahui level resiko dan kebutuhan akan tindakan yang perlu dilakukan untuk perbaikan kerja

(<http://bambangwisanggeni.wordpress.com/2010/03/02/reba-rapid-entire-body-assessment/>). Tampilan skor dan level resiko dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Skor dan Level Resiko REBA

<i>uj</i>	<i>Risk</i>
1	<i>Negligible risk</i>
2 or 3	<i>Low risk, change may be needed</i>
4 to 7	<i>Medium risk, further investigation, change soon</i>
8 to 10	<i>High risk, investigate and implement change</i>
11 or more	<i>Very high risk, implement change</i>

3. METODOLOGI PENELITIAN

Setelah melakukan penelitian pendahuluan, peneliti mengidentifikasi masalah-masalah yang ada di dalam perusahaan untuk diteliti lebih lanjut, seperti postur kerja operator yang buruk seperti membungkuk dan jongkok, fasilitas fisik yang kurang memadai sehingga berpengaruh terhadap performa kerja operator, adanya keluhan nyeri pada badan yaitu tangan, kaki, punggung, dan pinggang dari operator yang dilakukan berdasarkan wawancara. Adapun pembatasan masalah dilakukan oleh peneliti karena luasnya ruang lingkup permasalahan adalah *reports software 3D SSPP* yang digunakan sebagai penilaian gaya maksimum yang ditanggung operator adalah *sagittal plane lowback analysis* yaitu *total compression force*.

Foto – foto berdasarkan aktivitas yang diteliti di gambari garis-garis sudut, hal ini dilakukan agar mempermudah saat menentukan *joint angles* yang akan diinput ke dalam *software 3D SSPP* dan pada saat melakukan penilaian postur kerja dengan menggunakan *software ergofellow* (REBA). Penentuan sudut-sudut dalam foto dilakukan dengan menggunakan *Image Analysis* yang terdapat pada *software ergofellow*. *Software 3D SSPP* digunakan untuk mengetahui berapa gaya maksimum yang ditanggung oleh operator dalam melakukan suatu pekerjaan. Penilaian tersebut di dasarkan pada hasil *Sagittal Plane Lowback Analysis* yaitu *Compression Force* pada L5/S1. Apabila *total compression* masih dalam batas yang ditentukan yaitu dibawah 3400 N, maka dapat disimpulkan gaya maksimum yang operator tanggung masih dapat diterima oleh tubuh operator (Agatha,2009). Setelah mengetahui gaya maksimum yang ditanggung oleh operator saat bekerja, akan dilakukan juga penilaian postur kerja operator untuk mengetahui kemungkinan resiko-resiko akibat postur kerja yang dilakukan operator, penilaian postur kerja tersebut menggunakan metode analisis REBA (*Rapid Entire Body Assessment*). Penilaian postur kerja dengan REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) ini menggunakan *Software Ergofellow* agar mempermudah dalam pengolahan data yang ada. Langkah-langkah dalam penilaian postur kerja yaitu mengambil foto yang akan dianalisis menggunakan REBA, dimana foto yang digunakan adalah foto yang sudah digambari garis-garis sudut (*Image Analysis*), hasil dari tampilan tampak depan dan samping dari *software 3D SSPP* juga dapat digunakan untuk mempermudah dalam penentuan *score* pada REBA. *Output* dari REBA ini akan menghasilkan suatu *score* yang akan dianalisis apakah baik atau tidak dan perlukah melakukan perbaikan. Jika *score* sudah baik maka, perbaikan tidak perlu dilakukan. Jika *score* tidak baik dan perlu diadakan perbaikan maka akan dilakukan perbaikan postur kerja menggunakan *Software 3D SSPP*. Postur kerja yang sudah diperbaiki akan dianalisis kembali apakah perlu dilakukan perancangan alat bantu. Bila perlu maka akan dilakukan perancangan alat bantu yang baru. Bila tidak perlu maka postur kerja yang baru akan dinilai kembali menggunakan metode analisis postur sebagai pembuktian hasil usulan benar-benar baik.

Data-data dimensi tubuh setiap operator digunakan untuk perhitungan tabel analisis fasilitas fisik yang bertujuan untuk mengetahui apakah fasilitas fisik yang ada di lantai produksi ragam bangku sudah sesuai dengan nilai-nilai ergonomi. Dari hasil pengolahan data dan analisis postur kerja pada kondisi saat ini, kita dapat mengetahui kelompok pekerjaan mana saja yang perlu diperbaiki. Penulis akan menganalisis dan mengusulkan perancangan perbaikan postur kerja untuk kelompok kerja tersebut dengan mempertimbangkan fasilitas fisik yang sesuai dengan kebutuhan operator, dan akan mengevaluasi kembali usulan postur dan fasilitas fisik tersebut dengan menggunakan *software 3D SSPP* dan metode analisis postur REBA untuk membuktikan bahwa usulan benar-benar baik.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan salah satu contoh penentuan *joint angles* dengan menggunakan *Software Ergofellow* untuk proses *cutting* mesin bubut yang dilakukan oleh operator 4.



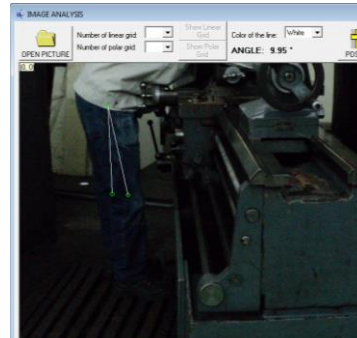
Penentuan *Trunk Angles* nilai *Flexion* : $90^\circ - 38^\circ = 52^\circ$



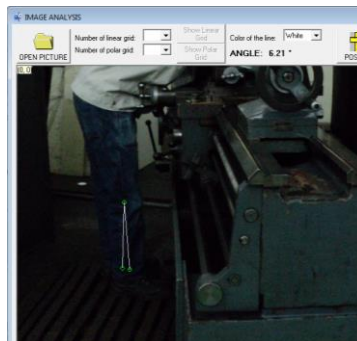
Penentuan *Upper arm right*: $90^\circ - 53^\circ = 37^\circ$



Penentuan *Fore Arm Right Vertical* = 3°

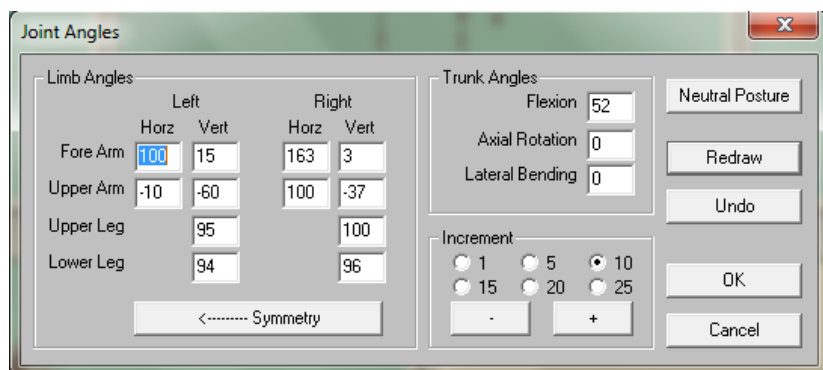


Penentuan *Upper leg right* : $90^\circ + 10^\circ = 100^\circ$



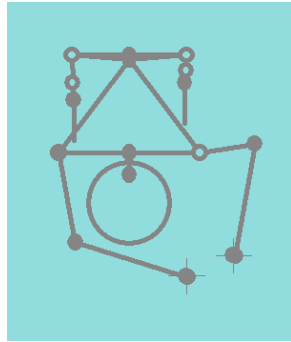
Penentuan *Lower leg right* : $90^\circ + 6^\circ = 96^\circ$

Gambar 1. *Image Analysis Trunk Angles, Upper arm right, Fore Arm Right Vertical, Upper leg right dan Lower leg right*

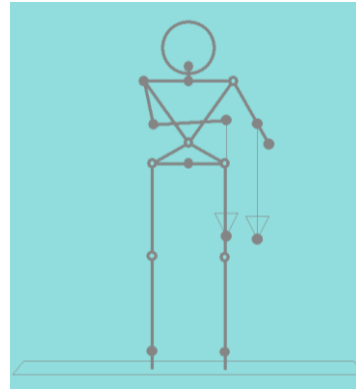


Gambar 2. *Joint Angles Proses Cutting Mesin Bubut*

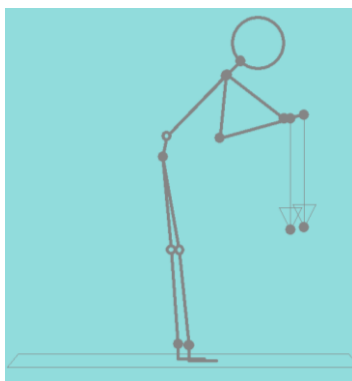
Dari penentuan *joint angles* tersebut akan dihasilkan tampilan postur kerja operator tampak atas, tampak depan, tampak samping, dan gambar 3D seperti di bawah ini:



Tampak Atas



Tampak Depan

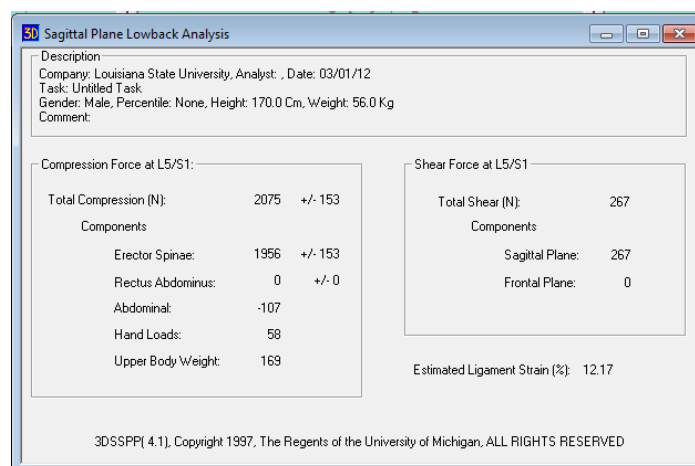


Tampak Samping



Postur Kerja 3D

Gambar 3. Tampilan Postur Kerja Proses *Cutting* Mesin Bubut



Gambar 4. Tampilan *Output* cutting mesin bubut

Dari hasil *output* diatas dapat dilihat bahwa *total compression* untuk proses *cutting* menggunakan mesin bubut ini sebesar 2075 N, hal ini menyatakan bahwa gaya maksimum yang terjadi di L5/S1 masih dapat diterima operator, karena berada di bawah batas maksimum gaya yang dapat ditanggung operator yaitu 3400 N.

Setelah mengetahui gaya maksimum yang ditanggung oleh operator saat bekerja, akan dilakukan juga penilaian postur kerja operator terhadap aktivitas yang diteliti, yang bertujuan untuk mengetahui kemungkinan level resiko akibat postur kerja yang dilakukan operator, penilaian postur kerja tersebut

menggunakan metode analisis REBA (*Rapid Entire Body Assessment*). Berikut ini merupakan ringkasan *score* REBA untuk aktivitas proses *cutting* dengan mesin bubut :

Tabel 1. Hasil Score REBA

Score Bagian Kiri	Score Bagian Kanan	Score REBA	Resiko
5	6	6	Sedang

Tabel 2. Ringkasan REBA

Masalah	Kondisi	Solusi
Neck	Flexion > 20°	Perancangan dudukan mesin
Trunk	20° - 60°	
Right Upper Arm	45° - 90°	
Left Upper Arm	45° - 90°	
	Abducted	
Right Lower Arm	0° - 60°	
Left Lower Arm	0° - 60°	

Score REBA menjadi prioritas untuk menentukan perbaikan postur kerja karena *score* REBA dapat menjelaskan level resiko yang terjadi pada suatu postur kerja, apakah resiko itu rendah, sedang, atau tinggi, sedangkan hasil pengolahan 3D SSPP dapat menunjukkan seberapa besar gaya yang terjadi di L5/S1, apabila nilai melebihi batas maksimum gaya yang ditanggung operator maka postur tersebut beresiko karena dapat menyebabkan *low back pain* pada tubuh operator apabila dibiarkan terus-menerus, tetapi tidak dapat menunjukkan level resiko yang terjadi pada suatu postur. Data-data dimensi tubuh setiap operator digunakan untuk perhitungan tabel analisis fasilitas fisik yang bertujuan untuk mengetahui apakah fasilitas fisik yang ada di lantai produksi ragum bangku sudah sesuai dengan nilai-nilai ergonomi. Perancangan dudukan mesin bubut ini dibuat berdasarkan aktivitas *cutting* mesin bubut yang menyebabkan operator harus membungkuk saat hendak memasang benda kerja pada cakram bubut. Sehingga dibuat dudukan mesin duduk yang berbentuk seperti balok pipih dengan dimensi 175 cm x 57 cm x 17 cm. Diharapkan dengan memasang dudukan ini pada mesin bubut, operator dapat bekerja dengan nyaman karena area kerja pada mesin berada tepat dengan tinggi siku berdiri operator, sehingga akan meminimalkan postur kerja operator yang membungkuk. Usulan dimensi perancangan dudukan mesin bubut dapat dilihat pada Tabel 3.

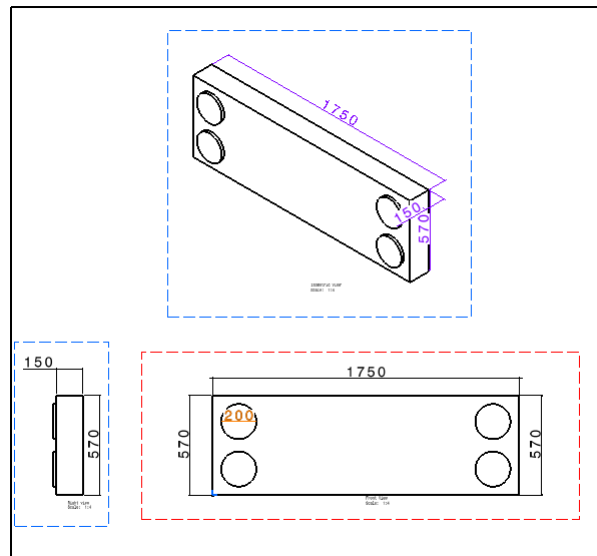
Tabel 3. Usulan Dimensi Dudukan Mesin

No	Produk	Dimensi		Patokan	Ukuran Mesin (cm)	Data yang digunakan	Hasil Terpilih	allowance	range ukuran (cm)		Kesimpulan		
		Dimensi Produk	Ukuran (cm)										
4.	Dudukan Mesin Bubut	Panjang	175	Max	165	Panjang Mesin Bubut	165	10cm	170	-	175	Ergonomis	
				Min	165	Panjang Mesin Bubut	165	5cm					
		Lebar	57	Max	47	Lebar Mesin Bubut	47	10cm	52	-	57	Ergonomis	
				Min	47	Lebar Mesin Bubut	47	5cm					
		Tinggi	17	Max	87	Tinggi Siku Berdiri-Tinggi Mesin Bubut	17	-	17	-	-	-	Ergonomis
				Min	87	Tinggi Siku Berdiri-Tinggi Mesin Bubut	17	-					

Berikut ini merupakan gambar 3 dimensi dan gambar 2 dimensi Usulan Dudukan Mesin dengan menggunakan *software* Catia:

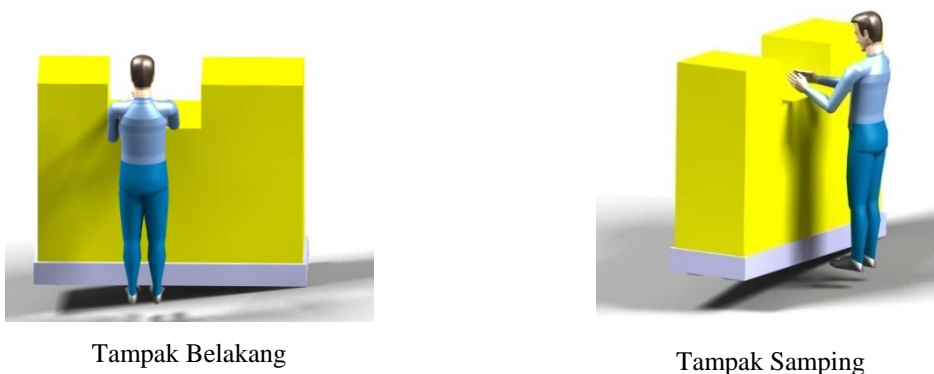


Gambar 5. Usulan Dudukan Mesin Bubut (3D)

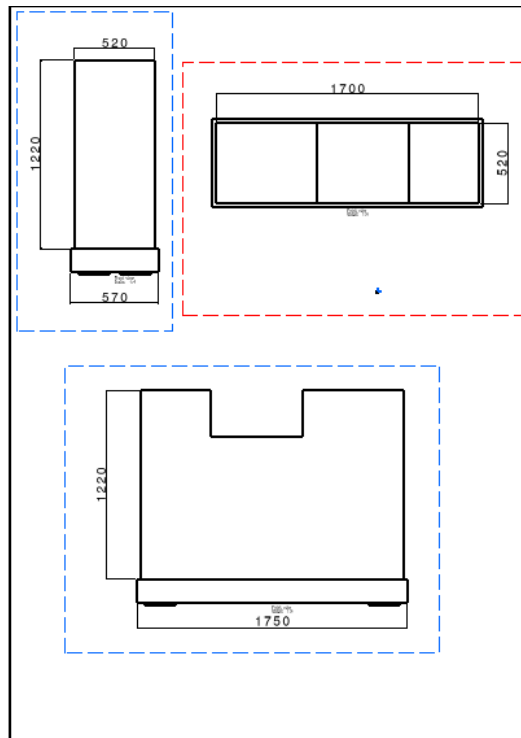


Gambar 6. Usulan Dudukan Mesin Bubut (2D)

Pada proses *cutting* bubut ini masalah yang dihadapi yaitu tinggi area proses benda kerja pada mesin bubut tidak sesuai dengan antropometri operator, oleh karena itu peneliti mengusulkan untuk menambahkan dudukan mesin agar tinggi area proses benda kerja pada mesin bubut sesuai dengan antropometri operator. Diharapkan dengan memasang dudukan ini pada mesin bubut, operator dapat bekerja dengan nyaman karena area kerja pada mesin berada tepat dengan tinggi siku berdiri operator, sehingga akan meminimasi postur kerja operator saat membungkuk seperti terlihat pada Gambar 7.

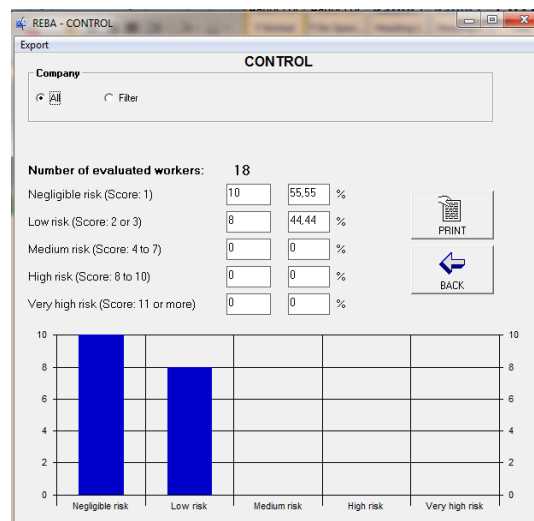


Gambar 7. Usulan Postur *Cutting* Bubut



Gambar 8. Tampilan 2D Mesin Bubut yang sudah ditambahkan dudukan mesin

Dari usulan postur kerja yang telah dibuat, akan dinilai level resiko dalam melakukan aktivitas-aktivitas tersebut dengan menggunakan *software ergofellow*, untuk memastikan bahwa usulan postur kerja memiliki level resiko yang lebih rendah dari postur kerja sebelumnya.



Gambar 9. Grafik Evaluasi REBA untuk Seluruh Usulan Postur Kerja

Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat dilihat bahwa usulan postur kerja untuk seluruh aktivitas sudah baik, karena memiliki level resiko yang rendah dan bahkan dapat diabaikan. Penilaian dari dua sisi yaitu gaya yang ditanggung operator dan level resiko yang mungkin terjadi dapat dilihat pada Tabel 4

Tabel 4. Ringkasan Hasil 3D SSPP dan REBA untuk Usulan Postur Kerja pada Aktivitas Cutting Bubut

Total Compression(N)	Score REBA	Keterangan
1248	2	Postur Kerja Sudah Baik

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil ringkasan diatas dapat disimpulkan bahwa usulan postur kerja pada aktivitas cutting dengan mesin bubut yang dibuat sudah baik, karena adanya penurunan *total compression* dan level resiko. *Total compression* yang semulanya adalah 2075 N menjadi 1248 N. Level resiko pada *score REBA* yang semulanya 6 menjadi 2. Kedua metoda ini berarti memberikan hasil yang sama yaitu adanya penurunan resiko *muskuloskeletal disorders*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agatha, Yudith Ria (2009). *Perbaikan fasilitas kerja dan perancangan metode kerja dengan memperhatikan aspek ergonomi di PT. Jatim Bromo Steel*, Jurusan Teknik Industri Universitas Kristen Petra.
- Bernard, B. P. (1997) *A Critical Review of Epidemiologi Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back*. "Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors",.
- Buchari.(2007). "*Penyakit Akibat Kerja dan Penyakit Terkait Kerja*". *USU Repository*.
- Chaffin, D. B & Anderson, G.B.J. (1999), *Occupational Biomechanics 3rd Edition*, New York: Jhon Willey & Sons.
- Johana Devi, Elty Sarvia (2014). *Perbaikan Postur Kerja yang Ergonomis ditinjau dari Gaya Maksimum yang Ditanggung Operator dan Kemungkinan Resiko yang Terjadi dengan Menggunakan Software 3D SSPP dan Metode REBA (Studi Kasus di Aktivitas Assembly PT.XYZ)*, Seminar Nasional Teknik Industri BKSTI . hal. 215-221
- Karwowski, W. (2003). *Occupational Ergonomics Principles of Work Design*. Florida: CRC Press.
- Kroemer, Karl., Henrike Kroemer., Katrin Kroemer-Elbert (2001). *Ergonomics : "How to design for Ease and Efficiency 2nd Edition*. New Jersey : Prentice Hall.
- Sutalaksana, Iftikar, dkk. (2006), *Teknik Perancangan Sistem Kerja*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Tarwaka, dkk (2004). *Ergonomi Untuk Kesehatan dan Kesehatan Kerja, dan Produktivitas*. Surakarta : UNIBA Press.
- The University of Michigan (1999), *Manual Handbook 3D SSPP*, Canada.
- Wilson, J. R. (1995) , *Evaluation of Human Work: "A Practical Ergonomics Methodology 2nd Edition"*, London, Taylor & Francis.
- <http://bambangwisangeni.wordpress.com/2010/03/02/reba-rapid-entire-body-assessment/>