

COMPARISON ANALYSIS OF WORK ON LAND AND UNDER WATER WITH STOP TIME AND MTM-1 METHOD (Case Study of Pipe Assembling on Water Chamber With One Meter Dept)

Erika Kusuma Dewi

Abstrak

Work is a dominant thing that people do for living. Work is influenced by place and its environment. The limitation of land on earth has made people start to consider under water exploitation. With so many under water works, it has become more important to research the characteristic of how works can be done under water.

There are methods that can be used for knowing the completion work time on land and under water. The method's used in direct is stop time method for works either on land or under water. Indirect method (MTM-1) is used for works on land. According to its method, we can find the comparison of index ratio from works normal time which is symbolized with ϕ , β , dan γ index, so it would be easier for researcher to determine works normal time which is done under water through work simulation on land or by using MTM-1 method.

In other to know if the measurement both on land and underwater for seven kinds of work result the same mean or not, Wilcoxon Two Sample Rank Test is used. Based on Wilcoxon Two Sample Rank Test for each ϕ , β , dan γ index, it has shown a difference between each method. For testing seven kinds of work with 3 different index (ϕ , β , dan γ), it is used Anova Test. Based on Anova Test, it has shown that works were done before are similar and the comparison index between ϕ , β , dan γ for each work are not different. For knowing if the comparison index ratio of seven works are different or not, Mean Test is used. Based on Mean Test, it has shown that the comparison index ratio of seven works are similar for each its index. The index ratio ϕ (comparison between works normal time on land and under water with stop time method) was 0.63. The index ratio β (comparison between works normal time on land with stop time method and MTM-1 method) was 1.49. The index ratio γ (comparison between works normal time on land with MTM-1 and under water work with stop time method) was 2.39. According to Validation Test for each ϕ , β , dan γ index that have been tested with Z Test, it has shown that the comparison index ratio are the same for each of the work, so the result is valid.

Based on the result from research which is done before, it has shown that the researcher has made proved that measurement of under water work can be either approached or simulated by measuring work on land through comparison index ratio.

Key word : Under water, Normal Time, Index

ANALISIS PERBANDINGAN PEKERJAAN DI DARAT DAN DI DALAM AIR DENGAN METODE JAM HENTI & MTM-1 (Studi Kasus Pemasangan Pipa di *Water Chamber* Dengan Kedalaman 1 meter)

Erika Kusuma Dewi

Abstrak

Kerja merupakan suatu hal yang dominan dilakukan manusia untuk kelangsungan hidupnya. Kerja dipengaruhi oleh tempat dan lingkungan kerjanya. Keterbatasan daratan yang ada di dalam bumi, membuat manusia mulai memperhatikan eksploitasi di dalam air. Dengan semakin banyaknya pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan dalam air, maka semakin perlu untuk meneliti bagaimana sifat dan karakteristik kerja bila dilakukan dalam air.

Terdapat metode-metode yang dapat digunakan untuk mengetahui waktu penyelesaian pekerjaan di darat dan di dalam air tawar. Metode yang digunakan adalah cara langsung (jam henti) untuk pekerjaan yang dilakukan di darat maupun di dalam air tawar dan cara tak langsung (MTM-1) untuk pekerjaan yang dilakukan di darat. Berdasarkan metode yang digunakan, dapat diketahui besar rasio index perbandingan dari waktu normal suatu pekerjaan yang dilambangkan dengan index ϕ , β , dan γ sehingga dengan diketahuinya index perbandingan, maka akan lebih mudah bagi peneliti untuk menentukan waktu normal pekerjaan di dalam air melalui simulasi pekerjaan di darat atau dengan metode MTM-1.

Berdasarkan uji Wilcoxon two sample rank test untuk setiap index ϕ , β , dan γ menunjukkan bahwa hasil tiap metoda tidak sama. Berdasarkan Uji Anova yang telah dilakukan menunjukkan pekerjaan yang dilakukan merupakan pekerjaan sejenis dan index perbandingan antara ϕ , β , dan γ tiap jenis pekerjaan tidak sama. Sedangkan berdasarkan uji kesamaan rata-rata yang telah dilakukan menunjukkan bahwa rasio index perbandingan ketujuh jenis pekerjaan sama untuk masing-masing index. Rasio index perbandingan ϕ (perbandingan waktu normal pekerjaan yang dilakukan di darat dan di dalam air tawar dengan jam henti) sebesar 0.63. Rasio index perbandingan β (perbandingan waktu normal pekerjaan yang dilakukan di darat dengan jam henti dan MTM-1) sebesar 1.49. Rasio index perbandingan γ (perbandingan waktu normal pekerjaan yang dilakukan di dalam air tawar dengan jam henti dan pekerjaan yang dilakukan di darat dengan MTM-1) sebesar 2.39. Berdasarkan Uji Validasi untuk masing-masing index ϕ , β , dan γ yang telah diuji menggunakan Uji Z menunjukkan bahwa rasio perbandingan index tiap pekerjaan tetap sama.

Berdasarkan hasil yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa peneliti berhasil membuktikan pengukuran kerja di dalam air dapat didekati atau disimulasikan dengan pengukuran kerja di darat yang ditinjau melalui rasio index perbandingan.

Kata kunci : Air, Waktu Normal, Index

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Kerja merupakan suatu hal yang dominan dilakukan manusia dalam kehidupannya. Kerja dipengaruhi oleh tempat dan lingkungan kerjanya. Pekerjaan bisa dilakukan di daratan, air maupun di luar angkasa. Penelitian di atas daratan sudah banyak dilakukan manusia dibandingkan dengan kerja di dalam air ataupun di luar angkasa, karena selain lebih mudah, memang manusia hidup di atas daratan.

Dalam sejarah manusia, mereka berlomba untuk mengeksploitasi daratan. Dengan keterbatasan daratan dalam bumi kita, membuat manusia ingin mengeksploitasi air dan luar angkasa. Pekerjaan di luar angkasa tentu lebih besar resikonya dibandingkan dengan di dalam air.

Berdasarkan pemikiran di atas, maka orang mulai memperhatikan eksploitasi di dalam air yang merupakan suatu media yang paling dekat dengan daratan dimana manusia tinggal. Semakin banyaknya pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan dalam air, maka semakin perlu untuk meneliti bagaimana sifat dan karakteristik kerja bila dilakukan dalam air.

1.2 Identifikasi Masalah

Pada *UNDER WATER WORK MEASUREMENT*, masalah yang dihadapi adalah belum ditemukan referensi perbandingan pengukuran kerja di dalam air yang dapat didekati atau disimulasikan dengan pengukuran kerja di darat yang ditinjau melalui rasio index perbandingan.

1.3 Pembatasan Masalah dan Asumsi

1.3.1 Pembatasan Masalah

1. Pekerjaan yang diamati merupakan pekerjaan perakitan khususnya perakitan pada pipa berdiameter 1 inch serta pemasangan mur dan baut.
2. Pengamatan dilakukan di media air tawar dan darat
3. Pengamatan dilakukan pada *Water Chamber* di Laboratorium Analisis Perancangan Kerja Universitas Kristen Maranatha
4. Perhitungan dalam pengolahan data secara tidak langsung (MTM-1) diolah menggunakan bagan analisa.
5. Perhitungan waktu hanya sampai waktu normal karena belum ada faktor kelonggaran pada media air.
6. Berat obyek dan peralatan yang digunakan untuk penelitian tidak lebih dari 2.5 lbs (1.25kg).
7. Faktor penyesuaian dengan menggunakan metode *Westinghouse*.

1.3.2 Asumsi

1. Tingkat ketelitian yang digunakan = 5 %
2. Tingkat kepercayaan yang digunakan = 95 %

1.4 Perumusan Masalah

1. Berapa besar index perbandingan ϕ (waktu penyelesaian pekerjaan yang dilakukan di darat dengan pekerjaan yang dilakukan di dalam air menggunakan metode langsung) ?
2. Berapa besar index perbandingan β (waktu penyelesaian pekerjaan yang dilakukan di darat menggunakan metode langsung dibandingkan dengan waktu penyelesaian pekerjaan yang dilakukan di darat menggunakan metode tak langsung)?
3. Berapa besar index perbandingan γ (waktu penyelesaian pekerjaan yang dilakukan di dalam air menggunakan metode langsung dibandingkan dengan waktu penyelesaian pekerjaan yang dilakukan di darat menggunakan metode tak langsung)?

1.5 Tujuan Pengamatan

Tujuan secara umum : Jika diketahui salah satu dari waktu normal langsung darat, langsung air, atau MTM-1, maka dapat menghitung waktu normal ketiganya (langsung darat, langsung air, atau MTM-1)

Tujuan secara khusus : Mampu menghitung besarnya waktu normal pekerjaan yang dilakukan di dalam air melalui rasio index perbandingan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Metode Pengukuran Waktu

A. Langsung

Yaitu penentuan waktu baku yang dimulai dari pengukuran kerja dan secara langsung menghadapi pekerjaan. Pengamatan langsung ini dapat dilakukan dengan teknik-teknik :

- penelitian jam henti
- sampling pekerjaan

B. Tidak Langsung

Yaitu penentuan waktu baku yang dimulai dari analisa pekerjaan kemudian menggunakan waktu gerakan yang telah ditetapkan. Cara sintesa dapat dilakukan dengan teknik

- Data waktu baku
- Data waktu gerakan
 - *Work Faktor (WF)*
 - *Motion Time Measurement (MTM)*
 - *Maynard Operation Sequence Technique (MOST)*

2.2 Hal-hal Yang Berpengaruh Pada Perhitungan Cara Langsung

2.2.1 Tingkat ketelitian dan tingkat keyakinan

Tingkat ketelitian menunjukkan penyimpangan maksimum hasil pengukuran dari waktu penyelesaian sebenarnya. Hal ini biasa dinyatakan dalam persen. Sedangkan tingkat keyakinan menunjukkan besarnya

keyakinan pengukur bahwa hasil yang diperoleh memenuhi syarat ketelitian tadi. Ini pun dinyatakan dalam persen.

2.2.2 Kenormalan Data

Data-data yang telah diperoleh harus diuji kenormalan data terlebih dahulu, (menggunakan *Goodness of Fit*) sebelum diuji keseragaman dan kecukupan data. Hal ini dilakukan karena kita harus memastikan bahwa data-data sampel yang kita peroleh adalah berdistribusi normal.

2.2.3 Keseragaman Data

Uji keseragaman data yang dilakukan secara teoritis adalah berdasarkan teori statistik tentang peta kontrol yang biasanya digunakan dalam pengendalian kualitas di pabrik atau tempat kerja lainnya. Karena ketidakseragaman ini datang tanpa disadari maka diperlukan suatu batas-batas kontrol untuk "mendeteksi"-nya. Batas-batas kontrol yang dibentuk dari data merupakan batas seragam tidaknya data. Data seragam apabila berada diantara kedua batas kontrol dan berasal dari sistem sebab yang sama. Sedangkan data tidak seragam apabila berada di luar batas kontrol dan berasal dari sistem sebab yang berbeda. Apabila dari data di luar batas kontrol, maka data tersebut dibuang dan kemudian dilakukan pengujian kenormalan data kembali.

2.2.4 Kecukupan Data

Data yang diambil atau jumlah pengukuran yang dilakukan harus mencukupi tingkat ketelitian dan keyakinan yang diambil. Jadi apabila jumlah pengukuran yang ada setelah diuji kecukupannya tidak memenuhi syarat, maka akan dilakukan pengukuran kembali sampai memenuhi syarat tingkat ketelitian dan keyakinan yang ditetapkan.

2.2.5 Waktu siklus

Waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya dari awal sampai akhir.

$$W_s = \frac{\sum x_i}{n} \dots\dots\dots(11,15)$$

2.2.6 Waktu Normal (W_n)

Waktu normal adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaannya dari awal sampai akhir secara wajar.

$$W_n = W_s \times p \dots\dots\dots(11,15) \quad (p = \text{penyesuaian})$$

2.2.7 Waktu Baku (W_b)

Waktu baku adalah waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja normal untuk menyelesaikan pekerjaannya dari awal sampai akhir secara wajar dengan metode terbaik.

$$W_b = W_n (1 + a) \dots\dots\dots(11,15) \quad (a = \text{kelonggaran})$$

2.2.8 Faktor Penyesuaian (p)

Selama pengukuran berlangsung, kita harus mengamati kewajaran kerja yang ditunjukkan operator. Ketidakwajaran dapat terjadi, misalnya bekerja tanpa kesungguhan, sangat cepat seolah-olah diburu waktu, atau karena menjumpai kesulitan-kesulitan akibat kondisi ruangan yang buruk. Sebab-sebab ini mempengaruhi kecepatan kerja yang berakibat terlalu singkat atau terlalu lama. Hal ini jelas tidak diinginkan karena waktu baku yang dicari adalah waktu baku yang diperoleh dari kondisi dan cara kerja yang baku yang diselesaikan secara wajar. Besarnya harga p ditentukan sebagai berikut : Jika pekerja bekerja dengan wajar, maka faktor penyesuaiannya $(p)=1$, jika terlalu lambat maka untuk menormalkannya faktor penyesuaiannya $(p)<1$, dan sebaliknya $p>1$, jika dianggap terlalu cepat.

Untuk memudahkan pemilihan konsep, pengukur dapat mempelajari bagaimana bekerjanya seorang operator yang dianggap normal itu, yaitu jika seorang operator dianggap berpengalaman bekerja normal yaitu jika bekerja tanpa usaha-usaha yang berlebihan sepanjang hari bekerja, menguasai cara kerja yang ditetapkan, dan menunjukkan kesungguhan dalam menjalankan pekerjaannya.

Untuk menentukan faktor-faktor penyesuaian ada beberapa cara yaitu : Prosentase, *Shumard*, *Westinghouse*, Objektif, dan Sintesa / *Bedaux*

2.3 Basic Methods Time Measurement (MTM-1)

Basic Methods Time Measurement atau dikenal dengan nama *Methods Time Measurement 1* (disingkat MTM-1), merupakan dasar rujukan dari pembuatan metoda-metoda MTM yang lain. Dalam MTM-1 terdapat 10 jenis elemen gerakan dasar yang berlaku dan 1 jenis penggunaan tekanan dalam pergerakan, yaitu : *REACH (R)*, *MOVE (M)*, *TURN (T)*, *GRASP (G)*, *POSITION (P)*, *RELEASE (RI)*, *DISENGAGE (D)*, *EYE TIME (EF/ET)*, *BODY, LEG & FOOT MOTION* , *CRANK (C)*, dan *APPLY PRESSURE (AP)*.

2.4 Uji Wilcoxon

Uji *Wilcoxon Signed Rank Test 2 Sample* digunakan untuk menguji apakah rata-rata 2 data sampel berpasangan yaitu dua cara membaca yang berbeda dari sebuah bacaan dimana $n_1 = n_2$ dengan memperhatikan besaran data dan arah perbedaan.

2.5 Uji ANOVA (Analisis Varians)

ANOVA test berfungsi untuk membandingkan k populasi untuk menguji kesamaan variansi dan kesamaan rata-rata. Selain itu, melalui analisis *varians* ini, kita dapat mengetahui apakah ada hubungan/interaksi antara dua faktor yang terdapat dalam suatu populasi.

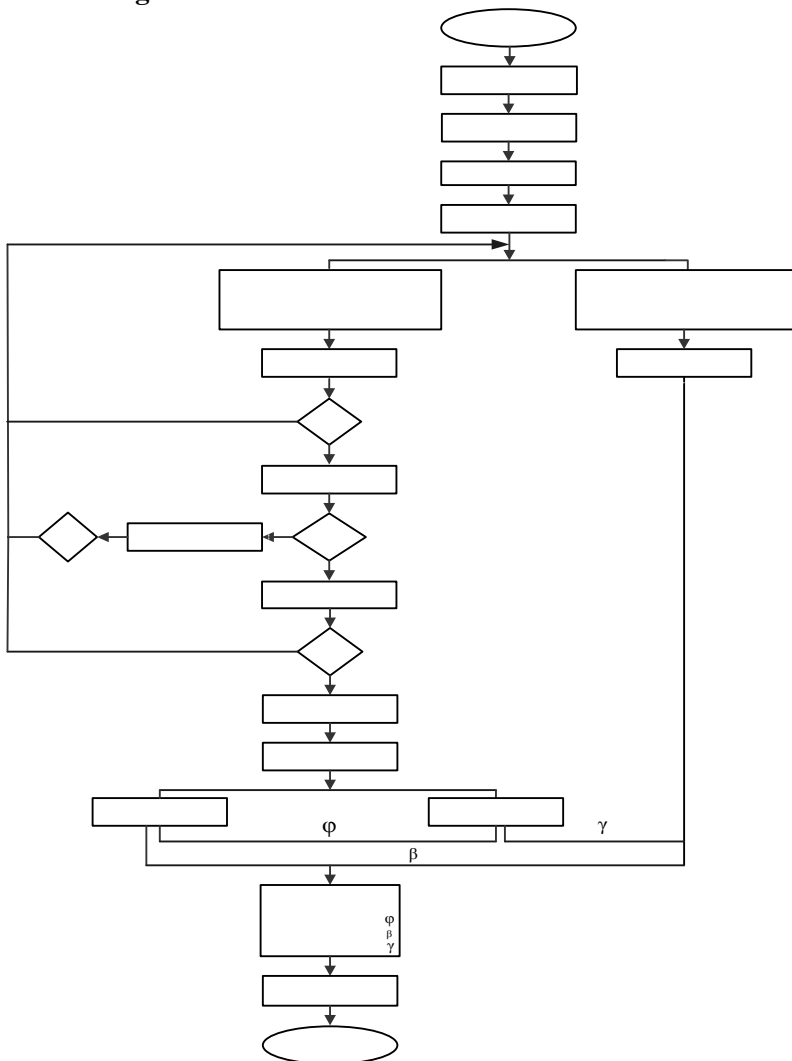
2.6 Uji Kesamaan Rata-Rata

Uji kesamaan rata-rata digunakan untuk mengetahui apakah rasio perbandingan index untuk ketujuh jenis pekerjaan sama atau tidak.

2.7 Uji Validitas

Uji Validitas dengan menggunakan statistik Uji Z, untuk mengetahui apakah pekerjaan lain yang sejenis mempunyai rasio index perbandingan yang sama dengan pekerjaan yang diteliti. Jika rasio index perbandingannya sama, maka memberikan hasil yang Valid.

3. Metodologi Penelitian



Gambar 3.1
Kerangka Pengamatan

4. Pengumpulan Data

4.1 Rancangan bentuk, tata letak, dan skenario pekerjaan yang dilakukan

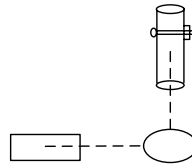
1. Melepaskan mur pada baut yang terpasang di pipa menggunakan tangan

Bentuk :



Gambar 4.1
Bentuk pekerjaan 1

Tata Letak :

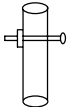


Gambar 4.2
Tata letak pekerjaan 1

BAGAN ANALISA							
Bagian :					No :		
Melepas mur pada baut gang terpasang di pipa mengg. tangan					Lembar ke 1 dari 1		
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan	
1. Menjangkau pipa dan mur							
Menjangkau pipa		R12B	12.9				
Memegang pipa		G1C1	7.3				
Membawa pipa		M12B	13.4				
			7.9	R8A			Menjangkau mur pada pipa
			2	G1A			Memegang mur pada pipa
2. Memutar mur 4 x							
			5.4	T90S			Memutar mur pada pipa
			5.6	G2			Pemegangan kembali
3. Meletakkan pipa ke area simpan & tangan kembali							
			5.4	T90S			Memutar mur pada pipa
			2	RL1			Melepaskan tangan
			7.9	R8A			Tangan kembali ke posisi semula
Membawa pipa ke area simpan		M8B	10.6				
Melepaskan pipa		RL1	2				
Tangan kembali ke posisi semula		R8A	7.9				
No	Keterangan Elemen Gerakan	TMU	Faktor Konversi 0.00001 (jam)	Kelonggaran 0%	Waktu (jam)	Jumlah ulang per siklus	Total Waktu (detik)
1	Menjangkau pipa dan mur	43.5	0.000435	0	0.000435	1	1.566
2	Memutar mur 4 x	11	0.00011	0	0.00011	4	1.584
3	Meletakkan pipa (area simpan) & tangan kembali	35.8	0.000358	0	0.000358	1	1.2888
						Total	4.4388

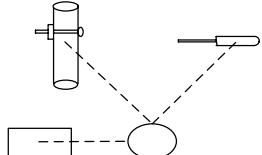
2. Melepaskan baut pada mur yang terpasang di pipa menggunakan obeng

Bentuk :



Gambar 4.3
Bentuk pekerjaan 2

Tata Letak :



Gambar 4.4
Tata letak pekerjaan 2

BAGAN ANALISA

Bagian :					No :		
Melepaskan baut pd mur yang terpasang di pipa mengg.obeng					 Lembar ke 1 dari 1		
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan	
1. Menjangkau & mengarahkan obeng							
Menjangkau pipa		R12B	12.9	R12B		Menjangkau obeng	
Memegang pipa		G1C1	7.3	G1A		Memegang obeng	
Membawa pipa		M12B	13.4	M12B		Membawa obeng	
			10.4	P1N5E		Mengarahkan obeng pada baut	
			3.4	AF		Menekan obeng pada baut	
2. Memutar baut 4 x menggunakan obeng							
			5.4	T90S		Memutar baut	
			5.6	G2		Pemegangan kembali	
3. Melepas & meletakkan obeng							
			5.4	T90S		Memutar baut	
			7.5	D2E		Melepaskan obeng dari baut	
			10.6	M8B		Membawa obeng	
			2	RL1		Melepaskan obeng	
			7.9	R8A		Tangan kembali ke posisi semula	
3. Meletakkan pipa ke area simpan & tangan kembali							
Membawa pipa ke area simpan		M8B	10.6				
Melepaskan pipa		RL1	2				
Tangan kembali ke posisi semula		R8A	7.9				
No	Keterangan Elemen Gerakan	TMU	Faktor Konversi 0.00001 (jam)	Kelonggaran 0%	Waktu (jam)	Jumlah ulang per siklus	Total Waktu (detik)
1	Menjangkau & mengarahkan obeng	47.4	0.000474	0	0.000474	1	1.7064
2	Memutar baut menggunakan obeng	11	0.00011	0	0.00011	4	1.584
3	Melepas & meletakkan obeng	33.4	0.000334	0	0.000334	1	1.2024
4	Meletakkan pipa (area simpan) & tangan kembali	20.5	0.000205	0	0.000205	1	0.738
						Total	5.2308

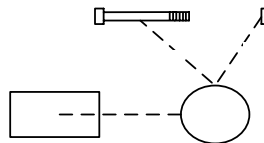
3. Memasukkan mur pada baut

Bentuk :



Gambar 4.5
Bentuk pekerjaan 3

Tata Letak :



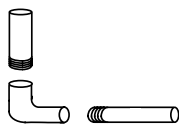
Gambar 4.6
Tata letak pekerjaan 3

BAGAN ANALISA

Bagian :						No :	
Operasi : Memasukkan mur pada baut						Lembar ke 1 dari 1	
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan	
1. Menjangkau baut & mengarahkan mur							
Menjangkau baut		R12B	12.9	R12B		Menjangkau mur	
Memegang baut		G1A	2	G1A		Memegang mur	
Membawa baut		M12B	13.4	M12B		Membawa mur	
			43	P2SE		Mengarahkan mur pada baut	
2. Memasukkan mur pada baut 4 x							
			5.4	T90S		Memutar mur pada baut	
			5.6	G2		Pemegangan kembali	
3. Meletakkan baut ke area simpan & tangan kembali							
			5.4	T90S		Memutar mur pada baut	
			2	RL1		Melepaskan tangan	
			7.9	R8A		Tangan kembali ke posisi semula	
Membawa baut ke area simpan		M8B	10.6				
Melepaskan baut		RL1	2				
Tangan kembali ke posisi semula		R8A	7.9				
No	Keterangan Elemen Gerakan	TMU	Faktor Konversi 0.00001 (jam)	Kelonggaran 0%	Waktu (jam)	Jumlah ulang per siklus	Total Waktu (detik)
1	Menjangkau baut & mengarahkan mur	28.3	0.000283	0	0.000283	1	1.0188
2	Memasukkan mur pada baut	11	0.00011	0	0.00011	4	1.584
3	Meletakkan baut (area simpan) & tangan kembali	35.8	0.000358	0	0.000358	1	1.2888
						Total	3.8916

4. Memasang pipa pada soket berbentuk L

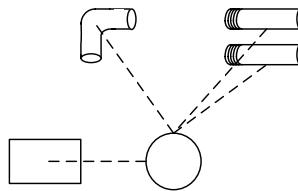
Bentuk :



Gambar 4.7

Bentuk pekerjaan 4

Tata Letak :



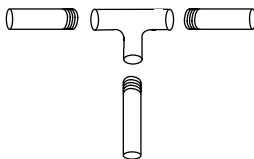
Gambar 4.8

Tata letak pekerjaan 4

BAGAN ANALISA							
Bagian :				No :			
Operasi :Memasang pipa pada soket berbentuk L				Lembar ke 1 dari 1			
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan	
1. Mengarahkan pipa 1 pada L(a)							
Menjangkau soket L		R12B	12.9	R10B		Menjangkau pipa 1	
Memegang soket L		G1A	2	G1A		Memegang pipa 1	
Membawa soket L		M12B	13.4	M10B		Membawa pipa 1	
			43	P2SE		Mengarahkan pipa 1 pada L(a)	
2. Memasukkan pipa 1 pada L(a) (3x)							
			5.4	T90S		Memutar pipa 1 pada L(a)	
			5.6	G2		Pemegangan kembali	
3. Mengarahkan pipa 2 pada L(b)							
			5.4	T90S		Memutar pipa 1 pada L(a)	
			2	RL1		Melepaskan tangan	
Memutar tangan (soket L)		T90S	5.4				
			12.9	R12B		Menjangkau pipa 2	
			2	G1A		Memegang pipa 2	
			43	P2SE		Mengarahkan pipa 2 pada L(b)	
4. Memasukkan pipa 2 pada L(b) (3x)							
			5.4	T90S		Memutar pipa 2 pada L(b)	
			5.6	G2		Pemegangan kembali	
5. Meletakkan pipa ke area simpan & tangan kembali							
			5.4	T90S		Memutar pipa 2 pada L(b)	
			2	RL1		Melepaskan tangan	
			7.9	R8A		Tangan kembali ke posisi semula	
Membawa pipa ke area simpan		M8B	10.6				
Melepaskan pipa		RL1	2				
Tangan kembali ke posisi semula		R8A	7.9				
Keterangan Elemen Gerakan			Konversi 0.00001 (jam)	Kelonggaran 0%	Waktu (jam)	ulang per siklus	Waktu (detik)
1	Mengarahkan pipa 1 pada L(a)	71.3	0.000713	0	0.00071	1	2.5668
2	Memasukkan pipa 1 pada L(a)	11	0.00011	0	0.00011	3	1.188
3	Mengarahkan pipa 2 pada L(b)	70.7	0.000707	0	0.00071	1	2.5452
4	Memasukkan pipa 2 pada L(b)	11	0.00011	0	0.00011	3	1.188
5	Meletakkan pipa (area simpan & tangan kembali)	35.8	0.000358	0	0.00036	1	1.2888
						Total	8.7768

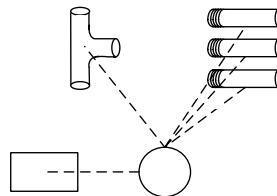
5. Memasang pipa pada soket berbentuk T

Bentuk :



Gambar 4.9
Bentuk pekerjaan 5

Tata Letak :



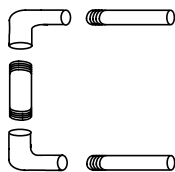
Gambar 4.10
Tata letak pekerjaan 5

BAGAN ANALISA

Beqian :						Mm :	
Operari : Memasang pipa pada rakat berbentuk T						Lembar ke 1 dari 1	
Keterangan Tangan Kiri	Hm	LH	THU	RH	Hm	Keterangan Tangan Kanan	
1. Menqarahkan pipa 1 pada T(a)							
Menjangkau rakat T		R12B	12.9	R10B		Menjangkau pipa 1	
Memegang rakat T		G1A	2	G1A		Memegang pipa 1	
Membawa rakat T		M12B	13.4	M10B		Membawa pipa 1	
		43		P2SE		Menqarahkan pipa 1 pada T(a)	
2. Memutar pipa 1 pada T(a) (3x)							
			5.4	T90S		Memutar pipa 1 pada T(a)	
			5.6	G2		Pemeqangan kembali	
3. Menqarahkan pipa 2 pada T(b)							
			5.4	T90S		Memutar pipa 1 pada T(a)	
			2	RL1		Meleparkan tangan	
Memutar tangan (rakat T)		T90S	5.4				
			12.9	R12B		Menjangkau pipa 2	
			2	G1A		Memegang pipa 2	
			43	P2SE		Menqarahkan pipa 2 pada T(b)	
4. Memutar pipa 2 pada T(b) (3x)							
			5.4	T90S		Memutar pipa 2 pada T(b)	
			5.6	G2		Pemeqangan kembali	
5. Menqarahkan pipa 3 pada T(c)							
			5.4	T90S		Memutar pipa 2 pada T(b)	
			2	RL1		Meleparkan tangan	
Membalikkan tangan (rakat T)		T180S	9.4				
			12.9	R12B		Menjangkau pipa 3	
			2	G1A		Memegang pipa 3	
			43	P2SE		Menqarahkan pipa 3 pada T(c)	
6. Memutar pipa 3 pada T(c) (3x)							
			5.4	T90S		Memutar pipa 3 pada T(c)	
			5.6	G2		Pemeqangan kembali	
7. Meletakkan pipa ke area simpan & tangan kembali							
			5.4	T90S		Memutar pipa 3 pada T(c)	
			2	RL1		Meleparkan tangan	
			7.9	R8A		Tangan kembali ke parizemula	
Membawa pipa ke area simpan		M8B	10.6				
Meleparkan pipa		RL1	2				
Tangan kembali ke parizemula		R8A	7.9				
Id	Keterangan Elemen Gerakan	THU	Faktor Konversi 0.00001 (jam)	Kelangkaan 0%	Waktu (jam)	Jumlah ulang per siklus	Total Waktu (detik)
1	Menqarahkan pipa 1 pada T(a)	71.3	0.000713	0	0.000713	1	2.5668
2	Memutar pipa 1 pada T(a)	11	0.00011	0	0.00011	3	1.188
3	Menqarahkan pipa 2 pada T(b)	70.7	0.000707	0	0.000707	1	2.5452
4	Memutar pipa 2 pada T(b)	11	0.00011	0	0.00011	3	1.188
5	Menqarahkan pipa 3 pada T(c)	74.7	0.000747	0	0.000747	1	2.6892
6	Memutar pipa 3 pada T(c)	11	0.00011	0	0.00011	3	1.188
7	Meletakkan pipa (area simpan) & tangan kembali	35.8	0.000358	0	0.000358	1	1.2888
Total							12.654

6. Memasang pipa berbentuk C

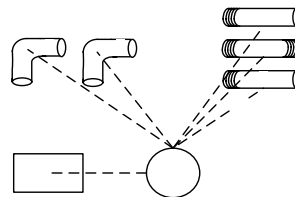
Bentuk :



Gambar 4.11

Bentuk pekerjaan 6

Tata Letak :



Gambar 4.12

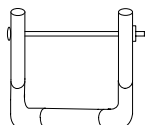
Tata letak pekerjaan 6

BAGAN ANALISA

Bagian : Memasang pipa C					No :	
Keterangan					Lembar ke 1 dari 1	
Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan
1. Mengarahkan pipa 1 pada L(a)						
Menjangkau soket L(ab)		R12B	12.3	R10B		Menjangkau pipa 1
Memegang soket L(ab)		G1A	2	G1A		Memegang pipa 1
Membawa soket L(ab)		M12B	13.4	M10B		Membawa pipa 1
			43	P2SE		Mengarahkan pipa 1 pada L(a)
2. Memasukkan pipa 1 pada L(a) (3x)						
			5.4	T30S		Memutar pipa 1 pada L(a)
			5.6	G2		Pemegangan kembali
3. Mengarahkan pipa 2 pada L(b)						
			5.4	T30S		Memutar pipa 1 pada L(a)
			2	RL1		Melepaskan tangan
Memutar tangan (soket L)		T30S	5.4			Menjangkau pipa 2
			12.3	R12B		Memegang pipa 2
			2	G1A		Membawa pipa 2
			43	P2SE		Mengarahkan pipa 2 pada L(b)
4. Memasukkan pipa 2 pada L(b) (3x)						
			5.4	T30S		Memutar pipa 2 pada L(b)
			5.6	G2		Pemegangan kembali
5. Mengarahkan soket L(c) pada pipa 2						
			5.4	T30S		Memutar pipa 2 pada L(b)
			2	RL1		Melepaskan tangan
			12.3	R12B		Menjangkau soket L(cd)
			2	G1A		Memegang soket L(cd)
			13.4	M12B		Membawa soket L(cd)
			43	P2SE		Mengarahkan soket L(cd) pada pipa
6. Memasukkan soket L(c) pada pipa 2 (3x)						
			5.4	T30S		Memutar soket L(cd) pada pipa 2
			5.6	G2		Pemegangan kembali
7. Mengarahkan pipa 3 pada L(d)						
			5.4	T30S		Memutar soket L(cd) pada pipa 2
			2	RL1		Melepaskan tangan
			7	M6A		Menjangkau pipa 2
Melepaskan pipa 2		RL1	2			
Menjangkau pipa 2		R6A	7			
			2	RL1		Melepaskan pipa 2
Memutar pipa		T30S	5.4			
			14.4	R14B		Menjangkau pipa 3
			43	P2SE		Mengarahkan pipa 3 pada soket L(d)
8. Memasukkan pipa 3 pada L(d) (3x)						
			5.4	T30S		Memutar pipa 3 pada soket L(d)
			5.6	G2		Pemegangan kembali
9. Meletakkan pipa C ke area simpan & tangan kembali						
			5.4	T30S		Memutar pipa 3 pada soket L(d)
			2	RL1		Melepaskan pipa 3
			7.9	R8A		Tangan kembali ke posisi semula
Membawa pipa C ke area simpan		M8B	10.6			
Melepaskan pipa C		RL1	2			
Tangan kembali ke posisi semula		R8A	7.9			

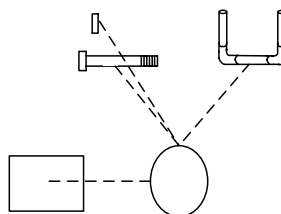
No	Keterangan Elemen Gerakan	TMU	Faktor Konversi 0.0001 (jam)	Kelonggaran 0%	Waktu (jam)	Jumlah ulang per siklus	Total Waktu (detik)
1	Mengarahkan pipa 1 pada L(a)	71.3	0.000713	0	0.000713	1	2.5668
2	Memasukkan pipa 1 pada L(a)	11	0.00011	0	0.00011	3	1.188
3	Mengarahkan pipa 2 pada L(b)	70.7	0.000707	0	0.000707	1	2.5452
4	Memasukkan pipa 2 pada L(b)	11	0.00011	0	0.00011	3	1.188
5	Mengarahkan soket L(c) pada pipa 2	78.7	0.000787	0	0.000787	1	2.8332
6	Memasukkan soket L(c) pada pipa 2	11	0.00011	0	0.00011	3	1.188
7	Mengarahkan pipa 3 pada L(d)	88.2	0.000882	0	0.000882	1	3.1752
8	Memasukkan pipa 3 pada L(d)	11	0.00011	0	0.00011	3	1.188
9	Meletakkan pipa (area simpan) & tangan kembali	35.8	0.000358	0	0.000358	1	1.2888
Total							17.1612

7. Memasang baut pada pipa bentuk U
Bentuk :



Gambar 4.13
 Bentuk pekerjaan 7

Tata Letak :



Gambar 4.14
 Tata letak pekerjaan 7

BAGAN ANALISA							
Bagian :					No :		
Operasi : Memasukkan baut panjang pada pipa U					Lembar ke 1 dari 1		
Keterangan Tangan Kiri	No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan	
1. Menjangkau baut & pipa U							
Menjangkau baut		R12B	12.9	R12B		Menjangkau pipa U	
Memegang baut		G1A	2	G1A		Memegang pipa U	
Membawa baut		M12B	13.4	M12B		Membawa pipa U	
2. Memasukkan baut pada badan pipa U							
Mengarahkan baut pada pipa U		P2SE	43				
Memasukkan baut pada pipa U		M10C	13.5				
Mengarahkan baut pada pipa U		P2SE	43				
Memasukkan baut pada pipa U		M2C	5.2				
3. Mengarahkan mur pada baut							
			12.9	R12B		Menjangkau mur	
			2	G1A		Memegang mur	
			13.4	M12B		Membawa mur	
			43	P2SE		Mengarahkan mur pada baut	
4. Memasukkan mur pada baut 4x							
			5.4	T90S		Memutar mur pada baut	
			5.6	G2		Pemegangan kembali	
5. Meletakkan pipa U ke area simpan & tangan kembali							
			5.4	T90S		Memutar mur pada baut	
			2	RL1		Melepaskan tangan	
			7.9	R8A		Tangan kembali ke posisi semula	
Membawa pipa U ke area simpan		M8B	10.6				
Melepaskan pipa U		RL1	2				
Tangan kembali ke posisi semula		R8A	7.9				
No	Keterangan Elemen Gerakan	TMU	Faktor		Waktu (jam)	Jumlah ulang per siklus	Total Waktu (detik)
			Konversi 0.00001 (jam)	Kelonggaran 0%			
1	Menjangkau baut & pipa U	28.3	0.000283	0	0.000283	1	1.0188
2	Memasukkan baut pada pipa U	104.7	0.001047	0	0.001047	1	3.7692
3	Mengarahkan mur pada baut	71.3	0.000713	0	0.000713	1	2.5668
4	Memasukkan mur pada baut	11	0.00011	0	0.00011	4	1.584
5	Meletakkan baut (area simpan) & tangan kembali	35.8	0.000358	0	0.000358	1	1.2888
						Total	10.228

4.2 Penentuan Faktor Penyesuaian

Tabel 4.1

Faktor Penyesuaian (*Westinghouse*) untuk tiap jenis pekerjaan

Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
Keterampilan	Excellent	B1	0.11
Usaha	Good	C2	0.02
Kondisi Kerja	Good	C	0.02
Konsistensi	Average	D	0
Jumlah			0.15

$$p = 1 + 0.15 = 1.15$$

Keterangan :

- ☞ Keterampilan operator *Excellent*, karena operator terlihat sangat percaya diri, terlatih dengan baik, dan terlihat cocok dengan pekerjaan yang dilakukannya sehingga diberi penyesuaian = +0,11
- ☞ Usaha operator *Good*, karena operator dalam melakukan pekerjaannya terlihat bekerja dengan stabil dan berusaha melakukan pekerjaannya dengan baik sehingga diberi penyesuaian = +0,02.
- ☞ Kondisi kerja operator *Good*, karena kondisi kerjanya yang baik yang meliputi pencahayaan yang baik yang dirasakan oleh operator sehingga penyesuaiannya = +0,02.
- ☞ Konsistensi operator *Average*, karena operator dalam melakukan pekerjaannya konsisten (tidak ada perbedaan metoda) sehingga waktu yang dihasilkan stabil (konstan).

5. Pengolahan Data dan Analisis

5.1 Pengolahan Data

5.1.1 Pengujian Kenormalan Data, Keseragaman Data, Kecukupan Data, dan Perhitungan Waktu Siklus dan Normal dengan Cara Langsung.

Tabel 5.1

Tabel Pengujian Kenormalan Data, Keseragaman Data, Kecukupan Data, dan Perhitungan Waktu Siklus dan Waktu Normal cara langsung di darat

Pekerjaan	Uji Normal	Uji Seragam	Uji Cukup	Waktu siklus (detik)	p	Waktu Normal (detik)
1	normal	seragam	cukup	5.16	1.15	5.94
2	normal	seragam	cukup	7.48	1.15	8.61
3	normal	seragam	cukup	5.21	1.15	6.00
4	normal	seragam	cukup	8.21	1.15	9.44
5	normal	seragam	cukup	15.99	1.15	18.39
6	normal	seragam	cukup	24.94	1.15	28.68
7	normal	seragam	cukup	15.18	1.15	17.46
8	normal	seragam	cukup	12.11	1.15	13.93

Tabel 5.2

Tabel Pengujian Kenormalan Data, Keseragaman Data, Kecukupan Data, dan Perhitungan Waktu Siklus dan Waktu Normal cara langsung di dalam air tawar

Pekerjaan	Uji Normal	Uji Seragam	Uji Cukup	Waktu siklus (detik)	p	Waktu Normal (detik)
1	normal	seragam	cukup	10.83	1.15	12.45
2	normal	seragam	cukup	12.83	1.15	14.76
3	normal	seragam	cukup	8.94	1.15	10.28
4	normal	seragam	cukup	13.87	1.15	15.96
5	normal	seragam	cukup	26.92	1.15	30.96

6	normal	seragam	cukup	29.41	1.15	33.82
7	normal	seragam	cukup	20.06	1.15	23.07
8	normal	seragam	cukup	18.15	1.15	20.87

5.1.2. Perhitungan Waktu Normal dengan Cara tidak langsung (MTM-1) dengan bagan analisa.

Tabel 5.3

Tabel Pengujian Waktu Normal dengan Cara tak langsung (MTM-1)

Pekerjaan	Waktu Normal (detik)
1	4.44
2	5.23
3	3.89
4	8.78
5	12.65
6	17.16
7	10.23
8	8.92

5.2 Analisis Uji

5.2.1 Analisis Uji *Wilcoxon*

Berdasarkan uji *Wilcoxon two sample rank test* untuk index ϕ , β , dan γ menunjukkan bahwa nilai tengah pengukuran setiap metode tidak memberikan hasil yang sama.

5.2.2 Analisis Uji *Anova*

Berdasarkan uji *Anova* klasifikasi 2 arah menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan diantara ketujuh jenis pekerjaan (pekerjaan yang dilakukan merupakan pekerjaan sejenis) serta index perbandingan antara ϕ , β , dan γ tiap jenis pekerjaan tidak sama.

5.2.3 Analisis Uji Kesamaan Rata-Rata

Berdasarkan uji kesamaan rata-rata menunjukkan bahwa rasio index perbandingan ketujuh jenis pekerjaan sama untuk masing-masing index ϕ , β , dan γ .

5.3 Analisis Rasio Index Perbandingan Index ϕ , β , dan γ

Tabel 5.4

Tabel Rasio Index Perbandingan Index ϕ , β , dan γ

Rasio Index Perbandingan	Rata-rata Rasio Index
ϕ	0.63
β	1.49
γ	2.39

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa diantara ketiga index ϕ , β , dan γ nilai rata-rata rasio index terbesar adalah index γ yaitu pengukuran rasio index perbandingan pekerjaan yang dilakukan di air menggunakan jam henti dengan MTM-1 untuk ketujuh jenis pekerjaan sebesar 2.93. Sedangkan nilai rata-rata rasio index terkecil adalah index ϕ yaitu pengukuran rasio index perbandingan pekerjaan yang dilakukan di darat menggunakan jam henti dan MTM-1 untuk ketujuh jenis pekerjaan sebesar 0.63

5.4 Analisis Uji Validitas ϕ , β , dan γ

Uji Validitas menguji pekerjaan ke 8 yaitu Memasang pipa pada soket berbentuk lurus (I)

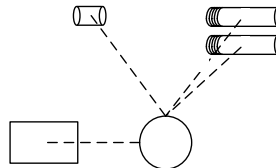
Bentuk :



Gambar 4.15

Bentuk pekerjaan 8

Tata Letak :



Gambar 4.16

Tata letak pekerjaan 8

BAGAN ANALISA										
Bagian :					No :					
Operasi : Memasang pipa pada soket berbentuk lurus (I)					Lembar ke 1 dari 1					
Keterangan Tangan Kiri		No	LH	TMU	RH	No	Keterangan Tangan Kanan			
1. Mengarahkan pipa 1 pada l(a)										
Menjangkau soket I		F12B	12.3		F10B		Menjangkau pipa 1			
Memegang soket I		G1A	2		G1A		Memegang pipa 1			
Membawa soket I		M12B	13.4		M10B		Membawa pipa 1			
			4.3		P2SE		Mengarahkan pipa 1 pada l(a)			
2. Memutar pipa 1 pada l(a) (3x)										
			5.4		T30S		Memutar pipa 1 pada l(a)			
					G2		Pemegangan kembali			
3. Mengarahkan pipa 2 pada l(b)										
			5.4		T30S		Memutar pipa 1 pada l(a)			
Membalikkan tangan (soket)		T180S	3.4		RL1		Melepaskan tangan			
			12.3		F12B		Menjangkau pipa 2			
			2		G1A		Memegang pipa 2			
			4.3		P2SE		Mengarahkan pipa 2 pada l(b)			
4. Memutar pipa 2 pada l(b) (3x)										
			5.4		T30S		Memutar pipa 2 pada l(b)			
					G2		Pemegangan kembali			
5. Meletakkan pipa ke area simpan & tangan kembali										
			5.4		T30S		Memutar pipa 2 pada l(b)			
			2		RL1		Melepaskan tangan			
			7.9		R8A		Tangan kembali ke posisi semula			
Membawa pipa ke area simpan		M8B	10.6							
Melepaskan pipa		RL1	2							
Tangan kembali ke posisi semula		R8A	7.9							
No	Keterangan Elemen Gerakan	TMU	Faktor Konversi 0.00001 (jam)	Celongsongar 0%	Vaktu (jam)	Jumlah ulang per siklus	Total Vaktu (detik)			
1	Mengarahkan pipa 1 pada l(a)	71.3	0.000713	0	0.00071	1	2.5668			
2	Memutar pipa 1 pada l(a)	11	0.00011	0	0.00011	3	1.188			
3	Mengarahkan pipa 2 pada l(b)	74.7	0.000747	0	0.00075	1	2.6892			
4	Memutar pipa 2 pada l(b)	11	0.00011	0	0.00011	3	1.188			
5	Meletakkan pipa (area simpan & tangan kembali)	35.8	0.000358	0	0.00036	1	1.2888			
							Total	8.9208		

Berdasarkan Statistik Uji Z didapat hasil :

Tabel 5.5

Tabel Uji Validitas

Hasil	Index		
	ϕ	β	γ
Z hitung	-0.77	-0.77	-1.15
Z tabel	-1.96 dan 1.96		
Keputusan	Terima Ho		
Kesimpulan	VALID		

6. Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

1. Rasio index perbandingan ϕ (waktu normal pekerjaan yang dilakukan di darat dengan di dalam air dengan jam henti sebesar 0.63
2. Rasio index perbandingan waktu normal pekerjaan yang dilakukan di darat menggunakan jam henti dan MTM-1 sebesar 1.49
3. Rasio index perbandingan waktu normal pekerjaan yang dilakukan di dalam air menggunakan jam henti dengan MTM-1 sebesar 2.39

6.2 Saran

Ada camera *under water* sebagai dokumentasi untuk penelitian selanjutnya.

7. Daftar Pustaka

1. Barnes, R.M.; "*Motion and Time Study Design and Measurement of Work*", 1980.
2. Conover, W.J.; "*Practical Nonparametric Statistics, John Wiley & Sons Inc.*", New York, 1971.
3. Snedecor, G.W.; "*Statistical Methods*", The Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1964.
4. Spiegel, M.R.; "*Theory and Problems of Statistics*", Schaum Publishing Co., New York, 1961.
5. Sudjana, M.A.; "*Metoda Statistika edisi ke-6*", Bandung, 1996.
6. Sutalaksana, Anggawisastra, Tjakraatmadja, "*Teknik Tata Cara Kerja*", ITB 1979.
7. Walpole, R.E. dan Meyers, R.H.; "*Ilmu Peluang dan Statistik untuk Insinyur dan Ilmuwan*", ITB, 1986.
8. Yudiantyo, Wawan, "*Petunjuk Praktis Penggunaan MTM-1,2,3 (Methods Time Measurement)*", 2003
9. Dosen dan tim dosen APK & EI; "*Kumpulan Teori dan diktat kuliah Analisis Perancangan Kerja & Ergonomi I*", 2004.
10. Dosen dan tim dosen Statistik Industri II; "*Kumpulan Teori dan diktat kuliah Statistik Industri II*", 2004.
11. Team Asisten Laboratorium APK & EI; "*Kumpulan Modul APK & Ergonomi I*", 2004.