
Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental dengan Menggunakan Metode *Work Sampling* dan NASA-TLX sebagai Upaya Peningkatan Produktivitas Kerja di PT. Putra Sulung Makmur Metal Castindo

Muhammad Abi Nadhim¹, Ayudyah Eka Apsari²

^{1,2}Universitas Teknologi Yogyakarta

E-mail: abimjavier15@gmail.com¹, ayudyaheka2511@gmail.com²

Article History:

Received: 12 Juli 2023

Revised: 22 Juli 2023

Accepted: 24 Juli 2023

Keywords: *Work Sampling, NASA-TLX, Beban Kerja*

Abstract: *PT Putra Sulung Metal Castindo adalah perusahaan yang bergerak dalam pengecoran logam. Analisis beban kerja pada perusahaan yang bergerak pada bidang pengecoran logam dengan rata-rata 8 jam kerja sehari. Dari keseluruhan produk dalam proses produksi tentunya akan terdapat beban kerja bagi karyawannya. Beban kerja yang dialami oleh karyawan dapat mempengaruhi kondisi fisik dan psikis seseorang. Semakin cepat tugas harus diselesaikan, semakin tinggi tingkat beban kerja yang dirasakan. Tujuan dari penelitian ini adalah Menganalisis tingkatan beban kerja fisik untuk meningkatkan produktivitas kerja dan Menganalisis tingkatan beban kerja mental sebagai upaya peningkatan produktivitas kerja pada PT. Putra Sulung Makmur Metal Castindo. Work sampling merupakan metode yang diterapkan dalam pengamatan terhadap aktivitas pekerja, yang prosesnya dilalui dengan perhitungan ratio delay, performance level, waktu normal, dan waktu baku atau standar. NASA-TLX termasuk kedalam salah satu metode pendekatan guna mengukur beban kerja mental sifatnya subyektif, yang mana karyawan diminta untuk memberikan pendapat atas pekerjaannya. Besaran beban kerja fisik yang dilakukan menggunakan metode work sampling pada operator produksi bagian produksi body pompa termasuk tinggi 74% mendekati batas maksimum yaitu 100%. Dari Hasil pengolahan data NASA-TLX ditunjukkan bahwa faktor dari beban mental yang mempengaruhi secara dominan adalah effort dengan skornya 2454.*

PENDAHULUAN

PT Putra Sulung Metal Castindo adalah perusahaan yang bergerak dalam pengecoran logam yang memiliki gedung perkantoran dan pabrik seluas 3.408 m yang berdiri diatas lahan seluas 4.545 m, serta memiliki 63 orang karyawan, PT Putra Sulung Metal Castindo berada di Jalan Raya

Basole, Ngaglik, Klepu, Kecamatan Ceper, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah.

PT Putra Sulung Metal Castindo berdiri pada tanggal 12 Februari 2012. Bermula dari perusahaan yang kepemilikannya masih berstatus CV lalu membubarkan diri, Pemilik PT Putra Sulung Metal Castindo merintis kembali dengan target konsumen sekitar klaten yang hingga sekarang dapat berkembang sehingga menjadi PT Putra Sulung Metal Castindo dengan konsumen diseluruh Indonesia. Awal berdirinya PT Putra Sulung Metal castindo dengan karyawan berjumlah 15 orang pada awal perusahaan didirikan dari perusahaan sebelumnya.

Di masa-masa awal berdirinya, perusahaan ini hanya mengandalkan penjualan lokal atau di sekitar pabrik saja seperti Klaten, Solo, dan Surakarta dari segi penjualannya. Hal tersebut berlangsung selama 2-3 tahun yang akhirnya bisa meningkat dengan memiliki mesin produksi yang lebih besar, hingga pada tahun 2017 bersamaan dengan dibelinya Surat Hak Kepemilikan (SHM) pabrik tersebut, perusahaan tersebut menjadi sebuah PT (Perseroan Terbatas) dan hingga saat ini banyak memiliki mesin-mesin modern dengan jangkauan pemasarannya sudah di seluruh Indonesia.

LANDASAN TEORI

Pengertian dan Definisi Beban Kerja Fisik dan Mental

Beban kerja fisik adalah salah satu bentuk beban kerja yang ditimbulkan oleh pekerjaan yang didominasi dengan aktivitas fisik. Berdasarkan Puspa (2014), beban kerja fisik merujuk pada beban kerja yang mengharuskan penggunaan energi fisik otot manusia yang menjadi sumber tenaga bagi pekerja. Faktor utama yang digunakan sebagai penilaian tingkat kesulitan atau ringan suatu pekerjaan adalah konsumsi energi. Pengukuran beban kerja fisik pada pekerja langsung relative mudah sebab adanya output yang dapat diukur secara jelas. Namun, dalam kasus tenaga kerja tidak langsung, pengukurannya dengan menggunakan berbagai pendekatan.

Kerja mental mencerminkan perbandingan antara tuntutan kerja mental dan kemampuan mentalnya seorang tenaga kerja. Adapun pengukurannya tidak sesederhana mengukur beban kerja fisik, karena sulit untuk mengevaluasi perubahan fungsi tubuh dalam pekerjaan yang melibatkan aspek mental. Dari segi fisiologis, pekerjaan yang melibatkan aktivitas mental cenderung dianggap sebagai pekerjaan yang ringan, sehingga kalori yang diperlukan untuk menjalankan pekerjaan tersebut relatif rendah. Namun, pada dasarnya aktivitas mental justru lebih berat daripada aktivitas fisik, ebab kerja mental lebih bergantung pada fungsi otak dibandingkan menggunakan otot (Tarwaka dkk., 2004).

Waktu Produktif

Waktu produktif merupakan waktu kerja yang menjadi aspek utama dalam meningkatnya produktivitas, yang mana sample data waktu ini diambil berdasarkan observasi langsung yang dilakukan peneliti dengan kurun waktu tertentu. Dalam penelitian terkait waktu produktif tentunya akan terdapat pula waktu non produktif, sehingga dalam kasus seperti ini waktu produktif yang ada pada karyawan atau pekerja harus lebih maksimal dibandingkan waktu non produktif.

Metode Work Sampling

Work sampling adalah metode yang peruntukannya guna mengamati aktivitas pekerjaan dengan menghitung rasio keterlambatan, tingkat kinerja, waktu normal, dan waktu standar. Yanto dan Ngaliman (2017) menuturkan bahwasanya studi waktu menggunakan sampling pekerjaan berlandaskan prinsip probabilitas. Sementara itu, berdasarkan pendapat Sritomo (1995), metode ini juga dikenal sebagai metode observasi acak, yaitu metode yang digunakan guna melakukan pengamatan terhadap kegiatan kerja dari mesin, proses, pekerja, atau operator.

Metode NASA-TLX

Metode NASA-TLX adalah metode pendekatan yang peruntukannya guna mengukur beban kerja mental secara subjektif, di mana karyawan diminta untuk memberikan pendapat mereka tentang pekerjaan yang sedang mereka lakukan. Dalam metode NASA-TLX, terdapat enam indikator pengukuran yang meliputi:

Table 1. Indikator Pengukuran NASA-TLX

INDIKATOR	KODE	KETERANGAN
<i>Mental Demand</i>	MD	Menilai aktivitas mental yang melibatkan pengamatan, ingatan, pencarian informasi, dan pemahaman terhadap tingkat kesulitan, kompleksitas, fleksibilitas, dan ketatannya.
<i>Physical Demand</i>	PD	Jumlah aktivitas fisik yang diperlukan
<i>Performance</i>	P	Keberhasilan dan kepuasan seseorang atas pekerjaannya.
<i>Temporal Demand</i>	TD	Jumlah tekanan terkait waktu yang dirasakan selama berlangsungnya pekerjaan, apakah cepat, sedang atau lambat.
<i>Frustration</i>	FR	Perasaan ketidakamanan, gangguan, keputusasaan, dan tersinggung dibandingkan dengan perasaan yang bertolak belakang.
<i>Effort (Usaha)</i>	EF	Tingkat keberatan dalam kerja mental maupun fisik yang diperlukan guna mengerjakan tugas tersebut.

METODE PENELITIAN (Times New Roman, size 12)

1. Studi literatur dan studi pustaka

Melakukan pengumpulan data pustaka atau literatur dari jurnal-jurnal dan buku dari berbagai sumber yang ada dan perpustakaan untuk mencari referensi penelitian terdahulu terkait dengan kondisi masalah yang ada di PT Putra Sulung Makmur Metal Castindo.

2. Identifikasi masalah

Mendalami masalah yang terdapat pada PT Putra Sulung Makmur Metal Castindo sesuai dengan hasil wawancara dan pengamatan langsung agar dapat lebih mengenal masalah yang akan diteliti. Masalah yang terjadi di PT Putra Sulung Makmur Metal Castindo yaitu adanya beban kerja fisik dan mental yang mempengaruhi produktivitas kerja.

3. Perumusan masalah

Melakukan perumusan dan menentukan tujuan penelitian dengan mempertimbangkan situasi yang terjadi pada PT Putra Sulung Makmur Metal Castindo yang didasari dari hasil kajian literatur dan identifikasi masalah yang ada.

4. Pengumpulan data

a. Waktu kerja

Diketahui bahwa hari kerja karyawan dari hari Senin-Sabtu, dengan waktu kerja karyawan adalah hanya 1 shift, selama 8 jam per hari. Dimulai dari pagi pukul 07.00- 15.00 WIB dengan ketentuan jam istirahat 60 menit yaitu 12.00-13.00 WIB. Data jam kerja karyawan ini akan dipergunakan dalam proses perhitungan *work sampling*.

b. Aktivitas operator produksi

Aktivitas karyawan akan dikelompokkan menjadi 2 aktivitas, yaitu aktivitas

produktif dan non produktif (idle) yang nantinya akan diakumulasikan sesuai dengan waktu pengamatan work sampling.

c. Rating factor

Dilakukan penentuan rating factor dengan tabel *westinghouse* sebagai berikut:

Table 2. Westinghouse

SKILL			EFFORT		
+ 0,15	A1	Superskill	+ 0,13	A1	Superskill
+ 0,13	A2		+ 0,12	A2	
+ 0,11	B1	Excellent	+ 0,10	B1	Excellent
+ 0,08	B2		+ 0,08	B2	
+ 0,06	C1	Good	+ 0,05	C1	Good
+ 0,03	C2		+ 0,02	C2	
0,00	D	Average	0,00	D	Average
- 0,05	E1	Fair	- 0,04	E1	Fair
- 0,10	E2		- 0,08	E2	
- 0,16	F1	Poor	- 0,12	F1	Poor
- 0,22	F2		- 0,17	F2	
CONDITION			CONSISTENSY		
+ 0,06	A	Ideal	+ 0,04	A	Ideal
+ 0,04	B	Excellent	+ 0,03	B	Excellent
+ 0,02	C	Good	+ 0,01	C	Good
0,00	D	Average	0,00	D	Average
- 0,03	E	Fair	- 0,02	E	Fair
- 0,07	F	Poor	- 0,04	F	Poor

5. Pengelolaan data

Pengolahan datanya dengan metode Work Sampling dan NASA-TLX, penentuan metode ini dilakukan setelah melakukan studi lapangan dan studi literatur menggunakan jurnal-jurnal nasional maupun internasional serta buku penelitian terdahulu yang memiliki permasalahan dan kondisi yang mirip dan memiliki output penelitian yang baik. Kemudian pengolahan data dilakukan dengan mengambil waktu acak sebagai sampling selama dua hari dan wawancara kepada 10 pekerja dengan hasil sebagai berikut:

Table 3. Frekuensi Hari Pengamatan

Kegiatan	Frekuensi Hari Pengamatan		Jumlah
	1	2	
Produktif	30	30	60
Non Produktif	14	18	32
Jumlah	44	48	92
% Produktif	68%	63%	65%
% Non Produktif	32%	37%	35%

Table 4. Hasil Wawancara

Responden	Weighted Workload (WWL)						Kategori		
	MD	PD	TD	P	EF	FR	Total WWL	Rata-Rata WWL	Beban Kerja
P1	40	90	120	270	450	0	970	64,7	Tinggi
P2	120	70	160	450	0	35	835	55,7	Sedang
P3	120	80	160	80	350	0	790	52,7	Sedang
P4	260	180	90	0	150	35	715	47,7	Sedang
P5	90	75	175	90	0	140	570	38,0	Rendah
P6	75	40	140	400	100	0	755	50,3	Sedang
P7	120	35	120	0	425	50	750	50	Sedang

P8	105	40	90	369	259	0	863	57,5	Sedang
P9	110	40	225	270	320	0	965	64,3	Tinggi
P10	135	80	340	0	400	25	980	65,3	Tinggi
Jumlah	1175	730	1620	1929	2454	285			

6. Analisis hasil dan pembahasan

Tahapan ini dilakukan setelah diperoleh hasil pengolahan data, dengan menganalisa dan melakukan pembahasan dari hasil penerapan metode Work Sampling dan NASA-TLX yang telah dilakukan.

7. Kesimpulan dan saran

Setelah hasil pengolahan data dianalisis, didapatkan kesimpulan yang nantinya akan digunakan untuk usulan evaluasi masalah yang terdapat pada PT Putra Sulung Makmur Metal Castindo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Hasil Menggunakan Metode *Work Sampling*

Pengolahan datanya diukur berdasarkan aktivitas produktif dan non produktif yang dilakukan pekerja selama 8 jam per hari, dengan menggunakan waktu acak dan mendapatkan hasil, dimana persentase produktif pada hari pertama sebesar 68% dan hari kedua sebesar 63%, pada pekerja bagian proses produksi body pompa. Untuk persentase non produktif hari pertama diperoleh sebesar 32%, dan hari kedua sebesar 37%, yang dimana diketahui presentasi non produktif naik pada hari ke dua. Berdasarkan hasil persentase produktif dan non-produktif, didapatkan rasio keterlambatan sebesar 1,89% terhadap aktivitas pekerja dalam proses produksi body pompa. Hal ini menunjukkan pekerja lebih cenderung berkegiatan secara produktif daripada bersantai-santai atau tidak berkegiatan yang non-produktif. Dalam pengamatan sampling kerja, didapatkan bahwa beban kerja fisik pada pekerja bagian pengecoran sebesar 74%. Angka ini dikategorikan tinggi karena nilainya mendekati 100%.

2. Analisis Hasil Pengolahan Data Menggunakan Metode NASA-TLX

Dalam metode ini, hasil perhitungan memberikan nilai untuk 6 indikator yang menentukan seberapa besar pengaruh setiap indikator tersebut terhadap pekerja. Pekerja 1 memiliki nilai kebutuhan mental (MD) adalah 40, kebutuhan fisik (PD) adalah 90, kebutuhan waktu (TD) adalah 120, performansi (P) adalah 270, tingkat frustasi (FR) adalah 0, dan usaha (EF) adalah 450. Rata-rata nilai Workload (WWL) pekerja 1 adalah 64,7, yang termasuk dalam kategori tinggi dengan rentang 61-80. Faktor usaha (EF) merupakan indikator yang paling mendominasi jika dibanding indikator yang lain. Pada pekerja 2, nilai kebutuhan mental (MD) adalah 120, kebutuhan fisik (PD) adalah 70, kebutuhan waktu (TD) adalah 160, performansi (P) adalah 450, tingkat frustasi (FR) adalah 35, dan usaha (EF) adalah 0. Kategori beban kerja yang dihadapi oleh pekerja 2 adalah sedang, dengan nilai 55,7 dalam rentang 41-60. Indikator tingkat performansi merupakan indikator yang paling mendominasi jika dibanding indikator yang lain. Pada pekerja 3, nilai kebutuhan mental (MD) adalah 120, kebutuhan fisik (PD) adalah 80, kebutuhan waktu (TD) adalah 160, performansi (P) adalah 80, tingkat frustasi (FR) adalah 0, dan usaha (EF) adalah 350. Beban kerja pekerja 3 juga dikategorikan sebagai sedang, dengan nilai 52,7 dalam rentang 41-60. Faktor usaha (EF) merupakan indikator yang paling mendominasi jika dibanding indikator yang lain. Pada pekerja 4, nilai kebutuhan mental (MD) adalah 260, kebutuhan fisik (PD) adalah 180, kebutuhan waktu (TD) adalah 90, performansi

(P) adalah 0, tingkat frustrasi (FR) adalah 35, dan usaha (EF) adalah 150. Nilai beban kerja pekerja 4 juga dikategorikan sebagai sedang, dengan nilai 47,7 dalam rentang 41-60. Indikator tingkat kebutuhan mental merupakan indikator yang paling mendominasi jika dibanding indikator yang lain. Pada pekerja 5, nilai kebutuhan mental (MD) adalah 90, kebutuhan fisik (PD) adalah 75, kebutuhan waktu (TD) adalah 175, performansi (P) adalah 90, tingkat frustrasi (FR) adalah 140, dan usaha (EF) adalah 0. Pada pekerja 5 nilai beban kerja dikategorikan rendah yaitu 38,0 yang berada pada range 21-40, dengan indikator kebutuhan waktu merupakan indikator yang paling mendominasi jika dibanding indikator yang lain. Pada pekerja 6, nilai kebutuhan mental (MD) adalah 75, kebutuhan fisik (PD) adalah 40, kebutuhan waktu (TD) adalah 140, performansi (P) adalah 400, tingkat frustrasi (FR) adalah 0, dan usaha (EF) adalah 100. Beban kerja pekerja 6 dikategorikan sebagai sedang, dengan nilai 50,3 dalam rentang 41-60. Indikator tingkat performansi merupakan indikator yang paling mendominasi jika dibanding indikator yang lain. Pada pekerja 7, nilai kebutuhan mental (MD) adalah 120, kebutuhan fisik (PD) adalah 35, kebutuhan waktu (TD) adalah 120, performansi (P) adalah 0, tingkat frustrasi (FR) adalah 50, dan usaha (EF) adalah 450. Beban kerja pekerja 7 juga dikategorikan sebagai sedang, dengan nilai 50 dalam rentang 41-60. Faktor usaha (EF) merupakan indikator yang paling mendominasi jika dibanding indikator yang lain. Pada pekerja 8, nilai kebutuhan mental (MD) adalah 105, kebutuhan fisik (PD) adalah 40, kebutuhan waktu (TD) adalah 90, performansi (P) adalah 360, tingkat frustrasi (FR) adalah 0, dan usaha (EF) adalah 250. Beban kerja pekerja 8 juga dikategorikan sebagai sedang, dengan nilai 57,5 dalam rentang 41-60. Indikator tingkat performansi merupakan indikator yang paling mendominasi jika dibanding indikator yang lain. Pada pekerja 9, nilai kebutuhan mental (MD) adalah 110, kebutuhan fisik (PD) adalah 40, kebutuhan waktu (TD) adalah 225, performansi (P) adalah 270, tingkat frustrasi (FR) adalah 0, dan usaha (EF) adalah 320. Beban kerja pekerja 9 dikategorikan sebagai tinggi, dengan nilai 64,3 dalam rentang 61-80. Indikator tingkat kebutuhan waktu merupakan indikator yang paling mendominasi jika dibanding indikator yang lain. Pada pekerja 10, nilai kebutuhan mental (MD) adalah 135, kebutuhan fisik (PD) adalah 80, kebutuhan waktu (TD) adalah 340, performansi (P) adalah 0, tingkat frustrasi (FR) adalah 25, dan usaha (EF) adalah 400. Beban kerja pekerja 10 juga dikategorikan sebagai tinggi, dengan nilai 65,3 dalam rentang 61-80. Indikator usaha (EF) merupakan indikator yang paling mendominasi jika dibanding indikator yang lain. Secara keseluruhan, setelah dilakukan penelitian, didapatkan jumlah atau besaran tiap indikator dari setiap responden, yaitu kebutuhan mental (MD) sebesar 1175, kebutuhan fisik (PD) sebesar 780, kebutuhan waktu sebesar 1620, performansi (P) sebesar 1929, tingkat frustrasi (FR) sebesar 285, dan usaha (EF) sebesar 2454. Indikator usaha (EF) merupakan indikator yang paling mendominasi jika dibanding indikator yang lain, karena karyawan harus mampu menyelesaikan proses produksi sesuai target dan standar dari perusahaan, baik kualitas maupun kuantitasnya.

KESIMPULAN

Didasarkan analisis dan pembahasannya di atas, maka kesimpulannya yaitu:

1. Beban kerja fisik pada operator produksi bagian produksi body pompa, yang diukur menggunakan metode work sampling, diketahui tinggi sebesar 74%, mendekati batas maksimum yaitu 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa para pekerja lebih cenderung beraktivitas produktif daripada non-produktif selama jam kerja.
2. Beban kerja mental diukur melalui berbagai indikator menggunakan NASA-TLX, termasuk kebutuhan fisik, kebutuhan mental, kebutuhan waktu, usaha, performansi kerja, dan frustrasi.

Hasil memperlihatkan faktor yang memiliki pengaruh besar pada beban mental adalah usaha yang skornya 2454. Usaha merupakan indikator yang paling mendominasi jika dibanding indikator yang lain, karena karyawan harus mampu menyelesaikan proses produksi sesuai target dan standar dari perusahaan, baik kualitas maupun kuantitasnya.

3. Beban kerja fisik dan mental yang didapat memiliki dampak pada produktivitas kerja. Beban fisik tergolong tinggi, yang berpotensi berdampak pada kualitas produk n. Oleh karena itu, perusahaan harus lebih memperhitungkan jumlah, kebutuhan, dan penempatan sumber daya manusia berdasarkan kemampuannya, untuk memastikan kinerja yang optimal.

DAFTAR REFERENSI

- Braarud, P. Ø. (2021). Investigating the validity of subjective workload rating (NASA TLX) and subjective situation awareness rating (SART) for cognitively complex human-machine work. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 1-12.
- Dewi, D. C. (2020). Analisis Beban Kerja Mental Operator Mesin Menggunakan Metode NASA TLX di PTJL. *Journal of Industrial View*, 20-28.
- Firdanis Setyaning Handika, E. I. (2020). Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental Operator Produksi di PD. Mitra Sari. *Jurnal InTent*, 84.
- Fitri Muhammad Nur, K. I. (2017). Tingkat Produktivitas Pekerja Penyungkil Kelapa dengan Menggunakan Metode Work Sampling. *Jurnal Teknik Industri UNISI*, 1-10.
- H Handoyo, D. I. (2021). Workload Identification Using the National Aeronautics and Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) Method of Rolling Mill Operators in the Production Department at PT Jaya Pari Steel Surabaya. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-7.
- Hermawan, D. C. (2018). *Pengoptimalana Jumlah Karyawan Sesuai Beban Kerja Menggunakan Metode Work Sampling dan NASA-TLX (Studi Kasus: Teknik Informatika dan Sistem Informasi ITS*. Surabaya: Repository ITS.
- Mahawati, E., Yuniwati, I., Ferinia, R., Rahayu, P. P., Fani, T., Sari, A. P., ... & Bahri, S. (2021). Analisis Beban Kerja Dan Produktivitas Kerja. Hal 28 Yayasan Kita Menulis
- Myana Rino Andhana, H. P. (2019). Analisis Produktivitas Pekerja dengan Metode Work Sampling pada Filling Shed I Produk Premium PT. Pertamina TBBM Semarang Group. *Industrial Engineering Online Journal*, vol 7, no. 4, 1-8.
- Putro, W. W., & Sari, S. I. K. (2018). Ergonomi untuk Pemula:(Prinsip Dasar & Aplikasinya). Hal 37 Universitas Brawijaya Press.
- R Widiastuti, E. N. (2019). Workload measurement of batik workers at UKM batik jumputan Yogyakarta using RULA and NASA-TLX. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-7.
- Sandro, A. (2018). Analisis Tingkat Beban Kerja Operator Packing dengan Metode NASA-TLX (Task Index) dan Work Sampling di PT. Sejahtera Surya Intrio. Surabaya: Repository UKDC.
- Sudaryo, Y., Aribowo, A., & Sofiati, N. A. (2018). Manajemen Sumber Daya Manusia: Kompensasi Tidak Langsung dan Lingkungan Kerja Fisik. Hal 165 Penerbit Andi.
- Tannady, H., Santoso, C. H., Kelly, M., & Yulianto, Y. (2017). Mengukur produktivitas kerja karyawan seven eleven mangga dua. *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, 8(2).
- Wiwin Widiasih, H. N. (2019). Workload Analysis Using Work Sampling and NASA-TLX for Employee of Private University in Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 134-141.