

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Empiris

Tinjauan empiris dimaksudkan untuk mengkaji penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian penulis. Beberapa penelitian relevan yang telah dilakukan sebelumnya terangkum dalam Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul	Tujuan
Pungus, M., Manuaba, A., Adiputra, N., & Tirtayasa, K. (2010).	Ergonomic Intervention Decreases The Load Of Learning And Increases The Students Performances	Mengidentifikasi serta menilai seberapa besar pengaruh intervensi ergonomi terhadap penurunan resiko beban belajar (suhu tubuh, keluhan musculoskeletal, kebosanan, kelelahan, akurasi, kecepatan, dan keteguhan kerja) serta dampaknya terhadap kinerja mahasiswa.
Pungus, M. & Tirtayasa, K. (2011).	Intervensi Ergonomi Pada Aktivitas Belajar Di Rumah Kos Daerah Dingin Meningkatkan Kinerja Mahasiswa	Mengidentifikasi dan menilai intervensi ergonomi makro terhadap aktivitas belajar mahasiswa di rumah kos tradisi minahasa di daerah dingin, dengan indikator (1) Ketelitian Kerja,(2) Kecepatan Kerja, (3) Keteguhan Kerja dan (4) Hasil Kerja Mahasiswa.
Fatmayanti, R. P., Rspianda, R., & Bakar, A. (2012).	Usulan Peningkatan Kompetensi Pekerja Pada Bagian Water Based di PT. X Berdasarkan Gap Kompetensi.	Mengidentifikasi dan mengukur kompetensi pekerja PT.X berdasarkan nilai perbedaan Kebutuhan Kompetensi Jabatan (KKJ) dan Kompetensi Individu (KI) dengan mempertimbangkan tingkat kepentingan perusahaan.
Nugroho, H. &	Evaluasi Kinerja Terkait Implementasi Iso 9001: 2008	Mengidentifikasi serta menilai seberapa besar pengaruh dari

Purnomo, H. (2012)	Ditinjau Dari Aspek Ergonomi Makro	setiap komponen sistem kerja terhadap kepuasan mahasiswa terkait implementasi ISO 9001:2008 ditinjau dari aspek Ergonomi Makro
Sudhita, I. W. R., & Mahadewi, L. P. P. (2013).	Pengaruh Pembelajaran Berpendekatan Ergonomi Partisipatori Terhadap Hasil Belajar IPA Siswa Kelas V SD.	Mengetahui perbedaan hasil belajar IPA antara kelompok siswa yang belajar dengan pendekatan ergonomi partisipatori (PEP) dan kelompok siswa yang belajar dengan model pembelajaran konvensional
Mursid, R. (2013).	Pengembangan Model Pembelajaran Praktik Berbasis Kompetensi Berorientasi Produksi	Mengembangkan model pembelajaran praktik berbasis kompetensi berorientasi produksi dan mengetahui keefektifan model pembelajaran tersebut
El-Bahey, R., & Zeid, A.(2014)	A Macro-Ergonomics Perspective on Educational Planning and Design	Menganalisa teori dan studi kasus aplikasi ergonomi makro di lingkungan pendidikan dengan memberikan penilaian terhadap hubungan paralel dengan penerapan ergonomi di tempat kerja.
Randy, A., & Mukeri, P. D. P. (2015).	The Effect Of Training And Skills Workcompetence Of Employees And Its Impact On The Performance Of Work (Case Study Of The Production Of Employees At Pt. CFU Semarang)	Mengidentifikasi dan menilai hubungan antara pelatihan karyawan dan kemampuan kerja terhadap kompetensi karyawan. Serta hubungan kompetensi karyawan terhadap prestasi kerja karyawan.

2.2 Tinjauan Teoritis

2.2.1 Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyasikan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan segala kemampuan, kebolehan dan keterbatasan manusia baik secara fisik maupun mental sehingga dicapai suatu kualitas hidup secara keseluruhan yang lebih baik (Tarwaka et al., 2004). Ergonomi dapat membantu karyawan, manajemen, perusahaan, serta pemerintah untuk meningkatkan efisiensi waktu kerja, meningkatkan kenyamanan, menurunkan resiko kecelakaan kerja, menurunkan resiko, penyakit akibat kerja, menurunkan resiko kelelahan, menghindari resiko kebosanan, menekan angka absensi karyawan, menekan biaya tidak terduga, menekan angka *man-days/hours* dan sebagainya yang sangat menguntungkan semua pihak (Manuaba, 1999). Pulat (1992) menyatakan bahwa ergonomi mempunyai tiga tujuan yaitu memberikan kenyamanan, keselamatan dan kesehatan kerja yang optimal, dan efisiensi kerja.

Perkembangan ilmu ergonomi menurut Hendrick (1986) dapat dibedakan menjadi tiga tahapan generasi yang berbeda yaitu; (1) Ergonomi berkaitan dengan dengan fisik, fisiologis, lingkungan dan karakteristik perseptual dalam merancang dan mengaplikasikan sistem antarmuka antara manusia dengan mesin; (2) Ergonomi berkaitan dengan proses kognitif khususnya dikaitkan dengan berkembangnya sistem kerja komputer; (3) Ergonomi makro yang ditandai dengan masuknya unsur eksternal yaitu organisasi dan sosioteknikal. Ergonomi makro muncul didorong oleh kegagalan beberapa proses transfer teknologi pada negara berkembang akibat tidak ditinjaunya unsur makroergonomi (Meshkati, 1991). Dengan pendekatan ergonomi makro perbedaan antara penelitian dengan

implementasi dan antara teori dan praktek dapat dijumpai, penyelesaian masalah yang semakin kompleks tersebut diperlukan pendekatan holistik. Penyelesaian permasalahan dilaksanakan tidak secara parsial satu sudut pandang keilmuan saja, namun dengan mengkolaborasi dengan ilmu sosiologi, psikologi, kedokteran dan sebagainya (Manuaba, 2007). Penerapan ergonomi makro mampu meningkatkan produktivitas perusahaan yang berdampak secara tidak langsung pada kesejahteraan dan kualitas hidup karyawan (Purnomo, 2012).

2.2.2 Sistem Kerja

Sistem kerja adalah gabungan dari subsistem yang terdiri dari manusia, alat, energi, bahan dan informasi yang dikelola dan berinteraksi untuk mencapai tujuan berupa produktivitas dan efisiensi yang tinggi (Sutalaksana, 1979). Sistem kerja harus dirancang sesuai kebutuhan dan keterbatasan manusia yang mengacu pada prinsip *fitting the task to the man* serta melibatkan aspek budaya organisasi dan teknologi yang digunakan agar dapat terhindar dari dampak negatif seperti kecelakaan kerja, sistem kerja yang ergonomis mengandung keharmonisan antara manusia dengan lingkungannya (Purnomo, 2012; Sastrowinoto, 1985). Menurut Tayyari and Smith (1997) langkah untuk merancang sebuah sistem kerja adalah; (1) Menentukan tujuan, yakni output yang hendak dicapai harus terdefinisi; (2) Menentukan input yang dibutuhkan untuk menghasilkan output yang baik; (3) Mendeskripsikan proses yakni bagaimana pengkonversian input menjadi output; (4) Alokasi fungsi, yakni semua tugas dan fungsi harus teridentifikasi untuk mencapai tujuan; (5) Perancangan *interface* antar sistem.

2.2.3 Lingkungan Kerja

Lingkungan kerja berpengaruh pada kesehatan, performansi dan produktivitas tenaga kerja (Haskari, 2008). Menurut Manuaba (1992) bahwa lingkungan kerja yang nyaman sangat dibutuhkan oleh pekerja untuk dapat bekerja secara optimal dan produktif. Lingkungan kerja dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya faktor fisik, faktor kimia, faktor biologis dan faktor psikologis (Tarwaka et al., 2004). Perbaikan lingkungan fisik dan kondisi organisasi kerja dapat meningkatkan produktivitas karyawan (Mindyani, 2013). Pada penelitian ini akan dibahas suhu udara, kebisingan dan penerangan.

A. Suhu Udara

Menurut Satalaksana (1979) menyebutkan berbagai tingkat suhu akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda pada tubuh manusia, diantaranya;

- a. 49 ° suhu dapat ditahan sekitar 1 jam tetapi jauh diatas kemampuan fisik dan mental.
- b. 30 ° aktivitas mental dan daya tangkap mulai menurun dan cenderung untuk membuat kesalahan dalam karywan dan timbul kelelahan fisik.
- c. 24°-27 ° kondisi kerja optimum
- d. 10 ° kelakuan fisik yang ekstrim mulai muncul

Menurut Pulat (1992) bahwa reaksi fisiologis tubuh (*Heat Strain*) oleh karena peningkatan temperatur udara diluar *comfort zone* adalah *vasoliditas*, denyut jantung meningkat, temperatur kulit meningkat dan suhu inti tubuh pada awalnya turun kemudian meningktat.

Upaya pengendalian suhu dingin adalah dengan pakaian tebal, fasilitas istirahat yang hangat, makan minum yang hangat dan kondisi fisik yang prima.

Sedangkan teknik pengendalian terhadap pemaparan kondisi panas di lingkungan kerja menurut (Tarwaka et al., 2004). adalah;

- a. Mengurangi faktor beban kerja dengan mekanisasi
- b. Mengurangi beban panas radian dengan cara, menurunkan temperatur udara dan relokasi proses kerja dari proses kerja yang menghasilkan panas serta pemanfaatan alat pelindung diri.
- c. Mengurangi temperatur dan kelembapan. Cara ini dapat dilakukan dengan ventilasi pengenceran (*dilution ventilation*) dan pendinginan secara mekanis (*mechanical cooling*).
- d. Meningkatkan pergerakan udara, melalui ventilasi buatan untuk memperluas pendinginan evaporasi, tetapi tidak melebihi 0,2 m/det.
- e. Pembatasan terhadap pemaparan panas dengan cara; (1) Melakukan pekerjaan pada tempat panas pada pagi dan sore hari, (2) Penyediaan tempat sejuk yang terpisah dengan proses kerja untuk pemulihan, (3) Mengatur waktu kerja- istirahat secara tepat berdasarkan beban kerja dan nilai indek suhu basah dan bola.

B. Kecepatan udara

Kondisi negara indonesia dengan dua musim memiliki batas toleransi kecepatan udara 0,2 m/det (Grandjean, 1993). Hal tersebut direkomendasikan untuk memberikan ruang yang nyaman (*comfort zone*) bagi para pekerja. Pengendalian yang tidak baik dapat meningkatkan beban kerja, mempercepat munculnya kelelahan dan keluhan subjektif serta menurunkan produktivitas (Tarwaka et al., 2004).

C. . Kelembapan Udara

Kelembapan udara berhubungan dan dipengaruhi oleh temperatur udara. Kelembapan udara tinggi dan udara panas akan berdampak terhadap pengurangan panas tubuh secara besar-besaran. Dengan semakin aktifnya peredaran darah untuk memenuhi oksigen kinerja jantung akan semakin cepat. Negara indonesia dengan iklim tropis direkomendasikan 40-50% RH, sedangkan negara dengan empat musim disarankan kelembapan udara antara 40-60% (Grandjean, 1993).

Kondisi sirkulasi yang tidak lancar akan mempengaruhi kenyamanan dan kesehatan pekerja. Upaya untuk mengendalikan kelembapan udara dengan mengatur sirkulasi udara dengan ventilasi yang cukup. Selain hal tersebut, menempatkan tanaman disekitar lingkungan kerja dapat membantu memberikan oksigen yang cukup (Tarwaka et al., 2004).

D. Kebisingan

Definisi kebisingan menurut Kepmenaker (1999) adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Tabel 2.1 menunjukkan batas kebisingan yang diperkenankan sesuai Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51/MEN/1999.

Tabel 2.2 Batas Kebisingan Yang Diperkenankan

Tingkat Kebisingan dB (A)	Lama Kerja Per Hari (Jam)	Tingkat Kebisingan dB (A)	Lama Kerja Per Hari (Jam)
85	8	100	15

88	4	103	7,5
91	2	106	3,75
94	1	109	1,88
97	30	112	0,94

Sumber: Kepmenaker No. 51/MEN/1999

Pengaruh pemaparan kebisingan secara umum dapat dikategorikan menjadi dua yang didasarkan pada tinggi rendahnya intensitas kebisingan dan waktu lamanya pemaparan (Pulat, 1992). Pertama, pengaruh pemaparan kebisingan intensitas tinggi (diatas NAB) . Hal tersebut dapat mengakibatkan kerusakan pada indera pendengaran, meningkatkan tekanan darah dan denyut jantung, gangguan pencernaan dan mengganggu kenyamanan masyarakat sekitar. Sedangkan yang kedua, pengaruh pemaparan kebisingan intensitas rendah (dibawah NAB). Pengaruh kebisingan intensitas rendah berupa penurunan performansi kerja, sebagai salah satu penyebab stress dan gangguan kesehatan lainnya. Stres yang disebabkan karena pemaparan kebisingan dapat menyebabkan terjadinya kelelahan dini, kegelisahan dan depresi.

Rencana dan langkah pengendalian kebisingan di tempat kerja secara garis besar dapat dilakukan dengan dua tahap (Tarwaka et al., 2004). Pertama, membuat rencana pengendalian yang didasarkan pada hasil penilaian kebisingan dan dampak yang ditimbulkan. Kedua, melaksanakan langkah pengendalian kebisingan dengan dua arah pendekatan yaitu (1) pendekatan jangka panjang (*Long-term gain*) dengan eliminasi sumber kebisingan, pengendalian kebisingan secara teknik, pengendalian secara administratif dan penggunaan alat pelindung

diri. (2) Pendekatan jangka pendek (*Short-term gain*) dapat dilakukan sebaliknya secara berurutan.

E. Pencahayaan

Menurut Suma'mur (1989) penerangan yang baik adalah penerangan yang memungkinkan tenaga kerja dapat melihat objek-objek yang dikerjakan secara jelas, cepat dan tanpa upaya-upaya yang tidak perlu. Intensitas penerangan yang sesuai jenis pekerjaannya menurut Sanders and Mc Cormick (1987) dalam penelitiannya pada 15 perusahaan, dimana seluruh perusahaan yang diteliti menunjukkan kenaikan hasil kerja antara 4-35%. Sedangkan intensitas pekerjaan yang kurang menurut Armstrong (1992) dapat menyebabkan gangguan visibilitas dan *eyestrain*. Sebaliknya intensitas penerangan yang berlebihan juga dapat menyebabkan *glare, reflections, excessiveshadows, visibility & eyestrain*.

Menurut Grandjean (1993) penerangan yang tidak didesain dengan baik akan menimbulkan gangguan atau kelelahan penglihatan selama kerja. Pengaruh dari penerangan yang kurang memenuhi syarat akan mengakibatkan kelelahan mata, mental, keluhan pegal dan kerusakan indera mata. Selanjutnya pengaruh kelelahan pada mata bermuara pada penurunan performansi kerja. Standar penerangan di Indonesia telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Perburuhan (PMP) No. 7 Tahun 1964, tentang syarat-syarat kesehatan, kebersihan, dan penerangan di tempat kerja. Intensitas penerangan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut;

- 1) Pencahayaan untuk halaman dan jalan dilingkungan perusahaan harus mempunyai intensitas pencahayaan paling sedikit 20 *luks*.

- 2) Pencahayaan untuk pekerjaan yang hanya membedakan barang kasar dan besar paling sedikit mempunyai intensitas pencahayaan *50 luks*.
- 3) Pencahayaan yang cukup untuk pekerjaan yang membedakan barang kecil secara sepiantas lalu paling sedikit mempunyai intensitas pencahayaan *100 luks*.
- 4) Pencahayaan untuk pekerjaan yang membedakan dengan teliti dari barang kecil agak teliti paling sedikit mempunyai intensitas pencahayaan *200 luks*.
- 5) Pencahayaan untuk pekerjaan yang membedakan dengan teliti dari barang-barang yang kecil dan halus, paling sedikit memilih intensitas pencahayaan *300 luks*.
- 6) Pencahayaan yang cukup untuk pekerjaan yang membeda-bedakan barang halus dengan kontras yang sedang dalam waktu yang lama, harus mempunyai intensitas pencahayaan paling sedikit *500-1000 luks*.
- 7) Pencahayaan yang cukup untuk pekerjaan yang membedakan barang yang sangat halus dengan kontras yang kurang dan dalam waktu yang lama, harus mempunyai intensitas pencahayaan paling sedikit *2000 luks*.

Menurut Sanders and Mc Cormick (1987) dan Grandjean (1993) memberikan pedoman untuk desain sistem penerangan yang tepat di tempat kerja dengan cara sebagai berikut:

1. Menghindari penempatan arah cahaya langsung dalam lapangan penglihatan tenaga kerja.
2. Menghindari penggunaan cat yang mengkilat pada mesin aatau meja dan tempat kerja

3. Menggunakan cahaya difusi (cahaya merata) untuk menyediakan atmosfer pekerjaan terbaik.
4. Menggunakan lebih banyak lampu dengan daya kecil, daripada menggunakan lampu sedikit dengan daya besar.
5. Menghindari lokasi pencahayaan dalam 30 dari garis normal lihat
6. Menghindari sumber cahaya berkedip.

2.2.3 Kelelahan

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Kelelahan diatur secara sentral oleh otak yang bermuara kepada kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh (Tarwaka et al., 2004).). Kelelahan diklasifikasikan menjadi dua, kelelahan otot dan kelelahan secara umum. Kelelahan otot merupakan perasaan nyeri pada otot, sedangkan kelelahan umum biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh karena monotomi; intensitas dan lamanya kerja fisik; keadaan lingkungan; sebab-sebab mental; status kesehatan dan keadaan gizi (Grandjean, 1993).

Untuk mengurangi tingkat kelelahan perlu mengetahui penyebabnya agar kelelahan dapat ditangani dengan tepat agar tidak menjadi kronis. Penilaian tingkat kelelahan dapat dilakukan dengan pengukuran kelelahan secara tidak langsung baik secara objektif maupun subjektif. Cara mengatasi kelelahan yang terjadi pada pekerja antara lain sebagai berikut;

1. Sediakan kalori secukupnya sebagai input untuk tubuh

2. Bekerja menggunakan metode kerja yang baik. Misalkan bekerja menggunakan prinsip ekonomi gerakan.
3. Memperhatikan kemampuan tubuh, artinya mengeluarkan tenaga tidak melebihi pemasukannya dengan memperhatikan batasan-batasannya.
4. Memperhatikan waktu kerja yang teratur
5. Mengatur lingkungan fisik sebaik-baiknya
6. Berusaha untuk mengurangi monotoni warna dan dekorasi ruang kerja, menyediakan musik, menyediakan waktu olah raga.

2.2.4 Keluhan Muskuloskeletal

Keluhan muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit, hingga terjadi kerusakan yang biasa disebut *muskuloskeletal disorders* (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Grandjean, 1993). Sistem kerangka otot (*The Skeletal and Muscular System*) tubuh manusia terdiri dari sistem kerangka dan sistem otot yang membentuk mekanisme gerakan dan melakukan fungsi penting lainnya. Sistem kerangka merupakan alat pengungkit mekanis yang pergerakannya diperoleh dari kontraksi otot (Tayyari, 1997). Keluhan otot skeletal pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat pemberian beban kerja yang terlalu berat dengan durasi pembebanan yang panjang. Sebaliknya keluhan otot kemungkinan tidak terjadi apabila kontraksi otot hanya berkisar antara 15-20% dari kekuatan otot maksimum. Namun apabila kontraksi otot melebihi 20% maka peredaran darah ke otot berkurang menurut tingkat kontraksi yang dipengaruhi oleh besarnya tenaga yang diperlukan. Suplai

oksigen ke otot menurun, proses metabolisme karbohidrat terhambat dan sebagai akibat terjadi penimbunan asam laktat yang menyebabkan timbulnya rasa nyeri otot (Suma'mur, 1989; Grandjean, 1993).

Keluhan MSDs yang sering timbul pada pekerjaan industri adalah nyeri punggung, nyeri leher, nyeri pada pergelangan tangan, siku dan kaki. Menurut Peter Vi yang dikutip Tarwaka, et al (2014) bahwa ada 5 faktor yang dapat meningkatkan timbulnya MSDs yaitu (1) Peregangan otot yang berlebihan (2) Aktivitas berulang, (3) Sikap kerja tidak alamiah (4) Faktor sekunder seperti getaran, tekanan dan iklim mikro, (5) Penyebab kombinasi yang berasal dari individu pekerja. Beban kerja yang berat, postur kerja yang salah dan perulangan gerakan yang tinggi, serta adanya getaran terhadap keseluruhan tubuh merupakan keadaan yang memperburuk penyakit tulang belakang (Luoupajarvi, 1990). Pencegahan terhadap MSDs akan memperoleh manfaat berupa penghematan biaya, meningkatkan produktivitas, dan kualitas kerja serta meningkatkan kesehatan, kesejahteraan dan kepuasan kerja karyawan.

A. WMSDs (*Work-Related Musculoskeletal Disorders*)

WMSDs adalah sekumpulan gangguan sistem *muskuloseletal* menyangkut otot, tendon, dan syaraf yang diakibatkan oleh pekerjaan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan intensitas tinggi dan waktu istirahat yang kurang. Keluhan otot skeletal pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat pemberian beban kerja terlalu berat dengan durasi pembebanan yang panjang. Terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan keluhan otot skeletal yaitu (Tayyari and Smith, 1997): (1)Peregangan otot yang berlebihan, (2)

Aktifitas berulang (3) Sikap kerja tidak alamiah. Faktor-faktor yang dapat menimbulkan adanya gangguan pada tubuh manusia jika pekerjaan berat dilakukan secara terus menerus akan berakibat buruk pada kondisi kesehatan pekerja untuk jangka waktu lama (Suma'mur, 1989), dan menimbulkan kecelakaan dalam industri, yang disebut *over exertion lifting and carrying* yaitu kerusakan jaringan tubuh yang disebabkan oleh beban angkat yang berlebihan (Nurmianto, 1996).

Sikap kerja yang tidak alamiah pada umumnya dikarenakan tuntutan tugas, alat kerja dan stasiun kerja yang tidak sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan pekerja. Di Indonesia sendiri hal ini umumnya dikarenakan oleh adanya ketidaksesuaian antara ukuran alat dan stasiun kerja dengan ukuran tubuh pekerja (Tarwaka et al., 2004). Menurut ketua tim peneliti Riset *Federal Work Association for Posture and Movement*, Jerman, Pieter Dieter Breithecker proses kemerosotan fungsi tulang pada tubuh dan sistem pergerakan (*locomotive system*) saat ini telah menjadi masalah kesehatan yang serius disemua kelompok usia. Dalam penelitiannya, 80% populasi mengalami masalah punggung sesuai dengan tingkat usia. Sedangkan 50% populasi mengalami masalah punggung yang terjadi minimal setahun sekali dan 25% populasi menderita sakit punggung kronis. Hanya 15% dari kasus keluhan mengenai penyakit punggung yang disebabkan oleh penyakit tertentu, sisanya disebabkan oleh kurangnya gerak badan dan posisi duduk yang keliru dalam waktu lama. Ketika duduk, badan melawan gaya gravitasi bumi. Posisi duduk yang statis dapat membuat mental dan fisik

melemah, disebabkan karena kurangnya pasokan oksigen ini sering disebut *school headache*.

Studi MSDs pada berbagai jenis industri telah banyak dilakukan dan hasil studi menunjukkan bahwa bagian otot yang sering dikeluhkan adalah otot rangka (skelatal) yang meliputi otot leher, bahu, lengan, jari, punggung, pinggang dan otot-otot bagian bawah. Diantara keluhan otot skeletal tersebut, yang banyak dialami pekerja adalah otot bagian pinggang (*low back pain*). Laporan dari *the Bureau of Labour Statistic* (LBS) Departemen Tenaga Kerja Amerika Serikat yang dipublikasikan pada tahun 1982 menunjukkan bahwa hampir 20% dari semua kasus sakit akibat kerja dan 25% biaya kompensasi yang dikeluarkan sehubungan dengan adanya keluhan/sakit punggung. Sementara itu *National Safety Council* melaporkan bahwa sakit akibat kerja yang frekuensi kejadiannya paling tinggi adalah sakit punggung yaitu 22% dari 1.700.000 kasus (Waters et al., 1996).

B. CTDs (*CummulativeTrauma Disorders*)

Cummulative trauma disorders adalah cedera pada sistem kerangka otot yang semakin bertambah secara bertahap sehingga akibat dari trauma kecil yang terus menerus yang disebabkan oleh desain yang buruk yaitu desain alat/ sistem kerja yang membutuhkan gerakan tubuh dalam posisi yang tidak normal serta penggunaan perkakas atau alat lainnya yang terlalu sering. Empat faktor penyebab timbulnya CTDs:

1. Penggunaan gaya yang berlebihan selama gerakan normal

2. Gerakan sendi yang kaku yaitu tidak berada pada posisi normal. Misalnya bahu yang terlalu terangkat, lutut yang terlalu naik, punggung terlalu membungkuk dan lainnya.
3. Perulangan gerakan yang sama secara terus menerus
4. Kurangnya istirahat yang cukup untuk memulihkan trauma sendi.

Gejala yang berhubungan dengan CTDs antara lain adalah terasa sakit atau system pada otot, gerakan sendi yang terbatas dan terjadi pembengkakan. Jika gejala ini dibiarkan maka akan menimbulkan kerusakan permanen. CTDs merusak sistem saraf *muskuloskeletal* yaitu urat syaraf, otot tendon, ligamen, tulang dan tulang sendi (*joint*) pada pergerakan extrem dan bagian tubuh atas (bahu, tangan, siku, pergelangan tangan), tubuh bagian bawah (pinggul, lutut, kaki) dan bagian belakang (leher dan punggung/badan). Punggung, leher dan bahu merupakan bagian yang rentan terkena CTD, penyakit yang diakibatkan adalah nyeri pada tengkuk/bahu (*cervical syndrome*), nyeri pada tulang belakang yang disebut *Chronic Low Back Pain*. Pada tangan dan pergelangan tangan terjadi trigger (tangan bergetar), raynaud's syndrome (vibration white finger, carpal tunnel syndrome (Tayyari, 1997).

C. QEC (Quick Exposure Checklist)

Pencegahan terjadinya kecelakaan kerja terutama pada bagian musculoskeletal adalah dengan cara mengurangi dan menghilangkan pekerjaan yang berisiko terhadap keselamatan kerja, yaitu dengan cara (Pratiwi, 2011): (1) perencanaan ulang pekerjaan, (2) mekanisasi, (3) rotasi pekerjaan, (4) perbanyak dan pengayaan kerja, (5) kelompok kerja, (6) perancangan tempat

kerja. Salah satu metode postur kerja untuk menilai dan mengevaluasi postur individu secara cepat dan mudah dilakukan adalah metode Quick Exposure Checklist. Metode QEC pertama kali dikembangkan oleh (Li and Buckle, 1988), kemudian dilanjutkan oleh David (2005). QEC merupakan alat untuk menilai risiko ergonomi dan diaplikasikan untuk menilai tingkat resiko pemaparan postur kerja. Metode QEC akan memberikan penilaian dengan skala empat level tingkat bahaya dari postur untuk mengoreksi postur tersebut. Metode tersebut menilai postur suatu individu sehingga untuk menilai postur kerja pada bagian produksi perlu dikembangkan sehingga mampu mengakomodasi postur dari seluruh operator dengan waktu singkat dan mudah. Tahapannya sebagai berikut (Pratiwi, 2012):

Tahap 1 : Pengembangan metode untuk merekam postur kerja

Tubuh dibagi dalam segmen-segmen yang membentuk lima kelompok atau grup yaitu grup A, B, C, D, E dan F. Hal ini untuk memastikan bahwa seluruh postur tubuh terekam, sehingga segala kejanggalan atau batasan postur oleh punggung atau leher yang mungkin saja mempengaruhi postur anggota tubuh atas dapat tercakup dalam penilaian.

1. Grup A Penilaian Untuk Postur Punggung (A1-A3)
2. Grup a Penilaian Berat Maksimum yang diangkat Secara Manual (a1-a2)
3. Grup B Penilaian Untuk Pergerakan Punggung (B1-B5)
4. Grup b Penilaian waktu rata-rata yang dikeluarkan per hari pada pekerjaan ini (b1 – b3)

5. Grup C Penilaian Untuk Postur Bahu/Lengan (C1-C3)
6. Grup c penilaian level tekanan maksimum dengan menggunakan satu tangan (c1 – c3)
7. Grup D Penilaian Untuk Pergerakan Bahu/Lengan (D1-D3)
8. Grup d untuk mengetahui seberapa besar getaran yang ada pada pekerjaan ini (d1-d3)
9. Grup E Penilaian Untuk Postur Tangan/Pergelangan Tangan (E1-E2)
10. Grup e apakah ketajaman mata dibutuhkan dalam pekerjaan ini (e1-e2)
11. Grup F Penilaian Untuk Pergerakan Tangan/Pergelangan Tangan (F1-F3)
12. Grup f apakah ada kesulitan dalam melakukan pekerjaan ini (f1-f3)
13. Grup G Penilaian Untuk Postur Leher (G1-G3)
14. Grup g apakah ada tekanan atau stress dalam malakukan pekerjaan ini (g1- g4)
15. Penilaian Pekerja pada Pekerjaan Yang Sama
16. Perhitungan dari Total skor Penilaian

Tahap 2 : Pengembangan sistem skor untuk pengelompokkan bagian tubuh

Meliputi : 1) Penilaian Punggung 2) Penilaian Bahu/Lengan 3) Penilaian Tangan/Pergelangan 4) Penilaian Leher 5) Penilaian Pekerja

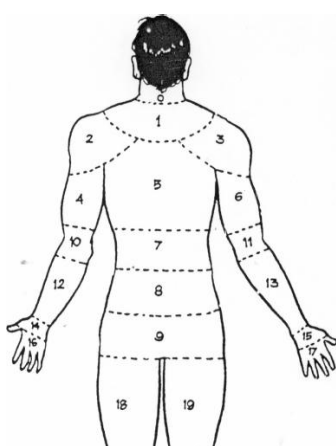
Tabel 2.3 Skor QEC dan Penanganan

Jumlah Skor	Penanganan
------------------------	-------------------

Kurang dari 70	Nilai tersebut dapat diterima
70-88	Investigasi lebih lanjut
89-123	Investigasi lebih lanjut dan dilakukan penanganan segera
Lebih dari 123	Investigasi lebih lanjut dan dilakukan penanganan secepatnya

2.2.5 Nordic Body Map

Nordic Body Map (NBM) digunakan untuk mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai dengan sangat sakit. Melihat dan menganalisis peta tubuh (NBM) maka dapat diestimasi jenis dan tingkat keluhan otot skeletal yang dirasakan oleh pekerja. Cara ini sangat sederhana namun kurang teliti karena mengandung subjektivitas yang tinggi. Untuk menekan bias yang mungkin terjadi, maka sebaiknya pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah melakukan aktivitas kerja (*pre and post test*) (Tarwaka, 2004).



No	Bagiantubuh	No	Bagiantubuh
0	Leherbagianatas	14	Pergelangantangkankiri
1	Leherbagianbawah	15	Pergelangantanganakanan
2	Bahukiri	16	Tangkankiri

	3	Bahukanan	17	Tangankanan
	4	Lenganataskiri	18	Paha kiri
	5	Punggung	19	Paha kanan
	6	Lenganataskanan	20	Lututkiri
	7	Pinggang	21	Lututkanan
	8	Bokong	22	Betiskiri
	9	Pantat	23	Betiskan
	10	Sikukiri	24	Pergelangan kaki kiri
	11	Sikukanan	25	Pergelangan kaki kanan
Gambar 2.1	12	Lenganbawahkiri	26	Kaki kiri
<i>Nordic Body Map</i>	13	Lenganbawahkanan	27	Kaki kanan

2.2.6 Anthropometri

Anthropometri berasal dari *antropos* yang artinya manusia dan *metron* yang berarti pengukuran, dengan demikian antropometri mempunyai arti sebagai pengukuran tubuh manusia (Bridger, 1995). Menurut Pulat (1992) mendefinisikan antropometri sebagai studi dari dimensi tubuh manusia. Lebih lanjut Tayyari and Smith (1997) menjelaskan bahwa antropometri merupakan studi yang berkaitan erat dengan dimensi dan karakteristik fisik tertentu dari tubuh manusia seperti berat, volume, pusat gravitasi, sifat-sifat inersia segmen tubuh, dan kekuatan kelompok otot. Sanders and Mc. Cormick (1987) menyatakan bahwa antropometri adalah pengukuran dimensi tubuh atau karakteristik fisik tubuh lainnya yang relevan dengan desain tentang sesuatu yang dipakai orang. Dengan mengetahui ukuran dimensi tubuh pekerja, dapat dibuat rancangan peralatan kerja, stasiun kerja, dan produk yang sesuai dengan dimensi tubuh pekerja

sehingga dapat menciptakan kenyamanan, kesehatan, dan keselamatan kerja (Purnomo, 2013).

Setiap manusia memiliki ukuran tubuh yang berbeda-beda. Ukuran yang berbeda tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain umur, Jenis kelamin, suku/bangsa, dan posisi tubuh (Wignyosubroto, 2008).. Metode pengukuran dimensi tubuh manusia dibedakan menjadi dua jenis, yaitu pengukuran statis dan pengukuran dinamis. Pengukuran dimensi tubuh statis dengan subjek diukur dalam kondisi diam lebih mudah dilakukan daripada pengukuran dinamis dimana subjek diukur dalam keadaan bergerak. Pengukuran dinamis sering diaplikasikan dalam perancangan daerah kerja horisontal dan vertikal untuk kerja duduk, berdiri, dan duduk berdiri. Sementara pengukuran statis biasanya diterapkan untuk perancangan peralatan, perlengkapan industri, tempat duduk, dan sebagainya (Purnomo, 2013).

Menurut Satalaksana (1979) ada 3 filosofi untuk suatu desain sebagai data antropometri yang diaplikasikan yaitu:

1. Perancangan berdasarkan individu ekstrem

Prinsip ini digunakan untuk perancangan yang dapat dipakai oleh sebagian besar orang (minimal 95% pemakai) contoh ukuran pintu darurat.

2. Perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan

Digunakan untuk merancang suatu fasilitas agar bisa digunakan oleh semua orang.

3. Perancangan fasilitas berdasarkan rata-rata pemakai

Digunakan apabila perancangan berdasarkan individu ekstrim tidak mungkin dilaksanakann dan tidak layak jika menggunakan prinsip perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan. Misal disain kursi tunggu.

2.2.7 Pelatihan Kerja Berbasis Kompetensi

A. Konsep Pelatihan

Richaid W. Beatty and Sceneinar (1981) menyatakan latihan adalah proses belajar dalam organisasi yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan maupun mengubah perilaku. Menurut Bernardin and Russell (1993) pelatihan adalah setiap usaha untuk memperbaiki performan pekerja pada pekerjaan tertentu yang sedang menjadi tanggung jawab , atau satu pekerjaannya. Pelatihan lebih berkaiatan dengan peningkatan keterampilan seseorang, baik yang sudah menduduki suatau pekerjaan atau tugas tertentu maupun yang baru akan melangkah ke dunia kerja, sehingga lebih menekankan pada keterampilan (*skill*). Pelatihan merupakan cara terpadu yang diorientasikan pada tuntutan kerja actual, dengan menekankan pada pengembangan *skill, knowledge dan ability*. Menurut Oemar Hamalik (2001), pelatihan meliputi unsur peserta, pelatih/instruktur, dan lamanya pelatihan

B. Kompetensi Kerja

Pelatihan bagi calon tenaga kerja dilakukan dengan tujuan untuk mewujudkan tenaga kerja yang berkompeten dan memiliki daya saing di dunia kerja.

Kompetensi Kerja adalah kemampuan kerja setiap individu yang mencakup aspek pengetahuan, ketrampilan dan sikap kerja yang sesuai dengan standar yang ditetapkan (UU NO. 13 thn. 2003). Menurut Spenser and Spencer (1993) bahwa ada tiga komponen utama pembentuk kompetensi yaitu pengetahuan yang dimiliki, keterampilan dan perilaku individu (*attitude*), dimana ketiga komponen itu dipengaruhi oleh konsep diri, sifat bawaan diri dan motif. Karakteristik masing-masing kompetensi dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengetahuan (*kwonledge*)

Pengetahuan merupakan informasi yang dimiliki oleh seseorang dan merupakan kompone utama kompetensi yang paling mudah diidentifikasi. Seseorang yang mengetahui banyak hal belum tentu orang tersebut dapat melakukan apa yang dia ketahui. Pengetahuan seorang karyawan turut menentukan berhasil tidaknya pelaksanaan tugas yang dibebankan kepadanya. Seorang karyawan yang berkerja pada suatu perusahaan/organisasi, yang mempunyai pengetahuan yang cukup akan meningkatkan efisiansi organisasi tersebut.

2. Keterampilan (*skill*)

Hutapea (2008) menyatakan bahwa keterampilan merupakan kemapun seseorang untuk melakukan suatu aktifitas atau pekerjaan. Dengan kata lain keterampilan adalah suatu kemampuan yang dimiliki oleh individu sumber daya manusia ditunjukkana dalam bentuk penguasaan keterampilan yang dimilikinya. Adapun unsur-unsur yang memperkuat keterampilan untuk dikuasai atau dimiliki oleh seseorang, itu dikarenakan: (1) Handal dalam melaksanakan dan

menyelesaikan tugas sesuai dengan dinamika kerja. (2) Cakap dalam menyelesaikan aktivitas kerja berdasarkan prosedur yang diibankan. (3) Ahli dalam bidang penguasaan dan penyajian berdasarkan kriteria kemajuan tugas kerja.

3. Sikap (*attitude*)

Sikap (*attitude*) adalah kesiapan mental, yang dipelajari dan diorganisasi melalui pengalaman dan mempunyai pengaruh tertentu atas cara tanggap seseorang terhadap orang lain, objek dan situasi yang berhubungan dengannya. Berdasarkan pengertian tersebut, maka jelas sikap adalah pernyataan *evaluative* baik menguntungkan maupun tidak. Hal ini menyangkut objek, orang banyak, orang atau peristiwa dimana sikap mencerminkan bagaimana merasakan mengenai sesuatu.

C. Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia

Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia yang selanjutnya disebut SKKNI adalah rumusan kemampuan kerja yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan dan atau keahlian serta sikap kerja minimal yang harus dimiliki seseorang untuk melakukan tugas/pekerjaan tertentu yang berlaku secara nasional. Standar yang disusun berdasarkan *Regional Model Competency Standard* (KEP MENAKERTRANS No. 140/MEN/VI/2008). Berdasarkan UU No. 13 Tahun 2003 tentang ketenaga kerjaan ditekankan bahwa program pelatihan kerja harus mengacu kepada standar kompetensi kerja. Selanjutnya peraturan pemerintah No. 31 Tahun 2006 tentang Sistem Pelatihan Kerja Nasional ditegaskan kembali bahwa program pelatihan kerja dan sertifikasi tenaga kerja harus mengacu kepada

SKKNI, Standar Kompetensi Kerja Internasional maupun Standar Kompetensi Khusus. Berlakunya perundangan yang baru dan merupakan manifestasi dari keinginan semua pihak untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas SDM di Indonesia.

Pedoman dan tata cara penyusunan standar kompetensi kerja nasional Indonesia adalah kelengkapan dan tindak lanjut peraturan menteri tenaga kerja dan transmigrasi RI Nomor 8 Tahun 2012. Selanjutnya agar dapat digunakan oleh berbagai pihak untuk merancang dan menyusun standar kompetensi kerja sesuai dengan kebutuhan pengembangan SDM di masing-masing sektor. Adapun dasar hukum yang menjadi acuan dalam KKNi adalah:

1. UU No. 13 Tahun 2003 tentang ketenaga kerjaan
2. PP No. 23 Tahun 2004 tentang Badan Nasional Sertifikasi Profesi
3. PP No. 31 Tahun 2006 tentang Sistem Pelatihan Kerja Nasional
4. Peraturan Presiden No. 8 Tahun 2012 tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia.

Dengan penguasaan standar kompetensi diharapkan SDM mampu menggunakan kemampuan yang dimiliki untuk melaksanakan tugas atau pekerjaannya.

2.2.8 Macroergonomic Analysis and Design (MEAD)

Salah satu metode dalam ergonomi makro adalah Macroergonomic Analysis and Design (Kleiner, 2005). Metode ini memiliki beberapa tahapan dalam menilai dan meningkatkan sistem kerja, diantaranya:

1. Mendefinisikan subsistem organisasi
 - a. Mereview input, output, customer, proses kerja serta mekanisme umpan balik dalam mengorganisasi visi dan misi.
 - b. Identifikasi pernyataan formal mengenai visi dan misi
 - c. Mengidentifikasi Stakeholder yang utama pada sistem organisasi.
 - d. Mengidentifikasi keinginan pekerja dan pemilik
2. Mendefinisikan tipe alat kerja dan menetapkan tingkat kinerja yang diinginkan. Menetapkan kunci kinerja yang ingin dicapai dan tingkat kinerja yang diinginkan.
3. Mendefinisikan proses kerja dan analisa kerja
 - a. Mengidentifikasi unit-unit kerja yang ada di Organisasi
 - b. Mengidentifikasi proses kerja yang ada pada unit-unit tersebut dan melakukan analisa kerja untuk mengukur kemungkinan dilakukannya perbaikan-perbaikan serta mengidentifikasi jika terdapat permasalahan dalam koordinasi
4. Mendefinisikan variansi actual dan harapan
Menganalisa data yang sudah diperoleh pada langkah-langkah sebelumnya untuk mengidentifikasi kelemahan, penyimpangan ataupun permasalahan lain yang dapat menyebabkan penurunan kinerja sistem

kerja ataupun mengidentifikasi hal-hal yang menyebabkan adanya gap antara keinginan pekerja dengan pemilik

5. Membuat matriks variansi

Penyimpangan hasil analisis langkah 4 kemudian dibuat matriks variansi, untuk mengidentifikasi apakah penyimpangan yang terjadi saling mempengaruhi dengan penyimpangan yang lain

6. Menganalisa peran personel

Mengidentifikasi peran personel yang bertanggung jawab pada unit kerja dimana penyimpangan tersebut terjadi.

7. Mengalokasikan fungsi dan penggabungan desain

Melakukan perbaikan terhadap proses kerja dan juga mengalokasikan personel yang bertanggung jawab.

8. Menganalisa persepsi dan tanggung jawab

a. Mengidentifikasi *skill* dan pengetahuan yang dibutuhkan personel yang bertanggung jawab pada area terjadi penyimpangan ataupun personel yang diberi tanggung jawab untuk proses perbaikan.

b. Mengidentifikasi persepsi personel tersebut terhadap tugas, serta apa yang sudah dikerjakannya.

c. Jika terdapat gap antara peran yang dibutuhkan dengan yang menjadi persepsi dari personel tersebut maka dapat dikurangi misalnya dengan menggunakan training dan lain-lain.

9. Desain ulang dukungan dan menggabungkan subsistem

Mendesain ulang dukungan ataupun memperbaiki support subsistem dalam hal ini misalnya terdapat permasalahan dalam komunikasi / umpan balik maka harus di desain ulang sistem komunikasi di dalam sistem organisasi

10. Menerapkan, mengiterasi, dan meningkatkan kinerja

2.2.9 Uji Statistik

A. Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi dengan sebesar distribusi normal. Uji ini dilakukan dengan uji *Kolmogorov Smirnov* yaitu dengan menguji nilai probabilitas dan skor total yang didapat dalam penelitian. Uji normalitas dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

a. Menentukan hipotesis

Ho : skor bobot berdistribusi normal

H1 : skor bobot tidak berdistribusi normal

b. Menentukan taraf signifikasnsi (α)

Taraf signifikansi (α) yang digunakan adalah 5% atau 0,05 dengan $df=n-$

1.

c. Membandingkan probabilitas dengan taraf signifikansi

Jika probabilitas $> 0,05$ maka Ho diterima

Jika probabilitas $< 0,05$ maka Ho ditolak

Karakteristik dari distribusi normal adalah sebagai berikut:

1. Membentuk kurva lonceng dan memiliki satu puncak yang terletak tepat ditengah distribusi.
2. Rata-rata hitung, median dan modus dari distribusi adalah sama dan terletak dipuncak kurva
3. Setengah daerah di bawah kurva berada di atas titik tengah, dan setengah daerah lainnya terletak dibawahnya
4. Data menyebar disekitar garis lurus

B. Uji Beda

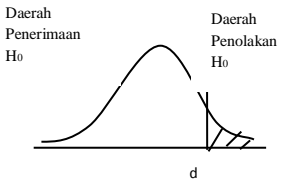
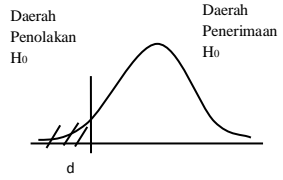
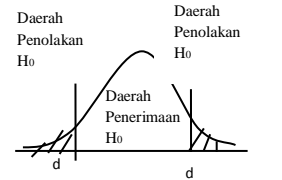
Uji beda digunakan untuk menguji hipotesis komparatif dua sampel yang berkorelasi bila datanya berbentuk normal. Sebelum dilakukan uji beda terlebih dahulu dilakukan uji normal untuk mengetahui distribusi data, apabila data berdistribusi normal maka digunakan uji T, tetapi apabila data tidak berdistribusi normal maka digunakan uji *Wilcoxon* (Walpole,1985). Uji beda digunakan dalam penelitian ini adalah dengan uji statistik parametrik *compare mean* dengan *Paires Sampled T-Test*. Tahap-tahap pengujian pada uji t (T-test) antara lain:

1. Hipotesis
 - a. $H_0: \mu_0 = \mu_1$ = Tidak ada perbedaan skor bobot kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.
 - b. $H_1: \mu_0 \neq \mu_1$ = Ada perbedaan skor bobot kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.
2. Menentukan taraf signifikansi
 Taraf signifikansi (α) yang digunakan 5% atau 0,05 dengan $df = n-1$
3. Membandingkan besar probabilitas dengan taraf signifikansi

Jika probabilitas (sig) > 0,05 maka HO diterima

Jika probabilitas (sig) < 0,05 maka H1 ditolak

Tabel 2.4 Tahap-tahap pengujian pada uji t (T-test)

	Uji Sisi Kanan	Uji Sisi Kiri	Uji Dua Sisi
H0	Ho: $\mu_0 = \mu_1$	Ho: $\mu_0 = \mu_1$	Ho: $\mu_0 = \mu_1$
H1	Ho: $\mu_0 > \mu_1$	Ho: $\mu_0 < \mu_1$	H1: $\mu_0 \neq \mu_1$
(α)	5% atau 0,05 dengan df = n-1	5% atau 0,05 dengan df = n-1	5% atau 0,05 dengan df = n-1
Daerah Kritis	t hitung > t tabel	t hitung < t tabel	t < -t (db; $\alpha/2$ dan t < t (db; $\alpha/2$)
Kurva			
Rumusan	$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$	$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$	$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}$
Kesimpulan	Jika probabilitas (sig) > 0,05 maka HO diterima Jika probabilitas (sig) < 0,05 maka H1 ditolak	Jika probabilitas (sig) > 0,05 maka HO diterima Jika probabilitas (sig) < 0,05 maka H1 ditolak	Jika probabilitas (sig) > 0,05 maka HO diterima Jika probabilitas (sig) < 0,05 maka H1 ditolak