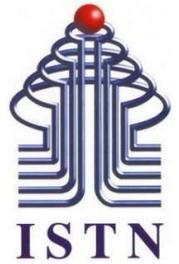


# *C-Line*

Jurnal Teknik Sipil



Diterbitkan oleh :

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL**

Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640. Telp (021) 78880275, Fax : (021) 78880275.

ISSN 2088-7604



9 772088 760428

*C-Line*

Jurnal Teknik Sipil



**Pembina :**

Dekan FTSP – ISTN  
Ketua Program Studi Teknik Sipil

**Pemimpin Redaksi**

Ismono Kusmaryono, S.T, M.T

**Anggota Redaksi :**

Ir. Marsiano, MSc  
Ir. Wawan Kuswaya, MT

**Penyunting Pelaksana :**

Novika Candra Fertilia, S.T, M.T

**Mitra Bestari :**

Prof. Dr. Syafalni, Dipl. H., M.Sc (ISTN)  
Dr. Ir. Jonbi MT,MSi,MM (Universitas Pancasila)  
Dr. Ir. Najid, MT (Universitas Tarumanegara)  
Dr. Ir. Idrus, MSc (HATTI)

**Tata Usaha/Sekretariat :**

Suswanto

**Alamat Redaksi :**

Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jl. Moh. Kahfi II Jagakarsa, Jakarta – 12640  
Telp : 62(21) 78880275, Fax. 7270092.



# C-Line



Jurnal Teknik Sipil

## DAFTAR ISI

ANALISA PERBANDINGAN KARAKTERISTIK BETON DENGAN MENGGUNAKAN PASIR PUTIH DAN PASIR HITAM SEBAGAI AGGREGAT HALUS <b>Ari Mulyo Diah Utami dan Anthon Sapta Putra</b>	1- 8
EVALUASI STRUKTUR BREASTING DAN MOORING DOLPHIN AKIBAT PERUBAHAN KAPASITAS KAPAL TANKER DARI 5.000 DWT MENJADI 10.000 DWT <b>Ario Andradinata, Ugik Kurniadi, dan Raharjo Samiono</b>	9-15
ANALISIS BIAYA PENGADAAN KEBUTUHAN K3 PADA PROYEK SENTUL TOWER APARTMENT – SENTUL CITY BOGOR (Studi Kasus : Proyek Sentul Tower Apartment – Sentul City, Bogor) <b>I Wayan Swastika dan Ria Josephine</b>	16-22
ANALISA PERBANDINGAN NILAI -NILAI KARAKTERISTIK PADA BETON K-250 MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR PERMUKAAN KASAR DAN HALUS <b>Feizal Manaf dan Resha Dean Farisky Hakiki</b>	23-30
PENCAPAIAN PENGGUNAAN STANDAR KOMPETENSI KERJA NASIONAL PADA SEKTOR KONSTRUKSI DI INDONESIA <b>Hotma Sitohang</b>	31-39
APLIKASI METODE CPM DAN TIME COST TRADE OFF DALAM MENGATASI KETERLAMBATAN PELAKSANAAN PROYEK <b>Harry Hartawan</b>	40-47
ANALISA PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON K 250 MENGGUNAKAN PASIR DARAT CIMANGKOK DENGAN PASIR GLITTER PANTAI CIDAUN <b>Moh Azhar dan Taufik Akbar Maulana</b>	48-56
IDENTIFIKASI DAN PENANGANAN LOKASI RAWAN KECELAKAAN PADA JALAN NASIONAL KOTA KUPANG PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR <b>Endang Widjajanti</b>	57-66
STUDI PEMANFAATAN LIMBAH BESI SISA BUBUT GUNA MENGURANGI KERETAKAN PADA BETON <b>Marsiano dan Wahyunan Arief</b>	67-73



# **ANALISA PERBANDINGAN KARAKTERISTIK BETON DENGAN MENGGUNAKAN PASIR PUTIH DAN PASIR HITAM SEBAGAI AGGREGAT HALUS**

Ari Mulyo Diah Utami dan Anthon Sapta Putra  
Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jln. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O. Box 7715 JKS LA  
Kelurahan Jagakarsa – Jakarta Selatan 12620, Telp. 78880275  
Email: [Anthon.sapta@ymail.com](mailto:Anthon.sapta@ymail.com)

## **ABSTRAK**

Kebutuhan pasokan listrik di Indonesia khususnya di Provinsi Jawa Barat semakin hari semakin besar karena bertambahnya jumlah penduduk serta meningkatnya aktivitas sosial dan ekonomi. Kondisi ini memberikan dampak agar pemerintah memberikan pasokan listrik kepada masyarakat berupa sistem sumber listrik menggunakan konstruksi tower Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) dan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT). Tingginya kebutuhan pasokan listrik tersebut akan menyebabkan tingginya pembangunan yang akan terjadi setiap tahunnya. Maka akan sangat bermanfaat apabila struktur gardu yang akan dibangun kedepannya lebih efisien dan efektif, karena akan menekan biaya yang perlu dikeluarkan. Dari hasil modeling menggunakan software MS.Tower, diperoleh hasil bahwa gardu eksisting memiliki berat sendiri struktur baja sebesar 8025.408 kg dan juga setelah melakukan beberapa modeling tower menggunakan software MS.Tower, diperoleh hasil bahwa gardu eksisting masih bisa diefisienkan sehingga berat sendiri struktur baja menjadi sebesar 6426.176 kg, atau mengalami efisiensi sebesar 19.9%

Kata kunci : Efisiensi, gardu, MS Tower, modeling, struktur rangka baja

## **ABSTRACT**

*The need for electricity supply in Indonesia, especially in West Java Province, is getting bigger due to the increasing of population and the increasing of social and economic activity. This condition has an impact on the government to provides electricity supply to the public in the form of power source system using the construction of “Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi” (SUTET) and “Saluran Udara Tegangan Tinggi” (SUTT). The high demand for electricity supply will cause the high development that will happen every year. So it will be very useful if the structural element that will be built in the future are more efficient and effective, because that will reduce the costs that need to be issued. And from the modeling results using MS.Tower software, the results obtained that the existing substations have their own weight steel structure of 8025.408 kg and also after doing some modeling tower using MS.Tower software, the results obtained that the existing substations can still be efficiencied so that the weight of steel structure itself to be equal to 6426,176 kg, or an efficiency of 19.9%.*

*Keywords: Efficiency, tower, MS Tower, modelling, steel frame structure*

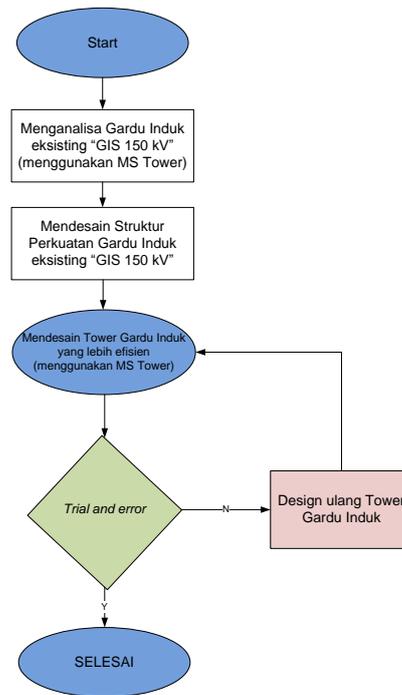
## **PENDAHULUAN**

Kebutuhan pasokan listrik di Indonesia khususnya di Provinsi Jawa Barat semakin hari semakin besar karena bertambahnya jumlah penduduk serta meningkatnya aktivitas sosial dan ekonomi. Kondisi ini memberikan dampak bahwa pemerintah memberikan pasokan listrik kepada masyarakat berupa sistem sumber listrik menggunakan konstruksi tower Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi (SUTET) dan Saluran Udara Tegangan Tinggi (SUTT).

Tingginya kebutuhan pasokan listrik tersebut akan menyebabkan tingginya pembangunan yang akan terjadi setiap tahunnya. Maka akan sangat bermanfaat apabila struktur gardu yang akan dibangun kedepannya lebih efisien dan efektif, karena akan menekan biaya yang perlu dikeluarkan.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Pada penulisan ini dilakukan studi sesuai dengan *flowchart* berikut :



Lokasi kegiatan pembangunan Transmisi Gardu Induk "GIS 150 kV Bogor Baru" berada di Desa Cibanon, Kecamatan Sukaraja, Kabupaten Bogor, dengan Titik Koordinat : 106°50' 17,6" BT dan 06°37'42,7" LS. Status lahan seluas 5.000 m<sup>2</sup>, berbagai kegiatan masyarakat yang ada disekitar lokasi rencana kegiatan pembangunan Gardu Induk GIS 150 kV ini adalah pemukiman penduduk, tegalan, Jalan Desa Cibanon dan Jalan Tol jagorawi. Lokasi kegiatan merupakan lahan yang datar bekas aspalan dengan jenis tanaman palawija yaitu singkong (Manihot Utilissima). Pada sebelah barat terdapat Jalan Desa Cibanon yang terletak didepan lokasi kegiatan termasuk lalu lintas dan jalan Tol Jagorawi. Sedangkan pada sebelah barat berbatasan langsung dengan saluran Irigasi Cibanon yang merupakan sodetan sungai Ciliwung.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Peraturan Perencanaan Gardu

Didalam analisa struktur tower pemodelan mengacu pada peraturan Perencanaan struktur baja dan konstruksi tower, antara lain :

- Peraturan pembebanan untuk Tower. (EIA *Standard Structural Standards for Steel Antenna Tower and Antenna Supporting Structure* (TIA/EIA-222-F, 1991)
- AISC *committee*. 2010. *Specification for Structural Steel Building*. ANSI/AISC 360-10. USA :AISC
- Ms. Tower v.6, *user's manual*.

### Pemodelan Struktur Gardu Eksisting

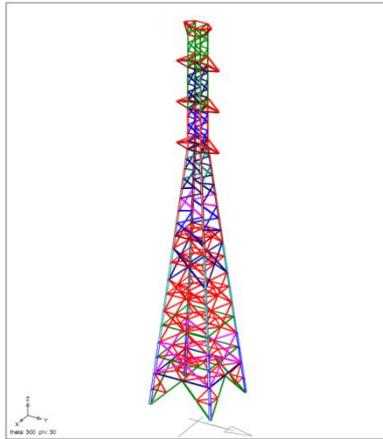
Pada tahap ini penulis akan melakukan pemodelan struktur gardu 150 kV eksisting terlebih dahulu menggunakan program komputer yaitu program Ms-tower sesuai dengan ketentuan-ketentuan bentuk yang dimiliki oleh *software MS-Tower*, yaitu:

- Perletakan gardu adalah perletakan jepit
- Dalam pemodelan ini bentuk-bentuk yang diinput sesuai dengan ketentuan *user's manual* yang dimiliki *software MS-Tower*.

Langkah selanjutnya adalah memodelkan panel gardu induk eksisting.



Sehingga bentuk model menjadi :



**Input Pembebanan**

Beban-beban yang digunakan yaitu dalam permodelan gardu eksisting adalah sebagai berikut :

- a. **Beban mati**  
 Beban mati adalah berat dari semua bagian struktur bersifat tetap. Beban mati meliputi berat sendiri dari struktur, berat konduktor dan aksesoris.
- b. **Beban Angin**  
 Beban angin, terdiri dari beban angin pada struktur gardu dan beban angin pada konduktor. Beban angin ini dihitung berdasarkan standard TIA/EIA-222-F.

**Output Pemodelan Gardu Induk Eksisting**

Pada tahap ini persyaratan desain gardu induk 150 kV ini bertujuan untuk mengecek kekuatan gardu dan member berdasarkan Peraturan Pembebanan untuk Tower. (EIA *Standard Structural Standards for Steel Antenna Tower and Antenna Supporting Structure*; TIA/EIA-222-F,1991).

Proses *running* dimulai dari 4 tahap :

- *Check Member stress/ Ratio*
- *Check Ancillary Rotation*
- *Check Displacement*

Persyaratan analisa dan desain menara berupa :

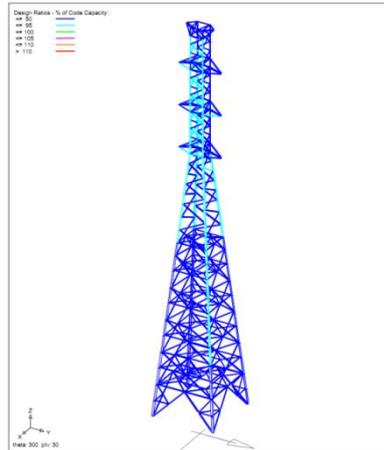
- Puntiran (*Twist*) = 0.8°
- Goyangan (*Sway*) = 0.8°
- Perpindahan (*Displacement*) = H/200, dimana H=tinggi tower
- Perbandingan Tegangan = <1.0

**Check Member stress/ Ratio**

Berdasarkan hasil dari analisa yang didapat dari running MS. Tower untuk rasio tegangan yang terjadi pada gardu induk 150 kV eksisting dihasilkan sebagai berikut :

MEMBER	TYPE	MATERIAL	LENGTH	STRESS	FORCE	...
1	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
2	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
3	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
4	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
5	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
6	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
7	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
8	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
9	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
10	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
11	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
12	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
13	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
14	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
15	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
16	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
17	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
18	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
19	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
20	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
21	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
22	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
23	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
24	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
25	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
26	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
27	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
28	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
29	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
30	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
31	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
32	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
33	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
34	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
35	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
36	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
37	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
38	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
39	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
40	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
41	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
42	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
43	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
44	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
45	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
46	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
47	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
48	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
49	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
50	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
51	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
52	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
53	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
54	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
55	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
56	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
57	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
58	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
59	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
60	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
61	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
62	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
63	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
64	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
65	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
66	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
67	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
68	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
69	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
70	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
71	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
72	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
73	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
74	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
75	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
76	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
77	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
78	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
79	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
80	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
81	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
82	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
83	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
84	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
85	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
86	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
87	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
88	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
89	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
90	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
91	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
92	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
93	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
94	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
95	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
96	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
97	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
98	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
99	LEO	SA500C0304	245	...	...	...
100	LEO	SA500C0304	245	...	...	...

Atau kita dapat melihat dalam bentuk 3D tower itu sendiri :



Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa member-member yang terdapat dalam gardu eksisting masih aman. Hal ini dapat dilihat karena ratio tegangan member-member tersebut masih dibawah nilai rasio tegangan yang diisyaratkan AISC-ASD yaitu 1, sehingga semua member tersebut dapat dikategorikan masih sangat aman atau cenderung terlalu boros (kurang efisien).

**Check Ancillary Rotation**

Fungsi dari ancillary rotation ini adalah untuk melihat maksimum nilai rotasi tower maximum pada arah X, Y, dan Z. nilai batas maksimum adalah 0.8°.

MEMBER	ROTATION	...
1	...	...
2	...	...
3	...	...
4	...	...
5	...	...
6	...	...
7	...	...
8	...	...
9	...	...
10	...	...
11	...	...
12	...	...
13	...	...
14	...	...
15	...	...
16	...	...
17	...	...
18	...	...
19	...	...
20	...	...
21	...	...
22	...	...
23	...	...
24	...	...
25	...	...
26	...	...
27	...	...
28	...	...
29	...	...
30	...	...
31	...	...
32	...	...
33	...	...
34	...	...
35	...	...
36	...	...
37	...	...
38	...	...
39	...	...
40	...	...
41	...	...
42	...	...
43	...	...
44	...	...
45	...	...
46	...	...
47	...	...
48	...	...
49	...	...
50	...	...
51	...	...
52	...	...
53	...	...
54	...	...
55	...	...
56	...	...
57	...	...
58	...	...
59	...	...
60	...	...
61	...	...
62	...	...
63	...	...
64	...	...
65	...	...
66	...	...
67	...	...
68	...	...
69	...	...
70	...	...
71	...	...
72	...	...
73	...	...
74	...	...
75	...	...
76	...	...
77	...	...
78	...	...
79	...	...
80	...	...
81	...	...
82	...	...
83	...	...
84	...	...
85	...	...
86	...	...
87	...	...
88	...	...
89	...	...
90	...	...
91	...	...
92	...	...
93	...	...
94	...	...
95	...	...
96	...	...
97	...	...
98	...	...
99	...	...
100	...	...

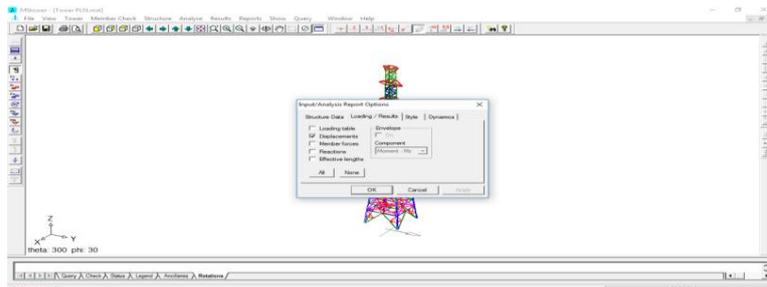
Untuk perhitungan kontrol Goyangan (Sway) desain gardu dapat diperhitungkan berdasarkan rumus berikut :

Goyangan (Sway) =  $\Delta D / \Delta H < 0.8^\circ$

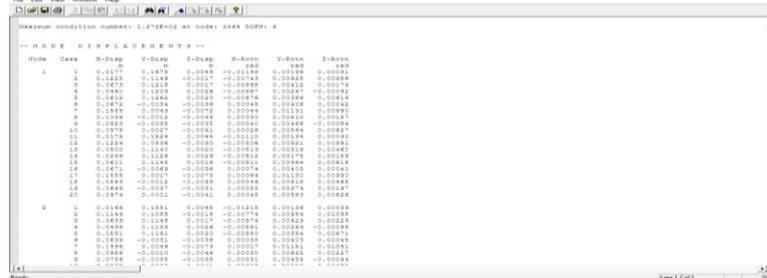
- $\Delta D$  = selisih defleksi segmen
- $\Delta H$  = selisih tinggi segmen

**Check Displacement**

Untuk mengetahui apakah tower yang dimodelkan aman atau tidak, perlu dilakukan pengecekan terhadap defleksi (*displacement*), dengan cara :



Dimana, tinggi keseluruhan struktur adalah 36.5 m. Sehingga standar maksimum dihitung menggunakan rumus  $H/200 = 0.1825$  m.



Berdasarkan dari hasil MS. Tower didapat nilai *Displacement* maksimum = 0.1588 m  
 $0.1588 < 0.1825...$  (OK!)

Setelah mengecek dari syarat-syarat yang ditentukan, penulis kemudian melakukan pengecekan terhadap rasio antara beban yang terjadi didalam member berbanding dengan kekuatan penampang. Kemudian hasil *member stress ratio* dibuat *summary pivot ratio* :

Row Labels	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	(blank)	Grand Total
EAI001000											0.82				0.79																0.82
EAI0012000																									0.58	0.58	0.58				0.58
EAI0012008																0.74									0.66						0.74
EAI0018008																												0.30	0.30		0.30
EAI0018004	0.22	0.24			0.02																				0.13	0.20	0.26	0.09	0.12	0.36	0.36
EAI0018015	0.38	0.41	0.67	0.42	0.76																							0.20	0.24		0.76
EAI0018014	0.23				0.75	0.39				0.56	0.27				0.77	0.68															0.77
EAI0018014	0.09	0.60			0.51					0.53					0.28										0.28		0.41	0.43			0.60
EAI0018015						0.27	0.62	0.28	0.63						0.31	0.50	0.46	0.19							0.34				0.22		0.63
EAI0018016															0.15	0.15															0.15
EAI0018015												0.58	0.46	0.60	0.45										0.42	0.21	0.44			0.60	0.60
EAI0018015																													0.31		0.31
EAI0018016							0.69				0.82																				0.82
(blank)																															
Grand Total	0.38	0.60	0.67	0.42	0.76	0.69	0.62	0.29	0.63	0.82	0.82	0.46	0.60	0.45	0.79	0.74	0.50	0.15	0.46	0.19	0.42	0.21	0.44	0.66	0.58	0.58	0.59	0.32	0.36		0.82

Dari hasil pivot tersebut masih banyak nilai ratio yang sangat jauh aman (*overdesign*), untuk itu perlu dilakukan efisiensi dengan memperkecil kembali dimensi penampang siku baik pada LEG, BRC, dan HOR.

Sehingga didapatkan hasil *summary* sebagai berikut :

TOWER ANALYSIS SUMMARY					
EXISTING TOWER					
Tower Data					
Tower Height :	72	m	Base Level :	0	m
Design Output Summary					
Maximum Stress Ratio (Basic Wind Speed 120 kph)					
Description	Output	Comparison	Limitation	Remark	
Main Leg	0.824	<	1	OK	
Bracing	0.755	<	1	OK	
Redundant	0.360	<	1	OK	
Plane Bracing	0.208	<	1	OK	
Horizontal	0.754	<	1	OK	
Twist, Sway & Displacement (Basic Wind Speed 80.64 kph)					
Twist (degree)	0.55	<	1.00	OK	
Maximum Sway (degree)	0.68	<	1.00	OK	
Maximum Displacement (mm) : Max. H/200	0.17	<	0.36	OK	
Maximum Support Reaction	Max Compress			Min Tension	
	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Fx (kN)	Fz (kN)
	-18.546	-18.546	-181.932	-17.166	-25.401
CONCLUSION					
TOWER SAFE TO HOLD INITIAL LOADING					

### Output Pemodelan Gardu Induk Setelah diefisienkan

Pada tahap ini persyaratan desain gardu induk 150 kV ini bertujuan untuk mengecek kekuatan gardu dan member berdasarkan Peraturan Pembebanan untuk Tower. (EIA Standard

*Structural Standards for Steel Antenna Tower and Antenna Supporting Structure; TIA/EIA-222-F,1991).*

Proses *running* dimulai dari 4 tahap :

- *Check Member stress/ Ratio*
- *Check Ancillary Rotation*
- *Check Displacement*

Persyaratananalisisadandesainmenaraberupa :

- Puntiran (*Twist*) =  $0.8^\circ$
- Goyangan (*Sway*) =  $0.8^\circ$
- Perpindahan (*Displacement*) =  $H/200$ , dimana H=tinggi tower
- PerbandinganTegangan =  $<1.0$

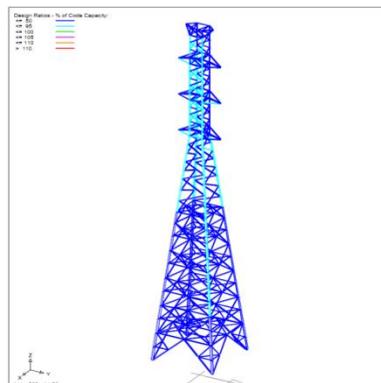
Selanjutnya efesiensi ini menggunakan metode *reduce* dengan mengganti penampang lama ke penampang baru, namun harus masuk pada syarat-syarat yang sudah ditentukkann. Berikut ini adalah TD design existing:



Untuk nilai beban loading tidak perlu kita ubah, karna beban merupakan variabel tetap dalam hal ini. Selanjutnya kita lakukan proses running dan melanjutkan pada pengechekan standar aman tower tersebut.Berdasarkan hasil dari analisa yang didapat dari running MS. Tower untuk rasio tegangan yang terjadi pada gardu induk 150 kV eksisting dihasilkan sebagai berikut :



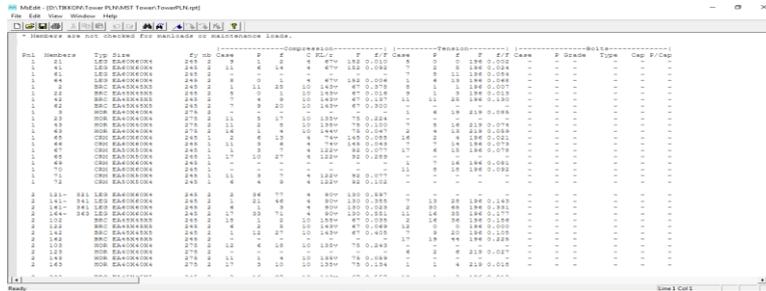
Atau kita dapat melihat dalam bentuk 3D tower itu sendiri :



Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa member-member yang terdapat dalam gardu eksisting masih aman. Hal ini dapat dilihat karena ratio tegangan member-member tersebut masih dibawah

nilai rasio tegangan yang diisyaratkan AISC-ASD yaitu 1, namun sudah mendekati angka 1, sehingga semua member tersebut dapat dikategorikan aman dan sangat efisien.

Setelah mengecek dari syarat-syarat yang ditentukan, penulis kemudian melakukan pengecekan terhadap rasio antara beban yang terjadi didalam member berbanding dengan kekuatan penampang.



Kemudian hasil member *stress ratio* dibuat summary pivot ratio :

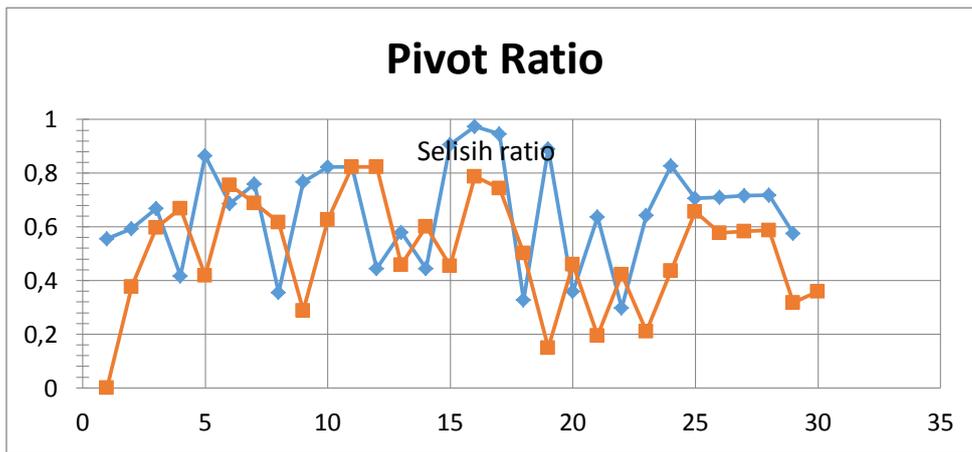
Max of f/f	Column Labels	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	(blank)	Grand Total
EA100X100X8												0.823																				0.974
EA120X120X10																																0.586
EA120X120X8																																0.716
EA40X40X4	0.555	0.233			0.121	0.635						0.443																				0.635
EA45X45X5	0.377		0.669	0.416	0.864						0.823					0.906	0.711															0.906
EA50X50X4	0.125	0.38			0.709	0.495					0.557								0.947	0.327	0.891	0.36				0.45	0.63	0.658	0.719	0.398		0.947
EA60X60X4		0.593			0.114		0.76	0.355	0.768	0.229																						0.512
EA60X60X5					0.403																											0.403
EA60X60X6												0.556	0.444	0.579	0.444		0.153															0.579
EA80X80X6						0.686						0.82																				0.82
(blank)																																
Grand Total	0.555	0.593	0.669	0.416	0.864	0.686	0.76	0.355	0.768	0.823	0.823	0.444	0.579	0.444	0.906	0.974	0.947	0.327	0.891	0.36	0.637	0.297	0.643	0.828	0.707	0.71	0.716	0.719	0.575		0.974	

Dari hasil pivot tersebut bahwa nilai ratio yang sudah mendekati batas angka kritis tersebut yakni < 1, efisiensi dilakukan pada member-member yang sangat berpengaruh besar yakni member LEG, BRG, dan HOR. Sehingga didapatkan hasil summary sebagai berikut :

TOWER ANALYSIS SUMMARY STRENGTHENING TOWER						
Tower Data						
Tower Height :	72	m	Base Level :	0	m	
Design Output Summary						
Maximum Stress Ratio (Basic Wind Speed 120 kph)						
Description	Output	Comparison	Limitation	Remark		
Main Leg	0.974	<	1	OK		
Bracing	0.947	<	1	OK		
Redundant	0.416	<	1	OK		
Plane Bracing	0.235	<	1	OK		
Horizontal	0.759	<	1	OK		
Twist, Sway & Displacement (Basic Wind Speed 80.64 kph)						
Twist (degree)	0.63	<	1.00	OK		
Maximum Sway (degree)	0.76	<	1.00	OK		
Maximum Displacement (mm) : Max. H/200	0.20	<	0.36	OK		
Maximum Support Reaction	Max Compress			Min Tension		
	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)
	-17.926	-17.926	-180.698	-16.599	-24.268	211.561
CONCLUSION						
TOWER SAFE TO HOLD INITIAL LOADING						

### Analisa Efisiensi Tower

Dari hasil tersebut maka kami mencoba menganalisa hasil dari pada perbandingan keduanya, yakni dari sisi ratio. Terlihat pada grafik, pada member nomer 17, dimana nilai ratio pada titik awal hanya mencapai 0.502, namun setelah diefisienkan naik menjadi 0.947. Hal ini membuktikan *member profile* pada daerah tersebut sudah efisien.



**SIMPULAN**

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah dari hasil modeling menggunakan software MS.Tower, diperoleh hasil bahwa gardu eksisting memiliki berat sendiri struktur baja sebesar 8025.408 kg dan juga setelah melakukan beberapa modeling tower menggunakan software MS.Tower, diperoleh hasil bahwa gardu eksisting masih bisa diefisienkan sehingga berat sendiri struktur baja menjadi sebesar 6426.176 kg, atau mengalami efisiensi sebesar 19.9%.



**DAFTAR PUSTAKA**

Belenya, E. *Prestressed Load Bearing Metal Structure.*, MIR Publizer, Moscow,1997  
 Heinz Frick Ir., *Mekanika Teknik 2.*, Penerbit Yayasan Kanisius Yogyakarta, 1979.  
 Rudy guanawan Ir., *Tabel Profil Konstruksi Baja.*, Penerbit Yayasan Kanisius Yogyakarta, 1988.  
 VSL, *External Postensioning System.*, Publishedby VSL International Ltd, Berne,Switzerland.  
 Segui, William T. 1994. *LRFD Steel Design.* Amerika Serikat: PWS Publishing Company.  
 Erinofiardi, Hendra, 2012, *Analisa Defleksi Struktur Tower Transmisi Menggunakan Metode Elemen Hingga*, Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Bengkulu, Bengkulu  
 Sukmadinata, NS., 2007, *Metode Dalam Penelitian*, Yudhistira, Jakarta.  
 Sumargo, Achmad Djihad, Iwan Setiawan, Dudi Arief Mulyadi, 2008, *Analisa Respon Struktur Menara Pemancar Tipe "Monopole" 120 M Akibat Beban Angin Rencana Dengan Periode Ulang 10 Tahunan Di Stasiun Badan Meteorologi Dan Geofisika Semarang*, Jurnal Teknik Sipil Volume VIII Nomor 1, Semarang.  
 Quoilin, S., M. Orosz b, H. Hemond b, V. Lemort a. *Performance and Design Optimization of a Low-Cost Solar Organic Rankine Cycle for Remote Power Generation.* Jurnal, Science Direct, 15 February 2011.  
 Perusahaan Listrik Negara. *Statistik Listrik Indonesia Tahun 2016.* Diakses dari <http://www.pln.co.id/dataweb/STATSTAT2016IND.pdf>, 2 Desember 2017.

# **EVALUASI STRUKTUR BREASTING DAN MOORING *DOLPHIN* AKIBAT PERUBAHAN KAPASITAS KAPAL TANKER DARI 5.000 DWT MENJADI 10.000 DWT**

Ario Andradinata, Ugik Kurniadi, dan Raharjo Samiono  
Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jln. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O. Box 7715 JKS LA  
Kelurahan Jagakarsa – Jakarta Selatan 12620, Telp. 78880275  
Email: [arioandradinata@gmail.com](mailto:arioandradinata@gmail.com), [rekdella92@gmail.com](mailto:rekdella92@gmail.com)

## **ABSTRAK**

Kapal sebagai sarana pengangkut muatan mempunyai ciri-ciri tersendiri dalam menangani muatannya. Muatan tersebut dapat berbentuk gas, padat, dan cair. Kapasitas angkut kapal biasanya diukur dengan satuan DWT (deadweight tonnage). Atau DWT dalam satuan ton metrik atau dengan besar kapal GT (grosstonnage). Analisa mengenai kinerja struktur breasting dan mooring *dolphin* ini bertujuan untuk mengetahui apakah struktur breasting dan mooring *dolphin* yang sudah di rencanakan dengan beban kapal rencana 5000 DWT masih mampu menahan beban peningkatan kapal menjadi 10.000 DWT, atau masih diperlukan perkuatan pada struktur tersebut untuk menghindari terjadinya kerusakan dermaga karena ketidak mampuan struktur dari breasting dan mooring *dolphin* menahan kapal yang bersandar. Analisis struktur breasting dan mooring *dolphin* yang direncanakan dengan kapasitas kapal 5.000 DWT masih mampu menahan beban akibat peningkatan kapal tanker menjadi 10.000 DWT dengan mengecek kemampuan tiang pancang dan tegangan tiang pancang yang terjadi tidak melebihi tegangan izin dari kondisi tiang existing.

Kata kunci : kapal, DWT, dermaga, kapasitas

## **ABSTRACT**

*Ships as a means of transporting cargo have their own characteristics in handling their cargo. The charge can be gas, solid, and liquid. Ship transport capacity is usually measured in DWT (deadweight tonnage) units. Or DWT in metric tons or with a GT ship (grosstonnage). The analysis of the performance of the breasting and mooring dolphin structure aims to determine whether the breasting and mooring dolphin structures that have been planned with a load of 5000 DWT plan vessels are still able to withstand an increase in vessel load to 10,000 DWT, or reinforcement is still needed to avoid damage because of the inability of the breasting structure and the mooring dolphin to hold the leaning ship. The analysis of breasting and mooring dolphin structures planned with a vessel capacity of 5,000 DWT is still able to withstand the burden of increasing the tanker ship to 10,000 DWT by checking the ability of the pile and the pile stress that occurs does not exceed the permit voltage of the existing pole condition.*

*Keywords: ship, deadweight tonnage, dock, capacity*

## **PENDAHULUAN**

Kapal sebagai sarana pengangkut muatan mempunyai ciri-ciri tersendiri dalam menangani muatannya. Muatan tersebut dapat berbentuk gas, padat, dan cair. Kapasitas angkut kapal biasanya diukur dengan satuan DWT (deadweight tonnage) yaitu selisih dari displacement kapal yang bermuatan penuh (extreemweight) dan kapal kosong (lightweight) dihitung dalam satuan ton metrik. Atau secara umum, DWT dalah kemampuan daya muat barang didalam kapal yang dihitung dalam satuan ton metrik. Satuan lain dalam mengukur besar kapal adalah GT (grosstonnage), yaitu jumlah isi dari ruang kapal secara keseluruhan dalam satuan 'registeredton' dimana satu unit registered ton adalah 100cft atau 2.83 m3. Tergantung dari jenis muatan yang diangkut, bentuk badan kapal, kecepatan, dan lain-lain, maka ukuran kapal tersebut menentukan dimensi kapal yaitu panjang, lebar dan kedalaman dalam ukuran satuan panjang.

Tabel : Kapal Tanker

Dead Weight Tonnage <i>DWT</i> (t)	Length overall <i>L<sub>oa</sub></i> (m)	Length between perpendiculars <i>L<sub>pp</sub></i> (m)	Molded breadth <i>B</i> (m)	Full load draft <i>d</i> (m)
1,000	63	57	11.0	4.0
2,000	77	72	13.2	4.9
3,000	86	82	14.7	5.5
5,000	100	97	16.7	6.4
10,000	139	131	20.6	7.6
15,000	154	146	23.4	8.6
20,000	166	157	25.6	9.3
30,000	184	175	29.1	10.4
50,000	209	199	34.3	12.0
70,000	228	217	38.1	12.9
90,000	243	232	41.3	14.2
100,000	250	238	42.7	14.8
150,000	277	265	48.6	17.2
300,000	334	321	59.4	22.4

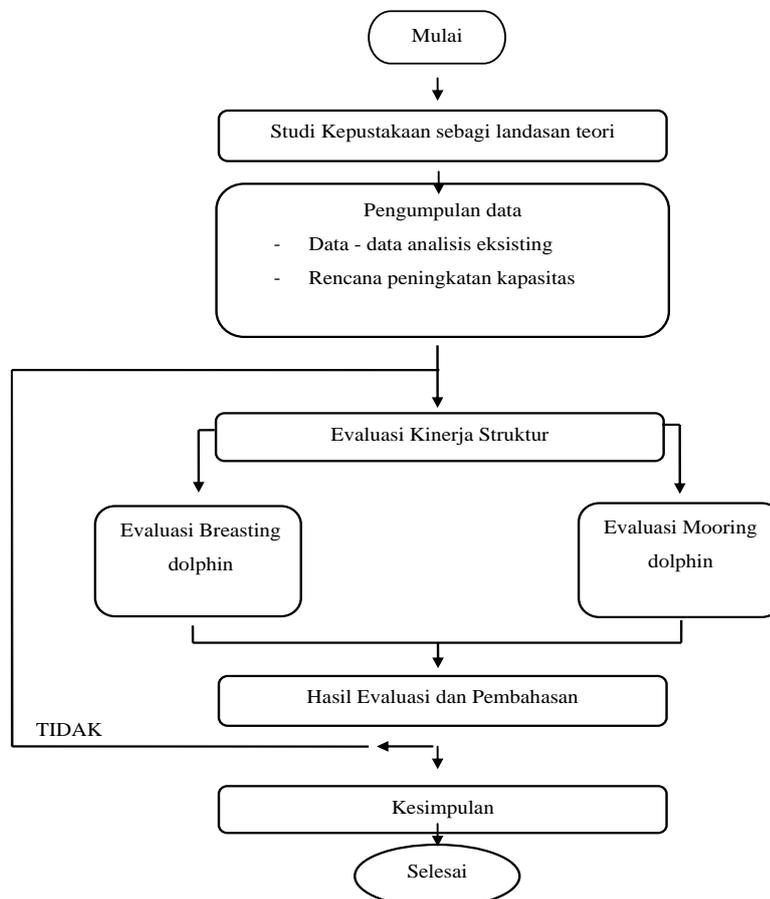
(Sumber: Technical Standart for Port and Harbour Facilities In Japan)

Berhubungan dengan jenis kapal maka diperlukan struktur/konstruksi *dolphin* yang digunakan pada dermaga yang berfungsi sebagai penahan benturan kapal pada saat bersandar dan menambatkan kapal. Adapun bagian bagian dari struktur *dolphin* dermaga tersebut antara lain :

*Breasting dolphin* : *Breasting dolphin* merupakan *dolphin* yang mempunyai ukuran yang lebih besar karena direncanakan untuk menahan benturan kapal ketika berlabuh, dan dilengkapi dengan fender untuk menahan benturan kapal.

*Mooring dolphin* : *Mooring dolphin* merupakan *dolphin* yang mempunyai ukuran lebih kecil dari *breasting dolphin* karena direncanakan sebagai penambat yang berguna untuk menahan tarikan kapal akibat pengaruh tiupan angin, arus dan gelombang. *mooring dolphin* juga dilengkapi oleh bolder untuk menambatkan tali kapal. Letak dari *mooring dolphin* berada dibelakang *breasting dolphin* dan dermaga membentuk sudut 45° terhadap haluan atau buritan kapal.

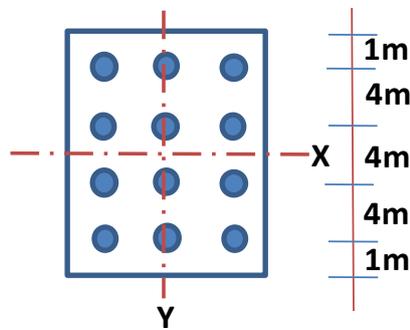
**METODOLOGI PENELITIAN**



**HASIL DAN PEMBAHASAN****Breasting *Dolphin***

Analisis dilakukan dengan *software* SAP 2000 dengan hasil sebagai berikut :

- Cek Kapasitas Tiang Pancang
- ✓ Kapasitas ijin tiang pancang (mengacu pada desain spesifikassi) :
  - Diameter tiang pancang = 812 mm
  - Kapasitas Tekan Qall = 200 Ton
  - Kapasitas Lateral Lall = 20 Ton
  - Kapasitas Tarik Tall = 100 Ton
- ✓ Dari SAP2000 didapat beban dan momen diperoleh :(Lihat Lampiran)
  - Beban Vertikal ( $\sum v$ ) maksimum yang bekerja sebesar 502,31 ton
  - Momen Total ( $\sum M$ ) yang bekerja – 134,09 ton.m
  - Beban Lateral ( $\sum E$ ) Maksimum sebesar - 91,37 ton
  - Momen Lateral ( $\sum M$ ) Maksimum sebesar - 123,84 ton.m
- ✓ Cek Kebutuhan jumlah tiang pancang
  - (  $n = \sum v / Qall$  ) < 12 buah
  - (  $n = 502,31 / 200$  ) < 12 buah
  - (  $n = 2,51 \sim 3$  buah ) < 12 buah (ok)



Absis tiang terhadap pusat poer :

Baris 1 = 4m

Baris 3 = 4m

$$\begin{aligned} \sum x^2 &= 4x(-4) + 4x(4) \\ &= 32 \end{aligned}$$

- ✓ Kontrol terhadap beban Vertikal

$$V = 502,31 \text{ ton}$$

$$(\sum M) = -134,09 \text{ ton.m}$$

Baris 1

$$\begin{aligned} P1 &= (V/n) + ((M_y \cdot x_1) / \sum x^2) \\ &= 58,62 \text{ ton} < 200 \text{ ton (ok)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P3 &= (V/n) + ((M_y \cdot x_1) / \sum x^2) \\ &= 58,62 \text{ ton} < 200 \text{ ton (ok)} \end{aligned}$$

- ✓ Kontrol terhadap beban horizontal

Akibat beban horizontal maka baris yang terkena desakan paling besar adalah baris 3

$$P3 = 25,1 \text{ ton maka } P4_h = 25,1/2 = 12,5 \text{ ton}$$

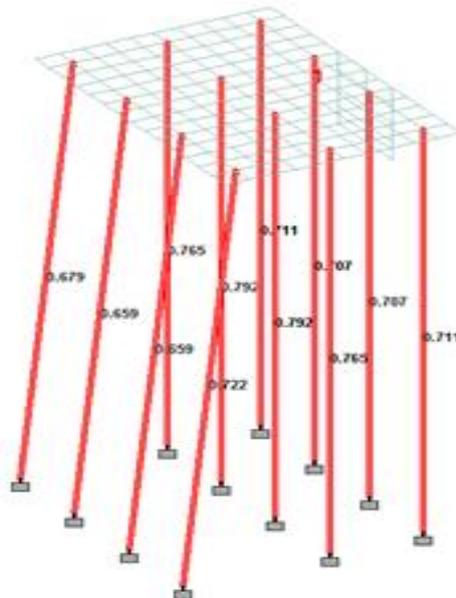
$$H = (-91,37 + (4 \times 12,5)) = 41,4 \text{ ton}$$

$$H \text{ yang terjadi } -41,4 \text{ ton} / 8 = -5,17 < 20 \text{ ton (ok)}$$

✓ Cek Rasio Tegangan Tiang Pancang

Beam	Properti Desain	L/C	Rasio Aktual
989	PIP812.8X14.0	1022	0,711
990	PIP812.8X14.0	1021	0,711
1272	PIP812.8X14.0	1024	0,679
1273	PIP812.8X14.0	1026	0,722
1925	PIP812.8X14.0	1022	0,765
1926	PIP812.8X14.0	1021	0,765
2021	PIP812.8X14.0	1018	0,792
2022	PIP812.8X14.0	1022	0,707
2023	PIP812.8X14.0	1024	0,659
2024	PIP812.8X14.0	1023	0,659
2025	PIP812.8X14.0	1017	0,792
2026	PIP812.8X14.0	1021	0,707
Rasio maksimum		=	0,792

Rasio Maks < 1 (OK)



Gambar : Rasio Tegangan Tiang Pancang

**Mooring Dolphin**

Analisi dilakukan dengan software SAP 2000 dengan hasil sebagai berikut :

✓ **Cek Kapasitas Tiang Pancang**

✓ Kapasitas ijin tiang pancang (mengacu pada desain spesifikasi) :

- Diameter tiang pancang = 812 mm
- Kapasitas Tekan Qall = 200 Ton
- Kapassitas LateralLall = 20 Ton
- Kapasitas Tarik Tall = 100 Ton

✓ Dari SAP2000 didapat beban dan momen diperoleh :(Lihat Lampiran)

Beban Vertikal ( $\sum v$ ) maksimum yang bekerja sebesar 358,76 ton

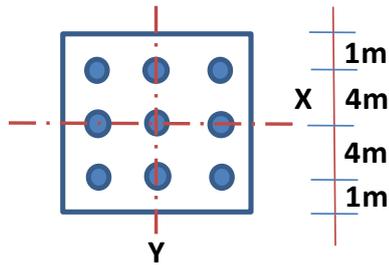
Momen Total ( $\sum M$ ) yang bekerja 96,08 ton.m

Beban Lateral ( $\sum E$ ) Maksimum sebesar 34,5 ton

Momen Lateral ( $\sum M$ ) Maksimum sebesar 86,10 ton.m

✓ Cek Kebutuhan jumlah tiang pancang

$$\begin{aligned} (n = \sum v / Q_{all}) &< 9 \text{ buah} \\ (n = 358,76 / 200) &< 9 \text{ buah} \\ (n = 1,79 \sim 2 \text{ buah}) &< 9 \text{ buah (ok)} \end{aligned}$$



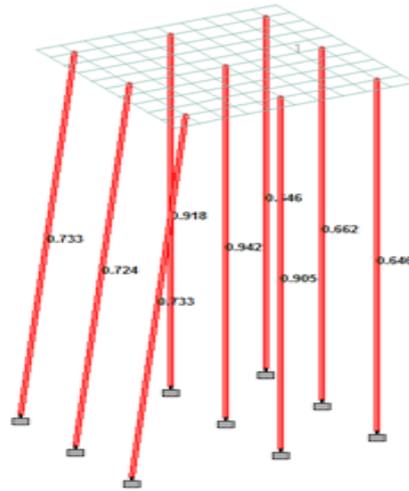
Absis tiang terhadap pusat poer :

$$\begin{aligned} \text{Baris 1} &= 4\text{m} \\ \text{Baris 3} &= 4\text{m} \\ \sum x^2 &= 4x(-4^2) + 4x(4^2) \\ &= 32 \end{aligned}$$

- ✓ Kontrol terhadap beban Vertikal
  - V = 358,76ton
  - ( $\sum M$ ) = 96,08ton.m
  - Baris 1
  - P1 =  $(V/n) + ((M_y \cdot x_1) / \sum x^2)$   
= 27,85 ton < 200 ton (ok)
  - P3 =  $(V/n) + ((M_y \cdot x_1) / \sum x^2)$   
= 51,62 ton < 200 ton (ok)
- ✓ Kontrol terhadap beban Vertikal
  - V = 358,76ton
  - ( $\sum M$ ) = 96,08ton.m
  - Baris 1
  - P1 =  $(V/n) + ((M_y \cdot x_1) / \sum x^2)$   
= 27,85 ton < 200 ton (ok)
  - P3 =  $(V/n) + ((M_y \cdot x_1) / \sum x^2)$   
= 51,62 ton < 200 ton (ok)
- ✓ Cek Rasio Tegangan Tiang Pancang

Beam	Properti Desain	LC	Rasio Aktual
990	PIP812.8X14.0	1021	0,646
1273	PIP812.8X14.0	1032	0,733
1926	PIP812.8X14.0	1030	0,905
2021	PIP812.8X14.0	1032	0,918
2022	PIP812.8X14.0	1032	0,646
2023	PIP812.8X14.0	1032	0,733
2024	PIP812.8X14.0	1032	0,724
2025	PIP812.8X14.0	1032	0,942
2026	PIP812.8X14.0	1032	0,662
Rasio maksimum		=	0,942

$$\text{Rasio Maksimum} < 1 \quad (\text{OK})$$



**Gambar :** rasio tegangan tiang pancang.

**Pengecekan Kedalaman Perairan Terhadap Draft Kapal**

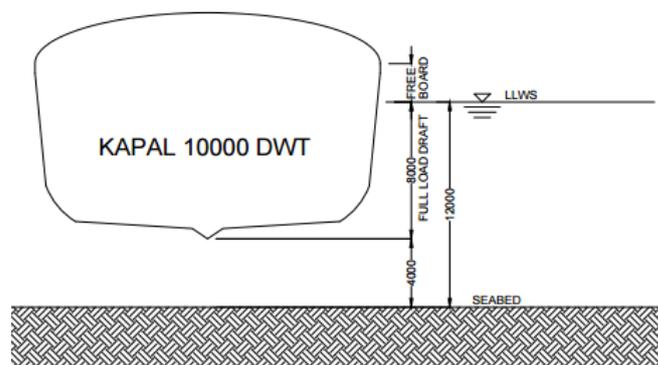
Kedalaman air diukur terhadap muka air referensi yang biasanya muka air referensi ini ditentukan berdasarkan nilai rata-rata dari muka air surut terendah pada saat pasang besar (*spring tide*) dalam periode panjang, yang disebut LLWS (*Lowest Low Water Spring*). Data pasang surut yang didapatkan adalah :

- HWS = 13.8 m
- LLWS = 12 m
- Draft kapal.

Tabel Draft Kapal 10.000 DWT

Jenis Kapal	DWT	Draft Kapal (m)
Kapal Minyak	10000	8

Dari data diatas dapat digambarkan kedalaman perairan terhadap kapal yang sedang bersandar sebagai berikut :



**Gambar :** Draft Kapal Terhadap Sea Bed

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa kedalaman perairan masih bisa untuk bersandarnya kapal 10.000 DWT. Karena pada keadaan full load draft masih ada ruang bebas sedalam 4 meter antara kapal dan seabed.

## SIMPULAN

Hasil evaluasi struktur dari breasting *dolphin* dan mooring *dolphin* akibat perubahan kapasitas beban kapal tanker dari 5.000 DWT menjadi 10.000 DWT setelah dilakukan analisa dapat disimpulkan masih mampu menahan beban dari kapal tanker 10.000 DWT dengan analisis gaya-gaya yang terjadi masih mampu ditahan oleh struktur existing dan tegangan yang terjadi tidak melebihi tegangan yang diijinkan. Kesimpulan dari analisis diatas:

### **Breasting**

- ✓ Kontrol terhadap beban Vertikal
  - V = 502,31 ton
  - ( $\Sigma M$ ) = -134,09 ton.m
  - $P1 = (V/n) + ((My.x1)/\Sigma x^2)$
  - = 58,62 ton < 200 ton (ok)
  - $P3 = (V/n) + ((My.x1)/\Sigma x^2)$
  - = 58,62 ton < 200 ton (ok)
- ✓ Kontrol terhadap beban horizontal
  - Akibat beban horizontal maka baris yang terkena desakan paling besar adalah baris 3
  - $P3 = 25,1$  ton maka  $P4h = 25,1/2 = 12,5$  ton
  - $H = (-91,37 + (4 \times 12,5)) = 41,4$  ton
  - H yang terjadi = -41,4 ton / 8 = -5,17 < 20 ton (ok)

### **Mooring**

- ✓ Kontrol terhadap beban Vertikal
  - V = 358,76 ton
  - ( $\Sigma M$ ) = 96,08 ton.m
  - $P1 = (V/n) + ((My.x1)/\Sigma x^2)$
  - = 27,85 ton < 200 ton (ok)
  - $P3 = (V/n) + ((My.x1)/\Sigma x^2)$
  - = 51,62 ton < 200 ton (ok)

## SARAN

Evaluasi dapat dikembangkan dengan merubah beban kapal dengan kapasitas lebih besar untuk mengetahui sampai dengan kapasitas kapal tanker berapa struktur dari breasting dan mooring *dolphin* dapat tetap digunakan tanpa harus melakukan perkuatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alonzo DeF.Quinn. *Design & Construction of Ports & Marine Structures* Second Edition. McGraw-Hill Book Company, America, 1961.
- American Institute of Steel Construction (AISC) Code of Standard Practice for Steel Building and Bridges*. 2005.
- API RP 2A-LRFD Load and Resistance Factor Design*. 1997.
- Asiyanto. *Metode Konstruksi Bangunan Pelabuhan*. Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta, 2008.
- Kramadibrata, Soedjono. *Perencanaan Pelabuhan*. ITB, Bandung, 2002
- Triatmojo, Prof. Dr. Ir Bambang. *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Offset Yogyakarta, Yogyakarta, 2009.
- Ricky Lukman Tawekal. 2011. *Bangunan Lepas Pantai 1*. Bandung: Penerbit ITB.
- SNI 1729-2015 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*. 2015.
- Wiryanto, Dewobroto. *Aplikasi Rekayasa Konstruksi Dengan SAP2000*. Alex Media Komputindo, Jakarta, 2013.

# **ANALISIS BIAYA PENGADAAN KEBUTUHAN K3 PADA PROYEK SENTUL TOWER APARTMENT – SENTUL CITY BOGOR**

## **(Studi Kasus : Proyek Sentul Tower Apartment – Sentul City, Bogor)**

I Wayan Swastika dan Ria Josephine  
Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jln. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O. Box 7715 JKS LA  
Kelurahan Jagakarsa – Jakarta Selatan 12620, Telp. 78880275  
Email: [Iwayanswastika45@yahoo.co.id](mailto:Iwayanswastika45@yahoo.co.id), [rjosephine@outlook.co.id](mailto:rjosephine@outlook.co.id)

### **ABSTRAK**

Dengan semakin banyaknya proyek pembangunan di Indonesia mendorong penyedia jasa dalam menerapkan sistem manajemen K3 yang tepat. Sesuai dengan peraturan perundang – undangan dari Peraturan Pemerintah No. 50/2012 yang menyatakan bahwa perusahaan yang mempekerjakan tenaga kerja sebanyak 100 orang atau lebih wajib menerapkan sistem manajemen K3. Untuk itu perlu direncanakan seluruh kebutuhan K3 beserta biayanya sehingga aktivitas konstruksi dapat berjalan lancar, aman dan sehat. K3 adalah segala kegiatan atau kondisi yang menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan pekerja. Perhitungan biaya K3 terdiri dari penyiapan RK3K, sosialisasi dan promosi K3, asuransi dan perijinan, Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri, personil K3, fasilitas sarana kesehatan, rambu K3 dan kebutuhan K3 lainnya. Metodologi penelitian yang digunakan adalah pengamatan dan studi literatur kemudian menganalisis data yang ada sehingga didapatkan kesimpulan. Hasil penelitian menyatakan bahwa pada proyek Sentul Tower Apartment, pihak kontraktor telah memenuhi kebutuhan K3 dengan dengan sangat baik. Anggaran biaya yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan K3 sebesar Rp 1.992.675.009,- atau 2,05% dari Nilai Kontrak. Biaya terbesar ada pada upah personil K3, sedangkan biaya terkecil ada pada penyiapan RK3K. Besar atau kecilnya biaya dipengaruhi oleh ketentuan peraturan perundang - undangan biaya pada suatu daerah, durasi pelaksanaan K3 dan cara penyimpanan serta penggunaan alat K3.

Kata kunci: Biaya, Pengadaan, Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), Bobot Biaya

### **ABSTRACT**

*Nowadays, Indonesia has many construction projects than can push contractor to apply the right Health And Safety Environment Management System. According to Peraturan Pemerintah No. 50/2012 which stated that every company who employ 100 or more employees has to apply Health And Safety Environment Management System. Therefore, contractors need to list the items and estimate the cost of Health and Safety Environment (HSE) to make construction activities running well and safe. HSE is an activity or condition that guarantee and protect the safety and healthiness each worker. The cost estimation of HSE consist of RK3K preparation, socialization and promotion HSE, working protective equipment, personal protective equipment, insurance and license, HSE workers, HSE facilities, HSE signs, and other needs. The methodology can be used is observing and collecting datas from trustable references for being base calculation of HSE cost. After that it can be analysed and make summary. The researcher finds that the cost for HSE in this project is IDR 1.992.675.009,- or 2,05% from Project Cost Estimation. The highest price is on HSE workers and the lowest is RK3K preparation. That amount is affected by national rule in each areas, HSE duration and the way to keep or use HSE equipments.*

*Keywords: Cost, Supply, Health and Safety Environment, Cost Percentage*

### **PENDAHULUAN**

Semakin banyaknya proyek pembangunan di Indonesia mendorong Penyedia Jasa atau Kontraktor harus memahami dan menerapkan Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (SMK3) yang baik dan tepat. Penerapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) sudah diatur dalam peraturan perundang – undangan di Indonesia, antara lain dalam UU No. 1/1970 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan PP No. 50/2012 tentang Penerapan SMK3 dimana setiap perusahaan yang mempekerjakan 100 atau lebih orang yang mengandung potensi bahaya wajib menerapkan SMK3. Untuk menjamin bahwa proyek akan berjalan aman dan sehat, maka setiap pekerja harus dalam kondisi yang sehat dan aman dalam bekerja. Untuk itulah diperlukan pengadaan kebutuhan K3 yang lengkap dan sesuai, dimana dalam prosesnya membutuhkan biaya

yang cukup besar. Agar kebutuhan K3 bisa terpenuhi, maka harus diperhitungkan anggaran biayanya sesuai dengan nilai kontrak proyek.

K3 adalah kegiatan atau kondisi yang harus diwujudkan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan pekerjaannya melalui upaya pencegahan kecelakaan dan penyakit akibat kerja sesuai dengan standar yang berlaku. Dalam penerapan K3 tersebut, Penyedia Jasa wajib menyediakan segala kebutuhan K3, yang terdiri dari penyiapan RK3K atau administrasi K3, sosialisasi dan promosi K3, Alat Pelindung Kerja, Alat Pelindung Diri, asuransi dan perijinan, personil K3, fasilitas sarana kesehatan, rambu – rambu K3 dan hal lain terkait pengendalian risiko K3.

## METODE PENELITIAN

Pengumpulan data pada penelitian dilakukan dengan cara Observasi (pengamatan) dan Studi Literatur yang berkaitan dengan permasalahan dan tujuan penelitian. Adapun dari masing – masing metode adalah sebagai berikut:

### a. Observasi (Pengamatan)

Pada metode ini akan dilakukan peninjauan dan pengamatan langsung akan ketersediaan kebutuhan K3 pada proyek. Selain itu juga akan diamati penerapan aktivitas K3 selama proyek berlangsung baik itu melihat langsung maupun melakukan wawancara dengan orang – orang terkait. Dari metode ini didapatkan data – data pendukung berupa dokumen laporan K3 selama proyek berjalan.

### b. Studi Literatur

Metode ini adalah mencari dan mengumpulkan data dari referensi – referensi terpercaya sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan analisis permasalahan. Referensi yang digunakan dapat berupa buku – buku, jurnal ilmiah maupun artikel dari internet.

Adapun alur pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan HIRADC (Hazard Identification Risk Assesment Determining Control) dapat diketahui kebutuhan K3 yang harus disediakan selama kegiatan konstruksi berlangsung. Secara garis besar, poin – poin kebutuhan K3 pada masing – masing pekerjaan konstruksi sudah terpenuhi dengan bobot 100%. Namun ada beberapa poin yang tidak terpenuhi yang menyebabkan bobot pemenuhan HIRADC tidak mencapai 100%. Sehingga total bobot yang dicapai untuk ketersediaan kebutuhan K3 berdasarkan HIRADC adalah sebesar 94,3% atau termasuk dalam kategori “Sangat Baik” menurut penilaian skala Likert. Berikut ini adalah tabel rangkuman bobot penerapan pengadaan kebutuhan K3 berdasarkan HIRADC.

Tabel 1. Bobot Penerapan HIRADC untuk Pengadaan Peralatan K3

No.	Item	Bobot (%)
1	Pasang TC	100
2	Mobilisasi dan demobilisasi alat berat	100
3	Pengukuran dan bouwplank	100
4	Bangunan sementara	100
5	listrik dan air kerja	100
6	Pemasangan Perancah/scaffolding	100
7	Mengangkut Material secara manual	100
8	Mengangkut Material dengan alat	100
9	Pengangkutan dengan TC	75
10	Operasional TC	100
11	Erection TC	85.7
12	Land Clearing	100
13	Gali Tanah dengan Excavator	100
14	Gali Tanah	100
15	Urug tanah	100
16	Pemotongan Tiang Pancang/bore pile	100
17	Membengkokan dan memotong besi	100
18	Pekerjaan Pembesian	66.7
19	Pekerjaan Bekisting	100
20	Pengecoran	85.7
21	Floor Hardener	100
22	Pekerjaan Screed	75
23	Pemasangan railing Besi	100
24	Waterproofing	100
25	pekerjaan Galian Tanah	100
26	Pemasangan Bekisting Batako	100
27	Bongkar Bekisting	71.4
28	Pembersihan lokasi	80
<b>Rata – Rata Bobot</b>		<b>94.3</b>

Ketersediaan kebutuhan K3 berdasarkan pemenuhan Legislasi UU No. 3/1992 tentang Jaminan Jaminan Sosial Tenaga Kerja dan KEPMENAKER No. KEP-196/MEN/1999 tentang Penyelenggaraan Program Jaminan Sosial Tenaga Kerja Bagi Tenaga Kerja Harian Lepas, Borongan Dan Perjanjian Kerja Waktu Tertentu Pada Sektor Jasa Konstruksi sudah dilakukan oleh Kontraktor, yaitu dengan menyediakan BPJS Ketenagakerjaan dan Kesehatan Kerja. Karena itulah bobot yang dicapai dari pemenuhan Legislasi ini sebesar 100% atau termasuk dalam kategori “Sangat Baik” berdasarkan penilaian skala Likert. Berikut adalah tabel rangkuman hasil pemenuhan Legislasi.

Tabel 2. Bobot Penerapan Legislasi K3

No	Legislasi	Bobot (%)
1	UU No.3/1992	100
2	KEPMENAKER No. KEP-196/MEN/1999	100
<b>Rata – Rata Bobot</b>		<b>100</b>

Ketersediaan kebutuhan K3 juga dapat dilihat berdasarkan sasaran dan program K3LMP. Sasaran dan program K3LMP terdiri dari 38 program dimana 29 program sudah dipenuhi dan 9 program belum dipenuhi karena menunggu waktu yang tepat. Sehingga dari data tersebut dapat dihitung bobot ketersediaan kebutuhan K3 yang dicapai, yaitu sebesar 76,32% atau termasuk dalam kategori Baik berdasarkan penilaian skala Likert. Berikut adalah tabel pemenuhan sasaran dan program K3LMP.

Tabel 3. Pemenuhan Sasaran dan Program K3LMP

No	Program K3LMP	Status Pelaksanaan	
		On Progress	Belum
1	Melakukan pengarahan secara berkala IK Kendaraan	1	
2	Melakukan Checklist kendaraan	1	
3	Memasang Rambu - rambu K3 (lalu lintas)	1	
4	Melakukan inspeksi terhadap kabel yang digunakan secara berkala	1	
5	Melakukan inspeksi APAR	1	
6	Melakukan inspeksi house keeping	1	
7	Melakukan pelatihan pemadam api		1
8	Melakukan simulasi tindak darurat		1
9	Melakukan Induksi	1	
10	Melakukan Izin kerja	1	
11	Melakukan inspeksi K3LMP	1	
12	Memantau tindakan koreksi & pencegahan K3LMP	1	
13	Memantau dan mengevaluasi kinerja K3LMP	1	
14	Menyelenggarakan rapat koordinasi	1	
15	Pengelolaan K3LMP subkon/mandor	1	
16	Pengadaan upaya penanganan kecelakaan (P3K)	1	
17	Program House Keeping	1	
18	Penyediaan APD	1	
19	Sosialisasi K3LMP	1	
20	Penyiapan Tanggap Darurat Proyek	1	
21	Menyiapkan Personil yang terkait	1	
22	Pencegahan pencurian, sabotase, demonstrasi	1	
23	Pencegahan ancaman kejahatan dari luar terhadap pekerja & lingkungan proyek	1	
24	Ronda harian	1	
25	Patrol mingguan	1	
26	Apel Pagi	1	
27	Check list	1	
28	Briefing mingguan	1	
29	Pembinaan fisik	1	
30	Pemantauan CCTV	1	
31	Merangkum & mengevaluasi pemenuhan legislası terkait K3LMP	1	
32	Pelatihan OHSAS 18001, ISO 9001, ISO 14001		1
33	Pelatihan Accident & Incident Investigation		1
34	Pelatihan Fire Fighting & Simulasi ERP Kebakaran/Gempa Bumi		1
35	Penanganan Tumpahan /limbah B3		1
36	Pelatihan First Aid		1
37	Simulasi Ancama Bom, Demonstrasi		1
38	Sosialisasi Sistem Manajemen Pengamanan		1
<b>Total</b>		<b>29</b>	<b>9</b>
<b>Rata – Rata Bobot Terpenuhi (%)</b>		<b>76,32</b>	

Jadi, berdasarkan data di atas dapat diketahui kondisi ketersediaan kebutuhan K3 secara keseluruhan, yaitu sebesar 90,21% atau termasuk dalam kategori “Sangat Baik” berdasarkan penilaian skala Likert. Hal ini menandakan bahwa pihak kontraktor sudah menyediakan kebutuhan K3 yang diperlukan dengan lengkap dan baik. Berikut adalah tabel rangkuman bobot pengadaan kebutuhan K3.

Tabel 4. Rangkuman Bobot Pengadaan Kebutuhan K3

NO	ITEMS	Bobot (%)
1	Pemenuhan HIRADC	94,30%
2	Pemenuhan Legislası	100,00%
3	Pemenuhan Program K3	76,32%
<b>Total</b>		<b>270,62%</b>
<b>Rata - Rata Bobot</b>		<b>90,21%</b>

### Perhitungan Ulang Biaya Pengadaan Kebutuhan K3

Selanjutnya dapat menghitung anggaran biaya K3 pada proyek Sentul Tower Apartment berdasarkan pada data jumlah pekerja dan peralatan K3 yang disediakan serta data ketersediaan

kebutuhan K3 dengan mengacu kepada Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 66/SE/M/2015 pada Lampiran 1. Berikut adalah hasil rangkuman perhitungan biaya K3 secara keseluruhan.

Tabel 5. Anggaran Biaya Pengadaan Kebutuhan K3

No	Jenis Kegiatan	Besar Biaya (Rp)
1	Penyiapan RK3K (Administrasi)	1.915.500
2	Sosialisasi & Promosi K3	149.120.000
3	Alat Pelindung Kerja	478.272.273
4	Alat Pelindung Diri	159.796.636
5	Asuransi & Perizinan	331.200.000
6	Personil K3	667.227.600
7	Fasilitas & Sarana Kesehatan	8.151.000
8	Rambu K3	26.785.000
9	Lain - Lain Terkait Pengendalian K3	170.207.000
<b>Total</b>		<b>1.992.675.009</b>
<b>Bobot dari nilai Kontrak</b>		<b>2,05%</b>

Jadi, total keseluruhan biaya K3 yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan K3 pada proyek Sentul Tower Apartment adalah sebesar **Rp 1.992.675.009,-** (satu milyar sembilan ratus sembilan puluh dua juta enam ratus tujuh puluh lima ribu sembilan ratus rupiah). Nilai tersebut adalah sebesar 2,05% dari Nilai Kontrak.

Analisis Perbandingan Perhitungan Biaya K3 Oleh Kontraktor dengan Perhitungan Ulang Biaya Berdasarkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 66/SE/M/2015

Dari perhitungan biaya tersebut dapat kita bandingkan dengan biaya yang sudah dibuat oleh pihak kontraktor dengan menghitung bobot dari masing – masing *item* K3. Berikut adalah table perbandingan perhitungan biaya K3.

Tabel 6. Perbandingan Perhitungan Biaya K3

No	HSE Activities	Total Amount (Rp)		Amount Percentage (%)	
		Contractor	Re-Calculation	Contractor	Re-Calculation
1	Penyiapan RK3K (Administrasi)	2.000.000	1.915.500	0,07%	0,10%
2	Sosialisasi & Promosi K3	149.400.000	149.120.000	5,46%	7,48%
3	Alat Pelindung Kerja	1.096.000.000	478.272.273	40,07%	24,00%
4	Alat Pelindung Diri	275.850.000	159.796.636	10,08%	8,02%
5	Asuransi & Perizinan	331.200.000	331.200.000	12,11%	16,62%
6	Personil K3	667.227.600	667.227.600	24,39%	33,48%
7	Fasilitas & Sarana Kesehatan	9.000.000	8.151.000	0,33%	0,41%
8	Rambu K3	28.250.000	26.785.000	1,03%	1,34%
9	Lain - Lain Terkait Pengendalian K3	176.600.000	170.207.000	6,46%	8,54%
<b>Total</b>		<b>2.735.527.600</b>	<b>1.992.675.009</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Melalui perbandingan ini dapat diketahui bahwa biaya yang direncanakan Kontraktor sebesar 2,82% dari Nilai Kontrak, sedangkan perhitungan ulang biaya K3 sebesar 2,05% dari nilai Kontrak. Hal ini dikarenakan perhitungan anggaran biaya dari Kontraktor tidak menggunakan harga satuan yang ril, melainkan harga yang sudah dibulatkan sehingga hasilnya pun semakin

besar. Sedangkan perhitungan ulang biaya K3 menggunakan harga satuan ril. Selain itu variabel jumlah kuantiti juga berpengaruh terhadap perbedaan ini. Pada perhitungan ulang, kuantiti yang dihitung berdasarkan pada data ril pemenuhan jumlah peralatan K3 pada lapangan, sedangkan perhitungan Kontraktor kuantitinya berdasarkan perencanaan.

Biaya terbesar berdasarkan perhitungan ulang adalah biaya untuk pengadaan personil K3 yang berjumlah 15 orang dengan bobot sebesar 33,48%. Hal ini dikarenakan adanya penyesuaian upah minimum sesuai dengan peraturan yang berlaku pada setiap daerah. Semakin tinggi upah minimumnya, maka akan semakin besar juga biaya untuk pengadaan personil K3 dan tentunya berdampak pada semakin besarnya anggaran biaya K3 yang dikeluarkan.

Biaya terkecil dari perhitungan ulang sebesar 0,10%, yaitu pada pengadaan persiapan RK3K atau administrasi K3. Biaya untuk administrasi K3 ini tidak terlalu besar karena pihak Kontraktor sudah menyiapkan komputer dan notebook beserta printer dan kertasnya, sehingga biaya pembuatan dokumen tidak terlalu besar dibandingkan harus dicetak di luar atau percetakan.

### **Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Besar dan Kecilnya Biaya Pengadaan Kebutuhan K3**

Jadi, besar atau kecilnya biaya pengadaan kebutuhan K3 dipengaruhi oleh ketentuan biaya yang berlaku di daerah proyek berlangsung, durasi penggunaan atau pelaksanaan K3 itu sendiri, serta cara dan lokasi penyimpanan peralatan K3. Selain itu, hambatan – hambatan yang menyebabkan kegagalan K3 dan menurunnya produktivitas maupun kinerja proyek juga ikut menambah beban biaya K3 menjadi lebih besar.

Hambatan dikarenakan intensitas hujan yang tinggi dan sulitnya mendapatkan air bersih di lokasi proyek dapat menambah durasi pelaksanaan proyek. Jika jadwal proyek semakin lama, maka kebutuhan K3 pun akan bertambah dari yang sudah direncanakan dan menyebabkan biaya juga semakin bertambah besar. Lain halnya dengan hambatan dikarenakan tidak disiplinnya pekerja dalam menggunakan Alat Pelindung Diri dapat diatasi dengan kebijakan perusahaan untuk memberikan APD sebagai milik pribadi yang harus dijaga masing – masing pekerja, sehingga pekerja lebih menyadari pentingnya menjaga APD. Selain kebijakan tersebut, program inspeksi ataupun patroli harian turut membantu mengurangi kerusakan APD yang berakibat bertambahnya anggaran untuk penggantian APD bila rusak.

### **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis dalam Penelitian ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kebutuhan K3 yang disediakan oleh PT Waskita Karya (Persero) Tbk. Pada proyek Sentul Tower Apartment sudah sangat baik dan mencapai persentase sebesar 90,21% dimana kebutuhan K3 sudah disediakan lengkap dan sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.
2. Mengacu kepada Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 66/SE/M/2015 pada Lampiran 1 serta SOP dari pelaksanaan K3 dapat dihitung besar Anggaran Biaya K3 yang dibutuhkan, yaitu sebesar Rp 1.992.675.009,-. Nilai tersebut adalah sebesar 2,05% dari Nilai Kontrak.
3. Perbandingan perhitungan ulang biaya K3 dengan RAB Kontraktor terdapat perbedaan dikarenakan harga satuan yang digunakan Kontraktor adalah harga yang dibulatkan sedangkan Penulis menggunakan harga ril. Selain itu, kuantiti alat K3 yang dihitung oleh Penulis berdasarkan data ril di lapangan.
4. Berdasarkan perhitungan Anggaran Biaya K3, Penulis mendapati biaya terbesar untuk K3 adalah biaya untuk Personil K3 dengan bobot sebesar 33,48% dari total biaya K3 keseluruhan. Sedangkan biaya terkecil untuk persiapan RK3K dengan bobot sebesar 0,10% dari total biaya K3 keseluruhan.
5. Besar atau kecilnya biaya pengadaan kebutuhan K3 dipengaruhi oleh ketentuan biaya yang berlaku di daerah proyek berlangsung, durasi penggunaan atau pelaksanaan K3 itu sendiri, serta cara dan lokasi penyimpanan peralatan K3.
6. Hambatan yang dialami, yaitu intensitas hujan tinggi serta kesulitan mendapatkan air bersih dapat menambah waktu pelaksanaan konstruksi sehingga biaya K3 menjadi semakin besar. Sedangkan hambatan karena kurang disiplin pekerja di lapangan dapat diantisipasi dengan kebijakan Kontraktor dan pengawasan tim K3 di lapangan sehingga biaya APD tidak bertambah akibat penggantian APD yang terlalu sering.

## SARAN

Setelah melihat hasil Penelitian dan menyadari kemungkinan adanya kekurangan, maka saran yang dapat diambil adalah perusahaan dapat lebih komunikatif dalam mensosialisasikan penggunaan dan penyimpanan peralatan K3 terkhusus Alat Pelindung Diri (APD) kepada setiap pekerja di lapangan. Sehingga masing – masing pekerja memiliki kesadaran untuk menjaga dan menggunakan perlengkapan K3. Jadi selama proyek berlangsung, tidak terjadi kegagalan K3 dan biaya K3 yang sudah direncanakan tidak membengkak.

## DAFTAR PUSTAKA

- LP2K3L A2K4. [n.d.]. *Bahan Pelatihan Ahli Muda K3 Konstruksi*.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.01/MEN/1981 tentang *Kewajiban Melapor Penyakit Akibat Kerja*.
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja RI Nomor PER.01/MEN/1980 tentang *Keselamatan dan esehatan Kerja pada Konstruksi Bangunan*
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.04/MEN/1980 tentang *Syarat – syarat Pemasangan dan Pemeliharaan Alat Pemadam Api Ringan*
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.08/MEN/VII/2010 tentang *Alat Pelindung Diri*
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER.15/MEN/VIII/2008 tentang *Pertolongan Pertama pada Kecelakaan di Tempat Kerja*
- Peraturan Pemerintah Nomor 50 tahun 2012 tentang *Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*
- Putra, A.A. Bayu Maha Kesuma, Ida Ayu Raii Widhiawati, dan Ida Bagus Rai Adnyana. *Evaluasi Penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Lingkungan dan Mutu (K3LMP) Proyek Konstruksi pada PT Waskita Karya (Studi Kasus pada Proyek DSDP II ICB 1)*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil (2014): 4386-5. Print.
- Rawis, Thresia Deisy, Jermias Tjakra dan Tisano Tj. Arsjad, *Perencanaan Biaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Proyek Konstruksi Bangunan (Studi Kasus: Sekolah St. Ursula Kotamobagu)*. Jurnal Sipil Statik Vol. 4 (2016):2337-6732.Print.
- Sari, Yosi Novita. (2010) *Gambaran Alat Pelindung Diri, Penggunaan dan Pemeliharaan PT. PLN (Persero) P3B JB Region Jakarta & Banten UPT Jakarta Selatan. Laporan Magang. Fak. Kedokteran dan Ilmu Kesehatan – UIN Syarif Hidayatullah*.
- Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 66/SE/M/2015 tentang *Biaya Penyelenggaraan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum*.
- Undang – Undang RI Nomor 1 tahun 1970 tentang *Keselamatan Kerja*
- Waskita. 2012. *Buku Saku Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan*. Jakarta: Waskita.

# ANALISA PERBANDINGAN NILAI -NILAI KARAKTERISTIK PADA BETON K-250 MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR PERMUKAAN KASAR DAN HALUS

Feizal Manaf dan Resha Dean Farisky Hakiki

Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Sains dan Teknologi Nasional

Jln. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O. Box 7715 JKS LA

Kelurahan Jagakarsa – Jakarta Selatan 12620, Telp. 78880275

Email: [feizalmanaf@yahoo.co.id](mailto:feizalmanaf@yahoo.co.id), [reshadean@gmail.com](mailto:reshadean@gmail.com)

## ABSTRAK

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya kuat tekan. Agregat untuk beton adalah butiran mineral terdiri dari agregat halus dan agregat kasar. Agregat kasar menurut bentuk permukaannya dapat dibagi dua, yaitu agregat alami yang diperoleh dari sungai dengan bentuk permukaannya halus dan agak bulat serta agregat buatan yang diperoleh dari batu pecah yang permukaannya tajam dan kasar. Batu koral adalah material bangunan yang diambil secara langsung dari alam dan bisa digunakan tanpa melalui proses pabrikasi lebih dahulu. Adapun pengujian yang dilakukan adalah kadar lumpur, kadar organik, kadar air, berat jenis, penyerapan air, analisa ayakan, keausan agregat, kuat tekan beton dan uji SEM – EDX. Pembuatan benda uji untuk umur 7, 14 dan 28 hari, pada umur beton 28 hari kuat tekan beton menggunakan agregat kasar permukaan kasar (Split) sebesar 303,70 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan untuk kuat tekan beton menggunakan agregat kasar permukaan halus (Koral) sebesar 290,36 kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil uji SEM dapat disimpulkan, agregat kasar yang baik untuk pengikatan dengan pasta dan mortar semen adalah yang bertekstur cukup kasar (Split).

Kata kunci: Batu Koral, Beton, Agregat kasar

## ABSTRACT

*Aggregate is the concrete component that has the most role in determining the amount of compressive strength. The aggregate for concrete is a mineral grain consisting of fine aggregate and coarse aggregate. The coarse aggregate according to the shape of the surface can be divided into two, namely the natural aggregate obtained from the river with the shape of a smooth and rather rounded surface and artificial aggregates obtained from broken stones whose surface is sharp and rough. Coral is a building material that is taken directly from nature and can be used without going through the manufacturing process first. The tests carried out were sludge content, organic content, water content, specific gravity, water absorption, sieve analysis, aggregate wear, concrete compressive strength and SEM-EDX test. Making specimens for ages 7, 14 and 28 days, at the concrete age of 28 days the compressive strength of the concrete used rough coarse aggregates (Split) of 303.70 kg / cm<sup>2</sup>, while for concrete compressive strength using coarse aggregates of fine surfaces (Coral) of 290.36 kg / cm<sup>2</sup>. Based on the results of the SEM test it can be concluded, the coarse aggregates that are good for binding with cement paste and mortar are those with a fairly rough texture (Split).*

*Keywords: Coral Stone, Concrete, Coarse Aggregate.*

## PENDAHULUAN

Beton merupakan salah satu bahan material yang hampir selalu digunakan pada setiap bangunan. Berkat ditemukannya beton, struktur bangunan menjadi lebih kokoh, mudah dirawat dan berdaya tahan tinggi. Kelebihan dari beton adalah mudah dicetak dalam bentuk dan ukuran yang dikehendaki. Dalam pekerjaan struktur untuk menghasilkan suatu konstruksi beton yang sesuai dengan kebutuhan, perlu diteliti dan diketahui kualitas bahan-bahan yang digunakan serta dosis pemakaian bahan tambahan.

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya kuat tekan. Agregat untuk beton adalah butiran mineral keras terdiri dari agregat halus dan agregat kasar. Agregat kasar menurut asalnya dapat dibagi dua yaitu agregat alami yang diperoleh dari sungai dan agregat buatan yang diperoleh dari batu pecah. Batu koral adalah material bangunan yang diambil secara langsung dari alam dan bisa digunakan tanpa melalui proses pabrikasi lebih

dahulu. Pemanfaatan batu koral (agregat kasar permukaan halus) sebagai pengganti split (agregat kasar permukaan kasar) diharapkan bisa mendapatkan nilai kuat tekan yang lebih baik, sehingga bisa dimanfaatkan tidak hanya dari estetika untuk keindahan saja, tapi juga bisa sebagai bahan bangunan yang kokoh.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Pembuatan sampel, pemeliharaan sampel, dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Beton Kampus Institut Sains Dan Teknologi Nasional selama 1,5 bulan., pengujian morfologi agregat dengan menggunakan uji SEM (Scanning Electron Microscopy) di PUSLABFOR Kalimantan, Jakarta Timur.

Penelitian pada beton ini menggunakan pencampuran agregat kasar permukaan halus (koral) dan permukaan kasar yang digunakan dalam membuat beton. Tujuan penelitian ini Mendapatkan nilai karakteristik yang dihasilkan beton dengan menggunakan agregat kasar permukaan tajam dan permukaan halus khususnya dalam permukaan bidang hancur yang memengaruhi kuat tekan beton.

### **Beton**

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture atau additive*). Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan-bahan penyusun beton), kita memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen. Komposisi beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Dengan demikian masing-masing komponen tersebut perlu dipelajari sebelum mempelajari beton secara keseluruhan. Perencana dapat mengembangkan pemilihan material yang layak komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas yang disyaratkan oleh perencana dan memenuhi persyaratan *serviceability* yang dapat diartikan juga sebagai pelayanan yang handal dengan memenuhi kriteria ekonomi.

### **Uji Slump**

Uji slump digunakan untuk pengukuran terhadap tingkat kekentalan suatu adukan beton, yang berpengaruh pada tingkat pengerjaan beton (*workability*). Semakin besar nilai slump maka beton semakin encer dan semakin mudah untuk dikerjakan, sebaliknya semakin kecil nilai slump, maka beton akan semakin kental dan semakin sulit untuk dikerjakan. Campuran beton sesegera mungkin dimasukkan kedalam kerucut secara bertahap, sebanyak 3 lapisan dengan ketinggian yang sama. Setiap lapis dipadatkan dengan cara ditusuk dengan menjatuhkan secara bebas tongkat baja berdiameter 16 mm, dengan dibulatkan dibagian ujung dengan panjang tongkat 60 cm. Dilakukan sebanyak 25 kali untuk setiap lapis.

### **Kuat Tekan Beton**

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990). Mengetahui kekuatan tekan beton karakteristik ini penting, mengingat pada proyek konstruksi, uji tekan sample beton dilapangan terkadang dites tidak tepat pada umurnya ( 28 hari ), sehingga perlu dilakukan pengkoreksian dengan menggunakan faktor kekuatan untuk kemudian diketahui apakah pada umur tersebut kekuatan karakteristiknya memenuhi atau tidak.

**HASIL DAN PEMBAHASAN****Analisa Ayakan & Kadar Lumpur Pada Agregat Kasar**

Tabel 1. Analisa Ayakan Agregat Kasar

Ayakan		Perc. 1	Perc. 2	Yang tertinggal		Yang Lolos		% Kumulatif Yang tertinggal
No/mm	Berat (kg)	Gr	Gr	Gr	%	Gr	%	
1.5/38.1	513	513	513	0	0	2486	99.96	
1/25.0	496	540	496	5	0.2	2481	99.76	0.2
3/4/19.0	468	1260	1327	825.5	33.2	1655.5	66.56	33.4
1/2/12.5	498	1915	1845	1382	55.6	273.5	10.96	89
3/8/9.5	465	592	604	133	5.34	140.5	5.34	94.34
4/4.75	478	585	611	120	4.82	20.5	0.8	99.16
Container	269	287	292	20.5	0.8	0	0	99.96
Jumlah	3187	5692	5688	2486	99.96	7057	99.96	416.06

$$\begin{aligned}
 \text{Fineness Modulus} &= ( \sum \text{Kumulatif} ) / 100 \% \\
 &= ( 416.06 / 100 \% ) \\
 &= 4,160 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Ket	Agregat Kasar Permukaan Kasar (Split)	Agregat Kasar Permukaan Halus (Koral)
$W_0$	2500 gr	2500 gr
$W_1$	2450 gr	2498 gr

$$\text{Kadar Lumpur} = [ (W_0 - W_1) / W_0 ] \times 100 \%$$

- Kadar Lumpur Split =  $[ (2500 - 2450) / 2500 ] \times 100 \% = 2 \%$
- Kadar Lumpur Koral =  $[ (2500 - 2498) / 2500 ] \times 100 \% = 0,08 \%$

Tabel 3. Hasil Kadar Lumpur Agregat Kasar

Ket	Agregat Kasar Permukaan Kasar (Split)	Agregat Kasar Permukaan Halus (Koral)
Kadar Lumpur	2%	0.08%

**Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar**

Tabel 4. Berat Jenis &amp; Penyerapan Agregat Kasar Permukaan Kasar (Split)

Berat Tempat (Keranjang)	659 gr
Berat Sample Kering Oven = Bk	5000 gr
Berat Sample Kering Permukaan Jenuh + Tempat	5792 gr
Berat Sample kering Permukaan Jenuh = Bj	5133 gr
Berat Sample Kering Permukaan Jenuh Dalam Air = Ba	3129 gr
Berat Keranjang Dalam Air	612 gr

- Berat jenis butir (*bulk specific gravity*)  

$$\begin{aligned}
 \text{Bulk Sp. Gr.} &= [ Bk / (Bj - Ba) ] \\
 &= [ 5000 / ( 5133 - 3129 ) ] \\
 &= 2,49 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

- Berat jenis kering permukaan jenuh (*bulk specific gravity / saturated surface dry basis*)  

$$\text{Bulk Sp Gr (SSDB)} = [ B_j / ( B_j - B_a ) ]$$

$$= [ 5133 / ( 5133 - 3129 ) ]$$

$$= 2,56 \text{ gr}$$
- Berat jenis semu (*Apparent specific gravity*)  

$$\text{App Sp. Gr.} = [ B_k / ( B_k - B_a ) ]$$

$$= [ 5000 / ( 5000 - 3129 ) ]$$

$$= 2,67 \text{ gr}$$
- Penyerapan (*Absorbtion*)  

$$\text{Penyerapan} = [ ( B_j - B_k ) / ( B_k ) \times 100 \% ]$$

$$= [ ( 5133 - 5000 ) / ( 5000 ) \times 100 \% ]$$

$$= 2,66 \%$$

Tabel 5. Berat Jenis &amp; Penyerapan Agregat Kasar Permukaan Halus (Koral)

Berat Tempat (Keranjang)	870 gr
Berat Sample Kering Oven = Bk	5000 gr
Berat Sample Kering Permukaan Jenuh + Tempat	5897 gr
Berat Sample kering Permukaan Jenuh = Bj	5027 gr
Berat Sample Kering Permukaan Jenuh Dalam Air = Ba	3211 gr
Berat Keranjang Dalam Air	799 gr

- Berat jenis butir (*bulk specific gravity*)  

$$\text{Bulk Sp. Gr.} = [ B_k / ( B_j - B_a ) ]$$

$$= [ 5000 / ( 5027 - 3211 ) ]$$

$$= 2,75 \text{ gr}$$
- Berat jenis kering permukaan jenuh (*bulk specific gravity / saturated surface dry basis*)  

$$\text{Bulk Sp Gr (SSDB)} = [ B_j / ( B_j - B_a ) ]$$

$$= [ 5027 / ( 5027 - 3211 ) ]$$

$$= 2,76 \text{ gr}$$
- Berat jenis semu (*Apparent specific gravity*)  

$$\text{App Sp. Gr.} = [ B_k / ( B_k - B_a ) ]$$

$$= [ 5000 / ( 5000 - 3211 ) ]$$

$$= 2,79 \text{ gr}$$
- Penyerapan (*Absorbtion*)  

$$\text{Penyerapan} = [ ( B_j - B_k ) / ( B_k ) \times 100 \% ]$$

$$= [ ( 5027 - 5000 ) / ( 5000 ) \times 100 \% ]$$

$$= 0,54 \%$$

Tabel 6. Hasil Berat Jenis &amp; Penyerapan Agregat Kasar

No.	Ket	Agregat Kasar Permukaan Kasar (Split)	Agregat Kasar Permukaan Halus (Koral)
1	Berat jenis butir	2.49 gr	2.75 gr
2	Berat jenis kering permukaan jenuh	2.56 gr	2.76 gr
3	Berat jenis semu	2.67 gr	2.79 gr
4	Penyerapan	2.66%	0.54%

**Keausan Agregat Kasar**

Tabel 7. Keausan Agregat Kasar Permukaan Kasar (Split)

a = berat benda uji semula (gram)	5000
b = berat benda uji bertahan saringan no. 12 (gram)	3987
a - b	1013

$$\begin{aligned} \text{Keausan} &= \frac{a-b}{a} \times 100 \% \\ &= \frac{5000 - 3987}{5000} \times 100 \% \\ &= 20,26 \% \end{aligned}$$

Tabel 8. Keausan Agregat Kasar Permukaan Halus (Koral)

a = berat benda uji semula (gram)	5000
b = berat benda uji bertahan saringan no. 12 (gram)	4773
a - b	227

$$\begin{aligned} \text{Keausan} &= \frac{a-b}{a} \times 100 \% \\ &= \frac{5000 - 4773}{5000} \times 100 \% \\ &= 4,54 \% \end{aligned}$$

Tabel 9. Hasil Keausan Agregat Kasar

Ket	Agregat Kasar Permukaan Kasar (Split)	Agregat Kasar Permukaan Halus (Koral)
Keausan	20,26 %	4,54 %

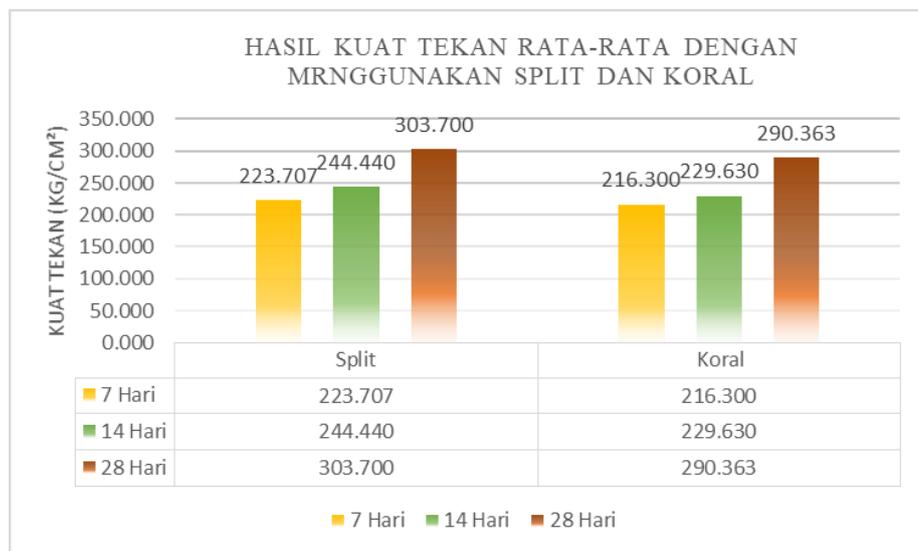
Tabel 10. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Split

No	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Luas (cm)	Kode	Kuat tekan (ton)	Teg. tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Rata - rata (kg/cm <sup>2</sup> )
	Cor	Test							
1	2 Okt 2018	9 Okt 2018	7 hari	7998	15 x 15	0% 7	51	226.67	223.7
				8044			49	217.78	
				7974			51	226.67	
2	2 Okt 2018	16 Okt 2018	14 hari	8014	15 x 15	0% 14	55	244.44	244.44
				7905			55	244.44	
				7860			55	244.44	
3	2 Okt 2018	30 Okt 2018	28 hari	7902	15 x 15	0% 28	68	302.22	303.7
				7987			68	302.22	
				7935			69	306.66	

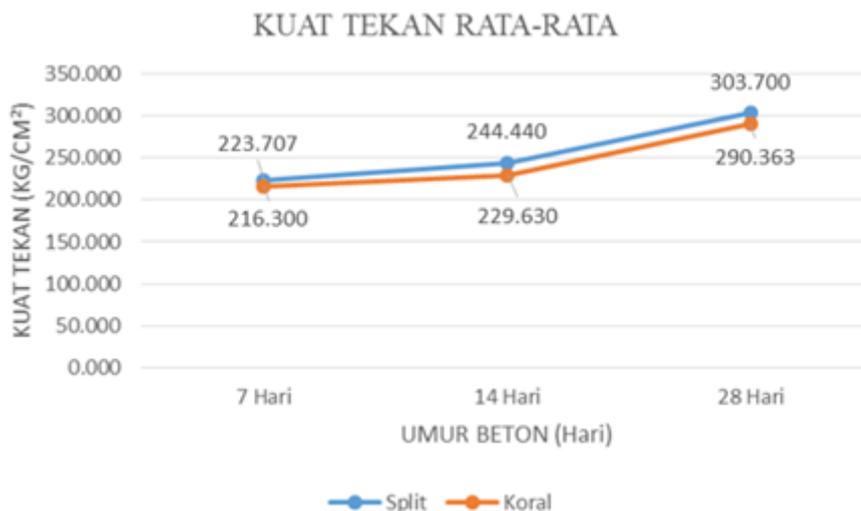
Tabel 11. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Korral

No	Tanggal		Umur (hari)	Berat (gram)	Luas (cm)	Kode	Kuat tekan (ton)	Teg. tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Rata - rata (kg/cm <sup>2</sup> )
	Cor	Test							
1	3 Okt 2018	10 Okt 2018	7 hari	8460	15 x 15	100% 7	49	217.78	216.29
				8227			48	213.34	
				8292			49	217.78	
2	3 Okt 2018	17 Okt 2018	14 hari	8100	15 x 15	100% 14	52	231.11	229.63
				8363			50	222.22	
				8260			53	235.56	
3	3 Okt 2018	31 Okt 2018	28 hari	8247	15 x 15	100% 28	65	288.88	290.36
				8288			67	297.77	
				8157			64	284.44	

Dari data hasil pengujian kuat tekan pada tabel diatas. maka dibuat grafik kuat tekan beton terhadap hari pada beton pasir laut dicuci dan beton pasir laut tanpa dicuci sebagai berikut :



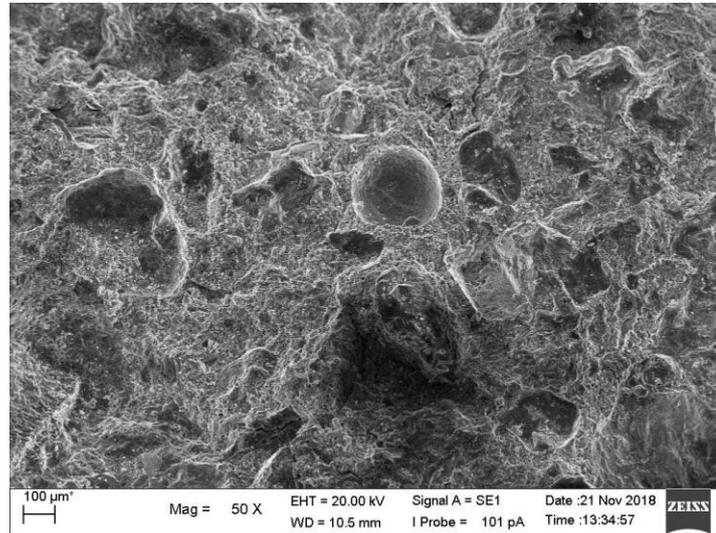
Gambar 1. Diagram Hubungan Kuat Tekan Dengan Campuran Split dan Korral Terhadap Umur Beton.



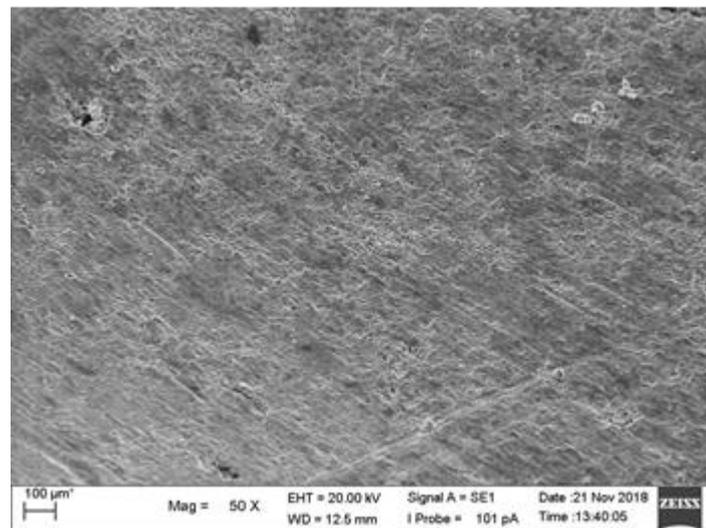
Gambar 2. Grafik Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Beton

Dari grafik nilai kuat tekan rata – rata beton normal split (permukaan kasar) dengan campuran agregat batu koral (permukaan halus). Pada umur 28 hari terlihat bahwa nilai kuat tekan beton normal yaitu 303,70 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kuat tekan beton campuran koral yaitu 290,36 kg/cm<sup>2</sup>. Dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan rata – rata beton dengan dengan campuran agregat batu koral (permukaan halus) mengalami penurunan. Selisih perbedaan beton normal (agregat kasar permukaan kasar) dengan beton campuran koral (agregat kasar permukaan halus) adalah sebesar 4,39 %.

### Hasil Pengujian SEM (*Scanning Elektron Microscop*)



Gambar 3. Foto SEM pembesran 50 x beton dengan batu split (agregat kasar permukaan kasar).



Gambar 4. Foto SEM pembesran 50 x beton dengan batu koral (agregat kasar permukaan halus).

Beton dengan agregat kasar split (gambar 3.) memiliki tekstur yang kasar serta tidak beraturan dikarenakan mengikat dengan pasta dan mortar semen sangat kuat. Sedangkan beton dengan batu koral (gambar 4) memiliki tekstur yang halus dan rata serta kurang mengikat pada pasta dan mortar semen dikarenakan permukaan batu koral yang halus dan kurang penyerapannya. Beton split memiliki sedikit pori namun dengan diameter yang lebih besar, yang disebabkan karena bahan – bahan beton yang mengikat satu sama lain . Sedangkan pada beton dengan agregat batu koral memiliki pori-pori yang lebih banyak namun dengan diameter yang lebih kecil dan batu koral

kurang mengikat dengan bahan beton lainnya, sehingga batu koral terlepas dari campuran beton yang lain dan menyebabkan permukaan beton rata atau halus.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kuat tekan beton dengan menggunakan agregat kasar permukaan kasar (split) serta permukaan halus (koral), keduanya mampu memenuhi kuat tekan beton yang direncanakan. Kuat tekan beton yang direncanakan adalah K-250.
2. Bila dibandingkan, beton dengan menggunakan agregat kasar permukaan kasar (beton split) menghasilkan kuat tekan beton 303.70 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan beton menggunakan agregat kasar permukaan halus (koral) menghasilkan kuat tekan beton 290,36 kg/cm<sup>2</sup>
3. Berdasarkan uji SEM, beton dengan agregat kasar permukaan kasar (beton split) lebih mengikat dengan pasta dan mortar semen dibandingkan dengan beton agregat kasar permukaan halus (beton koral).

## **SARAN**

Dalam melakukan penelitian beton, harus lebih teliti terhadap pemilihan, penyimpanan dan perlakuan terhadap bahan / material dan sampel beton agar kualitas beton tetap terjaga. Berbagai jenis batu-batuan di Indonesia juga dapat diteliti sebagai tambahan pengetahuan dan tambahan informasi bagi masyarakat lain untuk mengembangkan kualitas beton pada umumnya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Annisa. C, (2017), *Analisa Pengaruh Limbah Keramik Terhadap Kuat Tekan Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar*, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta.
- Dhoni. S. D, (2018), *Pemanfaatan Limbah Batu Alam Templek Garut Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton K – 250*, Institut Sains dan Teknologi Nasional, Jakarta.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, (1971), *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*, Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Bandung.
- Humaidi. M, (2014), *Alternatif Penggunaan Batu Koral Untuk Beton Dengan Kuat Tekan  $f_c' 30$  MPa*, Politeknik Negeri Banjarmasin, Banjarmasin.
- Karisa. R. N, (2016), *Struktur Mikro Pada Beton Dengan Limbah Batu Onyx Sebagai Pengganti Agregat Kasar*, Universitas Brawijaya, Malang.
- Mulyono, Tri, (2003), *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Tim Ahli Departemen Pekerjaan Umum, (1989), *SK SNI – 1989 – F*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

## **PENCAPAIAN PENGGUNAAN STANDAR KOMPETENSI KERJA NASIONAL PADA SEKTOR KONSTRUKSI DI INDONESIA**

Hotma Sitohang  
Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jln. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O. Box 7715 JKS LA  
Kelurahan Jagakarsa – Jakarta Selatan 12620, Telp. 78880275  
Email: [sitohanghotma@yahoo.co.id](mailto:sitohanghotma@yahoo.co.id)

### **ABSTRAK**

Pelatihan untuk pekerja dibutuhkan agar hasil kerja yang diinginkan dapat tercapai. Sejauh mana pengaruh pekerja terlatih untuk sektor konstruksi berdasarkan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) dapat meningkatkan kinerja perusahaan konstruksi. Studi ini dilakukan untuk mengukur kesesuaian pelatihan yang dilakukan pada pekerja berbasis SKKNI untuk memenuhi kebutuhan perusahaan konstruksi sehingga meningkatkan kinerja. Survei kuesioner didistribusikan ke berbagai proyek konstruksi di wilayah Provinsi DKI Jakarta dengan 192 pekerja di 32 gedung bertingkat. Pemodelan persamaan struktural digunakan untuk menentukan signifikansi dampak pelatihan berbasis SKKNI pada pembinaan pekerja untuk meningkatkan kinerja perusahaan. Studi ini menunjukkan bahwa perubahan dalam Pelatihan Karyawan menunjukkan bahwa keberhasilan pelatihan sangat ditentukan oleh kemampuan instruktur pelatihan dan keseimbangan antara teori dan praktik adalah indikator terkuat, untuk memungkinkan Penguatan Perusahaan untuk menunjukkan bahwa Penguatan Perusahaan oleh sumber daya manusia manajemen sangat ditentukan oleh transfer teknologi dari senior, hubungan kerja dengan perusahaan, dorongan untuk meningkatkan pengetahuan, memberikan insentif, penilaian transparan, komunikasi yang dikembangkan dan untuk mengubah Pencapaian SKKNI menunjukkan bahwa pencapaian target kemampuan sangat ditentukan oleh Menggabungkan strategi, rencana, pengaturan, tujuan dan prioritas kerja, Menggunakan pendekatan metode sistematis. Sebagai hasil dari penelitian ini, pencapaian SKKNI tidak mempengaruhi kekuatan Syarikat, tetapi retensi perusahaan sangat ditentukan oleh pelatihan pekerja.

Kata kunci: Pelatihan, pekerja, kompetensi, konstruksi, perusahaan

### **ABSTRACT**

*Training for workers is needed so that the desired work results can be achieved. The extent to which the influence of trained workers for the construction sector based on the Indonesian National Work Competency Standards (SKKNI) can improve the performance of construction companies. The study was conducted to measure the suitability of the training carried out on SKKNI-based workers to fill construction company needs so that it improves the performance. The questionnaire survey was distributed to various construction projects in the DKI Jakarta Province area with 192 workers in 32 multi-storey building. Structural equation modeling is used to determine the significance of the impact of the SKKNI based training on coaching workers to improve corporate performance. This study shows that the change in Employee Training shows that the success of training is largely determined by the ability of training instructors and the balance between theory and practice is the strongest indicator, to enable Corporate Strengthening to show that Corporate Strengthening by human resource management is strongly determined by technology transfer from seniors, working relationships with companies, encouragement to increase knowledge, giving incentives, transparent assessment, communication developed and to change SKKNI Achievement shows that achievement of capability targets is largely determined by Combining strategies, plans, arrangements, goals and work priorities, Using a method approach systematic. As a result of this study, the achievement of SKKNI did not affect the strength of the Syarikat, but company retention was largely determined by the training of workers.*

*Keywords: Training, workers, competence, constructon, companies*

### **PENDAHULUAN**

Sektor konstruksi memainkan peran penting di hampir semua sektor ekonomi nasional karena menghasilkan infrastruktur fisik dan fasilitas seperti jalan, bendungan, irigasi, perumahan, sekolah, dan produk infrastruktur lainnya (Sudarto, 2011). Lopes (1997) dan Ofori (1990) menyatakan bahwa peran sektor konstruksi dalam pertumbuhan ekonomi nasional diukur oleh

potensi lapangan kerja yang dihasilkan, materi yang ada, termasuk dampak perluasan sektor konstruksi terhadap ekonomi dan peningkatan pendapatan masyarakat lokal. Output dari industri konstruksi adalah fondasi fisik yang berfungsi untuk mempertahankan pertumbuhan ekonomi negara dan mendukung pengembangan berbagai aspek kehidupan masyarakat (Sudarto, 2011). Pengaruh sektor konstruksi ini dapat dilihat dari indikator ekonomi seperti kontribusi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dan penggunaan tenaga kerja yang signifikan, dimana kontribusi sektor konstruksi terhadap PDB sebesar 6,96 % pada tahun 2013, 6,97 % pada tahun 2014 dan 6,36 % pada tahun 2015 (BPS 2016). Untuk penyerapan tenaga kerja BPS (2016) juga melaporkan bahwa sumber daya manusia yang diserap di sektor ini mencapai 6,2 juta orang tahun 2013, 7,2 juta orang tahun 2014 dan 8,2 juta orang tahun 2015 atau sekitar 6 % dari total tenaga kerja di Indonesia.

Untuk mempersiapkan para profesional di bidang jasa konstruksi dalam posisi pekerjaan tertentu, baik untuk memenuhi kebutuhan nasional maupun, perlu alat standar yang dapat mengukur dan menyaring pekerja yang memenuhi syarat sesuai dengan kompetensinya. hal-hal yang sangat penting dan perlu sebagai patokan untuk menentukan kompetensi tenaga kerja sesuai dengan posisi yang mereka miliki.

Dari 8,2 total tenaga kerja di sektor konstruksi hanya 530.475 orang yang memiliki sertifikat atau sebesar 6,46 % keahlian dan ketrampilan ini, sehingga persentase ini membawa kualitas tenaga kerja konstruksi di bawah standar yang ditargetkan (Kem. PU. 2016)

Standar internasional yang ditetapkan untuk setiap jenis pekerjaan untuk semua sektor ditentukan dalam International Standard Classification Of Occupations (ISCO). Untuk standar nasional, Standar Kompetensi Kerja Nasional (SKKNI) juga berlaku. Kerangka kerja yang menggunakan klasifikasi Standar Pekerjaan Internasional (ISCO) juga berlaku di negara-negara lain seperti Australia menggunakan klasifikasi Klasifikasi Pekerjaan Standar Australia (ASCO), Amerika Serikat menggunakan nama: USA- Klasifikasi Pekerjaan Standar (USA-SOC) : Inggris-Klasifikasi Pekerjaan (UK-SOC), dan Malaysia menggunakan nama: Standar Keterampilan Kerja Nasional (NOSS).

Berkaitan dengan kompetensi tenaga kerja konstruksi yang kompeten untuk meningkatkan daya saing sektor konstruksi di Indonesia, UU No. 18 tahun 1999 tentang jasa konstruksi telah mewajibkannya untuk kebutuhan pekerja konstruksi yang kompeten melalui bukti kepemilikan sertifikat. Dalam bab 9 dinyatakan bahwa setiap tenaga kerja di sektor konstruksi harus memiliki sertifikat keterampilan atau sertifikat keanggotaan, di mana sumber daya manusia sektor konstruksi harus ditangani melalui lembaga keterampilan yang diakui. Badan Pengembangan Layanan Konstruksi (LPJK) mempercayakan Asosiasi Profesional dan Pendidikan dan Asosiasi Pelatihan (Lembaga Pelatihan) yang terakreditasi untuk melakukan tugas sertifikasi dan memberikan sertifikat kompetensi kepada tenaga kerja konstruksi (Kem.PU, 2010).

Studi tentang manajemen sumber daya manusia di sektor konstruksi telah semakin diminati selama beberapa dekade terakhir. Studi literatur terperinci dipublikasikan secara luas melalui buku teks tentang manajemen sumber daya manusia seperti Langford et al. (1995), Druker dan White (1996) dan Loosemore et al. (2003). Meskipun banyak publikasi akademis, penyerapan manajemen sumber daya manusia di industri ini masih tidak memadai (Dainty et al., 2000). Dainty et al. (2000) telah mengkritik bahwa ada kurangnya rasa kemanusiaan dalam industri melalui penggunaan tenaga kerja secara luas. Studi lebih lanjut yang dilakukan oleh Malkani dan Kambekar (2010) tentang masalah yang terkait dengan masalah karyawan secara individu di perusahaan juga mendukung kritik Dainty (2000) di mana ditemukan bahwa tindakan manajemen sumber daya manusia dalam organisasi diperlukan sehingga potensi tenaga kerja dapat dioptimalkan untuk meningkatkan kinerja dalam organisasi.

Sistem dan institusi manajemen sumber daya manusia konstruksi memiliki kelemahan, antara lain, penyerapan sertifikasi oleh lembaga sertifikat tidak seragam karena standar sertifikasi berbeda dari satu asosiasi ke asosiasi lainnya; kurangnya instrumen pemantauan pada sistem pengadaan dan keseragaman sertifikasi oleh lembaga tidak berfungsi dengan baik; Sertifikasi untuk setiap tenaga kerja konstruksi termasuk anggota, teknisi dan pekerja terampil telah menyebabkan hambatan yang serius, dan juga asosiasi yang diizinkan untuk melakukan sertifikasi tidak dapat dikendalikan (Sudarto, 2010). Oleh karena itu, jelas bahwa aplikasi SKKNI untuk sektor konstruksi perlu ditingkatkan. Selain itu, manajemen sumber daya manusia di sektor konstruksi juga merupakan masalah utama bagi perusahaan kontraktor konstruksi untuk meningkatkan daya saing dengan

mengintegrasikan strategi manajemen sumber daya manusia dalam strategi bisnis perusahaan. Manajemen sumber daya manusia adalah salah satu elemen kunci dari kinerja yang sukses dan daya saing yang berkelanjutan untuk perusahaan kontraktor konstruksi (Pamulu, 2012).

Standar Kompetensi Nasional Indonesia (SKKNI) untuk pekerja jasa konstruksi didasarkan pada analisis kompetensi dari setiap posisi pekerjaan yang melibatkan pelaku langsung di lapangan dan para pakar pekerjaan terkait. Kegiatan Persiapan SKKNI ini dimulai dengan studi pustaka, survei, wawancara, dan lokakarya. Hasilnya, yang masih dalam format Kurikulum Pengembangan (DACUM), kemudian diubah menjadi format Standar Kompetensi Model Regional (RMCS), yang kemudian dibahas dalam pra-konvensi yang melibatkan Komite Standar Kompetensi, Tim Teknis, BNSP (Badan Nasional Sertifikasi Profesi) , Badan Pengembangan Layanan Konstruksi (LPJK), unsur perguruan tinggi, pakar dan nara sumber yang terkait dengan pekerjaan.

Dasar hukum pengembangan pelatihan berbasis kompetensi adalah Peraturan Pemerintah (PP) Nomor: 31 tahun 2006 tentang sistem pelatihan kerja nasional. Dalam klarifikasi di atas, kualitas tenaga kerja terkonsentrasi pada tiga pilar utama, yaitu: 1) standar kompetensi kerja, 2) pelatihan berbasis kompetensi dan 3) sertifikasi kompetensi oleh lembaga independen.

Kemampuan untuk memperoleh, mengembangkan, dan mempertahankan karyawan yang kompeten adalah kunci keberhasilan setiap bisnis. Manusia dalam suatu organisasi adalah aset yang paling berharga dan ini khususnya terjadi di banyak industri seperti sektor konstruksi. Mengelola kelompok kerja sumber dari organisasi juga merupakan yang paling sulit. Manusia bekerja untuk memenuhi kebutuhan pribadi mereka, dan kebutuhan ini harus dikelola oleh pemberi kerja selama mereka berkontribusi pada pertumbuhan dan perkembangan organisasi.

Studi tentang manajemen sumber daya manusia dalam industri konstruksi selama beberapa dekade terakhir sangat menarik. Studi literatur terperinci yang diterbitkan ditinjau bersama dengan buku teks tentang Manajemen Sumber Daya Manusia dan beberapa dari mereka disebutkan seperti Langford et al. (1995), Druker dan White (1996) dan kemudian Loosemore et al. (2003). Meskipun sejumlah besar publikasi akademis tetapi penyerapan praktik sumber daya manusia di industri ini masih tidak memadai (Dainty et al., 2000). Mereka telah mengkritik kurangnya rasa kemanusiaan dalam industri dengan meluasnya penggunaan tenaga kerja di masa lalu, (Winch 1998) yang mengakibatkan kurangnya lapangan kerja formal sumber daya manusia dalam konstruksi. (Debrah dan Ofori, 1997). Haas et al. (2001) melaporkan bahwa sistem sumber daya manusia formal cenderung kurang dimanfaatkan dalam sektor-sektor yang mempercayakan praktik sumber daya manusia kepada manajer lini berdasarkan lokasi proyek (Renwick, 2003). Industri konstruksi, terutama usaha kecil dan menengah, seringkali tidak memiliki unit manajemen sumber daya manusia.

Dainty et al. (2000) melaporkan bahwa perusahaan konstruksi memiliki kecenderungan untuk mengandalkan struktur yang kurang formal dalam mengelola hubungan kerja mereka. Baru-baru ini Raiden dan Dainty (2006) menunjukkan bahwa organisasi konstruksi cenderung mengungkapkan organisasi yang tidak teratur. Chan dan Kaka (2007) juga mencatat bahwa hubungan paternalistik yang menunjukkan persahabatan antara manajer lapangan dan pekerja cenderung hanya memperkuat hubungan kerja dalam lingkungan proyek konstruksi. Sementara komunikasi dominan menunjukkan bahwa organisasi konstruksi kecil melibatkan strategi manajemen sumber daya manusia, Raiden dan Dainty, 2006 menyatakan bahwa literatur yang ada masih kabur dalam hal menjelaskan bagaimana manajemen sumber daya manusia sebenarnya ditegakkan dalam industri konstruksi. Masalah-masalah ini telah mengarah pada peluang studi untuk menilai efektivitas manajemen sumber daya manusia di sektor konstruksi (Malkani dan Kambekar, 2010) dan beberapa masalah paling penting yang dibahas adalah solusi yang mengurangi kebutuhan tenaga kerja, persiapan, standar dan modularisasi, mendesain ulang konstruksi , pelatihan ulang karyawan yang ada, mengembangkan tenaga kerja multi-keterampilan, motivasi melalui manajemen penghargaan dan mekanisasi.

Kompetensi utama adalah persyaratan kemampuan yang harus dimiliki seseorang untuk mencapai kinerja yang diperlukan dalam pelaksanaan tugas dalam unit kompetensi tertentu yang didistribusikan dalam 7 (tujuh) kriteria kompetensi utama.

- 1) Mengumpulkan, menganalisis, dan mengatur informasi
- 2) Mengkomunikasikan informasi dan gagasan

- 3) Perencanaan dan pengorganisasian kegiatan
- 4) Berkolaborasi dengan orang & grup lain
- 5) Gunakan ide-ide secara matematis dan teknis
- 6) Memecahkan masalah
- 7) Menggunakan teknologi

Standar kompetensi seperti yang disebutkan di atas akan menjadi referensi dalam mengembangkan program pelatihan. Untuk pengembangan pelatihan berbasis kompetensi seperti itu, perlu untuk mempresentasikan dan mengembangkan seluruh elemennya dalam sistem pelatihan berbasis kompetensi terpadu. Untuk mengetahui sejauh mana lulusan pelatihan telah memenuhi standar kompetensi yang ditetapkan, sertifikasi kompetensi diperlukan melalui uji kompetensi oleh lembaga sertifikasi kompetensi yang kompeten antara penyedia pelatihan sebagai produsen dan lembaga sertifikasi sebagai penjamin kualitas lulusan.

Industri konstruksi adalah industri yang mencakup semua pihak yang terkait dengan proses konstruksi termasuk profesi, eksekutif konstruksi, serta pemasok yang memenuhi kebutuhan pemain industri (Hillebrandt, 1985). Data statistik menunjukkan bahwa di negara-negara berkembang sektor konstruksi berkontribusi signifikan terhadap perkembangan negara (Bank Dunia, 1984).

Industri konstruksi itu sendiri sering didefinisikan dalam bentuk kegiatan dan produk yang dihasilkannya. Secara umum, kegiatan yang termasuk dalam industri konstruksi meliputi perencanaan, desain, konstruksi, perbaikan dan pemeliharaan dan pembongkaran, sementara produk yang mereka hasilkan meliputi bangunan, bandara dan pelabuhan, pekerjaan listrik, komunikasi dan gas, saluran dan bendungan, saluran pipa dan saluran serta jalan raya, jembatan, rel kereta api, waduk dan terowongan (Ofori, 1990).

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Lopes (1997) dan Ofori (1990), peran industri konstruksi dalam perekonomian negara dapat dilihat dalam hal potensi pekerjaannya, persyaratan material dan pengaruhnya, dukungan publik terhadap ekonomi, dan termasuk dampak ekspansi industri konstruksi terhadap perekonomian. dan distribusi pendapatan untuk masyarakat lapisan bawah. Industri konstruksi mengalami peningkatan rata-rata 7 persen per tahun di Indonesia. Pertanyaan mendasarnya adalah seberapa besar kebutuhan sumber daya manusia konstruksi dengan klasifikasi dan kualifikasi tertentu dalam 5 hingga 10 tahun mendatang. Penting untuk mengetahui berapa banyak tenaga kerja konstruksi perlu disediakan oleh lembaga pendidikan dan pelatihan. Ketidaksiharian atau kerugian antara penawaran dan permintaan untuk sumber daya manusia konstruksi adalah masalah yang perlu diperhatikan.

Berbicara tentang GNP (2010-2014) ada beberapa masalah bahwa kualitas hasil pendidikan nasional masih membutuhkan kurva pembelajaran di bidang pekerjaan, peningkatan diri pengembangan sumber daya manusia Indonesia buruk, sikap kurang mendukung profesionalisme profesional, misalnya kurang disiplin, tidak tepat waktu, kurang kreatif, dan rendah dengan orang asing. Jika dibandingkan dengan tingkat penagihan profesional asing, profesional Indonesia hanya menerima tingkat penagihan yang sangat rendah.

Hukum (UU) No. 18 tahun 1999 tentang kenikmatan konstruksi Pasal 8 dan 9 menyatakan bahwa badan usaha dan tenaga konstruksi perlu disertifikasi. Kewajiban sertifikasi entitas bisnis harus dibuat untuk setiap entitas bisnis, baik konsultan maupun kontraktor. Sedangkan untuk perancang, pengawas, eksekutif harus memiliki keterampilan Sertifikat Nasihat Ahli (SKA), serta tenaga kerja terampil juga harus memiliki Sertifikat Keterampilan Keterampilan (SKT). Namun, rendahnya jumlah entitas bisnis tenaga kerja dan konstruksi yang telah mendapatkan sertifikasi adalah salah satu dari lemahnya pemantauan pelaksanaan pelatihan dan implementasi sertifikasi melalui penegakan hukum pada entitas bisnis tenaga kerja dan konstruksi (GNP 2010-2014). Menurut data departemen statistik (2012) ada sekitar 6,9 juta pekerja konstruksi. Dari total energi konstruksi yang kurang dari 7 persen terlatih dan memiliki sertifikat keterampilan atau sertifikat keterampilan. Data LPJK (2014) menunjukkan bahwa 386.932 sertifikat pekerja konstruksi baru bersertifikat. Hal ini didukung oleh fakta bahwa dalam proses pelaksanaan pekerjaan konstruksi, masih belum semua pengguna jasa konstruksi meminta bukti sertifikat untuk badan usaha dan pekerja konstruksi sebagai persyaratan penting.

Praktik manajemen sumber daya manusia adalah operasi sehari-hari setiap perusahaan. Seringkali orang hanya komunikasi antara manajemen (Delaney dan Huselid 1996). Orang yang bertanggung jawab atas pelaksanaan kegiatan disebut sebagai manajer (Robbins 1993: 3).

Berikut adalah beberapa faktor praktik manajemen yang akan dibahas dan bagaimana faktor-faktor ini dipraktikkan. (Malia Muis, 2013)

- |                             |   |
|-----------------------------|---|
| 1) Insentif                 | 8) Edukasi (pendidikan)                   |
| 2) Gaji                     | 9) Pemberdayaan (Empower)                 |
| 3) Keselamatan Kerja        | 10) Komunikasi                            |
| 4) Bonus                    | 11) Kepuasan Kerja                        |
| 5) Fasilitas (kemudahan)    | 12) Iklim Kerja                           |
| 6) Training (latihan)       | 13) Hubungan Baik ( <i>Relationship</i> ) |
| 7) Konferensi (persidangan) | 14) Kerja Sama ( <i>Teamwork</i> )        |

## METODE PENELITIAN

Studi ini dilakukan pada proyek konstruksi bangunan tinggi di DKI Jakarta. Data diperoleh melalui kuesioner menggunakan skala likert. Dengan Skala Likert, variabel yang akan diukur digambarkan sebagai indikator variabel. Kemudian indikator digunakan sebagai titik awal untuk mengatur item instrumen yang bisa berupa pertanyaan atau pernyataan. Jawaban dari setiap item instrumen menggunakan Skala Likert memiliki bertahap dari sangat positif ke sangat negatif, yang dapat berupa kata-kata, seperti dalam kuesioner ini yang tingkat persetujuannya dituangkan dalam angka:

- 1 = Sangat tidak setuju
- 2 = Tidak Setuju
- 3 = Kurang menyenangkan
- 4 = Setuju
- 5 = Sangat setuju

Data yang diperoleh dari kuesioner ini akan diproses dan dianalisis dengan bantuan program SPSS. Yang akan menjadi variabel laten independen adalah Pelatihan Tenaga Kerja dan Prestasi SKKNI, variabel laten dependen adalah Kekuatan Perusahaan. Dalam tabel, indikator ditetapkan untuk setiap variabel sebagai berikut:

Bahagian	Pembolehkan Laten	Bilangan Item
A	Pelatihan Pekerja	11
B	Perkuatan Syarikat	15
C	Pencapaian SKKNI	7

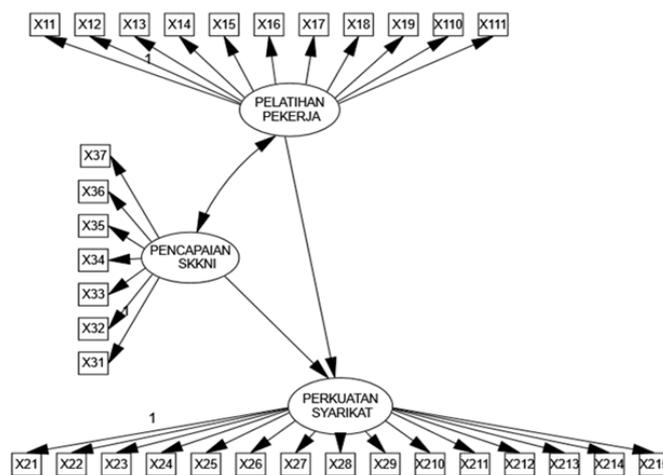
No.	Pelatihan Pekerja	Kodifikasi
1	Keinginan mengikuti pelatihan	X11
2	Kesesuaian materi pelatihan	X12
3	Materi teori dan praktek seimbang	X13
4	Waktu dalam pelatihan terasa cukup	X14
5	Kemampuan instruktur pelatihan	X15
6	Alat dan peralatan pelatihan	X16
7	Tempat pelatihan cukup baik	X17
8	Informasi untuk pelatihan	X18
9	Biaya pelatihan	X19
10	Bidang Pekerjaan sesuai sertifikat	X110
11	Kebanggaan memiliki sertifikat	X111

No.	Perkuatan Syarikat	Kodifikasi
1	Kesesuaian Gaji	X21
2	Pemberian insentif	X22
3	Hubungan kerja dengan perusahaan	X23
4	Jaminan kesehatan dan keselamatan kerja	X24
5	Pemberian bonus	X25
6	Fasilitas untuk pekerja	X26
7	Pelatihan untuk pekerjaan yang baru.	X27
8	Dorongan meningkatkan pengetahuan	X28
9	Alih Teknologi dari senior	X29
10	Pemberian tanggung jawab	X210

11	Komunikasi yang terbina	X211
12	Kepuasan pada kondisi pekerjaan	X212
13	Pekerja selalu termotivasi	X213
14	Penilaian yang transparan	X214
15	Bekerja bersama sebagai satu tim	X215

No.	Pencapaian SKKNI	Kodifikasi
1	Mengevaluasi kualitas informasi dalam bekerja	X31
2	Memilih model berbagai macam jenis dan gaya cara berkomunikasi	X32
3	Menggabungkan strategi, rencana, pengaturan, tujuan dan prioritas kerja.	X33
4	Bekerjasama untuk menyelesaikan kegiatan-kegiatan yang bersifat kompleks.	X34
5	Menyelesaikan tugas secara teknis matematis pada pekerjaan kompleks	X35
6	Menggunakan pendekatan metoda yang sistimatis	X36
7	Menggunakan teknologi untuk pengembangan	X37

Model persamaan struktural atau SEM adalah model yang menggambarkan hubungan antar variabel laten sehingga model SEM sering disebut sebagai analisis variabel laten (analisis variabel laten) atau hubungan struktural linier. Hubungan antar variabel dalam SEM mirip dengan hubungan dalam analisis jalur, yang merupakan dasar dalam membentuk hubungan antara variabel dalam model struktural. Namun, dalam menggambarkan hubungan antara variabel laten, SEM berbeda dari model analisis jalur di mana analisis band menggunakan variabel yang diukur sedangkan SEM menggunakan variabel yang tidak dapat diukur secara langsung (Agus, 2010).



SEM adalah model yang menggambarkan hubungan variabel secara bersamaan. Karena hubungan variabel secara bersamaan dan setiap variabel dalam SEM adalah variabel laten maka mudah untuk menjelaskan model SEM menggunakan metode grafik. Dengan metode grafik ini maka beberapa perangkat lunak komputer seperti AMOS dan LISREL dalam memperkirakan SEM juga memberikan perkiraan dengan metode grafis. Misalnya AMOS dan LISREL menggunakan bahasa grafik untuk memperkirakan SEM (Agus, 2010).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari 192 data kuesioner yang digunakan di 32 perusahaan Konstruksi untuk bangunan bertingkat di Provinsi DKI Jakarta, setelah uji normalitas Mahalanobis hanya 161 data yang valid untuk digunakan. Hasil uji normalitas output program SEM Amos menunjukkan bahwa X31, X25, X26, X12, X13 dan X8 memiliki angka skewness atau angka krisis  $cr$  kecuali  $-2,58$  hingga  $+2,58$  sehingga tidak dimasukkan dalam analisis lebih lanjut (Singgih S, 2015 pp 81)

Untuk Multivariat, kurtosis 36.351 dengan  $cr = 6.277$  di atas 2.58, tetapi yang perlu diperhatikan adalah bahwa dalam melakukan penelitian menggunakan skala ordinal, pengujian normalitas tidak diperlukan, karena secara alami, data ordinal bukan data kuantitatif yang harus memenuhi asumsi normalitas (Singgih S, 2015 hlm.81)

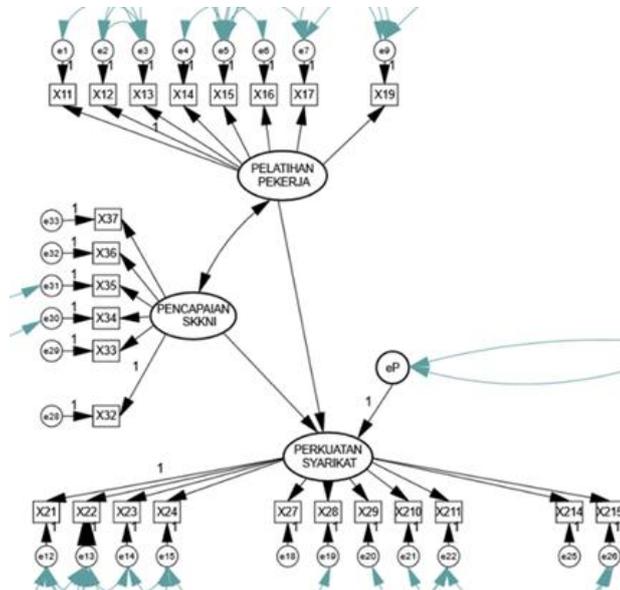
Model teoritis dalam kerangka kerja konseptual penelitian, dikatakan fit jika didukung oleh data empiris. Untuk mengetahui apakah model hipotesis didukung oleh data empiris atau tidak, model good of of fit diuji.

Pada uji Model, nilai uji *goodness of fit overall model* adalah sebagai berikut:

Jadual Pengujian *goodness of fit overall model* tahap awal

<i>Goodness of fit</i>	Hasil perhitungan	<i>Cut-off</i>	Keterangan
<i>Chi-square</i>	733,297	Kecil	
P	0,000	> 0,05	Model jelek
RMSEA	0,103	≤ 0,08	Model jelek
GFI	0,687	≥ 0,90	Model jelek
AGFI	0,626	≥ 0,90	Model jelek
<i>Chi-square/df</i>	2,696	≤ 2	Model jelek

Tabel di atas menunjukkan bahwa uji *goodness of fit*, khususnya *Chi-square* dengan nilai P = 0,000, sehingga model dinyatakan jelek. Berdasarkan indeks modifikasi, modifikasi dilakukan untuk meningkatkan model. Modifikasi model dilakukan dengan menghubungkan antar variabel atau kesalahan dan tidak mengubah jalur pengaruh.



Setelah melakukan modifikasi model diperoleh bahwa model dapat dikatakan *fit* dengan hasil pengujian *goodness of fit overall model* sebagai berikut:

<i>Goodness of fit</i>	Hasil perhitungan	<i>Cut-off</i>	Keterangan
<i>Chi-square</i>	376,366	Kecil	
P	0,000	> 0,05	Model marginal
RMSEA	0,058	≤ 0,08	Model baik
GFI	0,843	≥ 0,90	Model marginal
AGFI	0,791	≥ 0,90	Model marginal
<i>Chi-square/df</i>	1,536	≤ 2	Model baik

Hasil analisis faktor konfirmatori disajikan pada bagian hasil analisis SEM setelah dilakukan modifikasi model akhir adalah sebagai berikut:

Pelatihan Pekerja		Perkuatan Syarikat		Pencapaian SKKNI	
Indikator	loading factor	Indikator	loading factor	Indikator	loading factor
X11	0,654	X21	0,562	X32	0,683
X12	0,697	X22	0,720	X33	0,759
X13	0,714	X23	0,749	X34	0,694
X14	0,588	X24	0,677	X35	0,669
X15	0,788	X27	0,590	X36	0,728
X16	0,699	X28	0,738	X37	0,625
X17	0,661	X29	0,783		
X19	0,569	X210	0,676		
		X211	0,707		
		X214	0,710		
		X215	0,643		

Pada Tabel kita melihat bahwa indikator dengan nilai faktor loading lebih kecil dari 0,5 tidak ada, sehingga ada korelasi erat antara masing-masing variabel. Angka batas korelasi (standar) tidak memiliki pedoman yang pasti, tetapi angka di atas 0,7 atau di atas 0,5 umumnya digunakan sebagai referensi untuk kedekatan dua variabel (Singgih S, 2015 pp.152)

Untuk variabel laten Pelatihan Tenaga Kerja menunjukkan bahwa keberhasilan pelatihan sangat ditentukan oleh keterampilan instruksional pelatihan (0,788) dan keseimbangan antara teori dan praktik (0,714) adalah indikator terkuat, diikuti oleh ketersediaan alat dan peralatan pelatihan (0,699), kesesuaian materi pelatihan (0,697) tempat pelatihan yang baik (0,661), keinginan untuk mengikuti pelatihan (0,654), waktu pelatihan cukup (0,588) dan yang terlemah adalah masalah biaya pelatihan (0,569).

Untuk variabel Perkuatan Perusahaan; Perkuatan Perusahaan oleh manajemen sumber daya manusia sangat ditentukan oleh Transfer teknologi dari Senior (0,783), Hubungan Kerja dengan Perusahaan (0,749), Peningkatan Pengetahuan (0,738), Pemberian Insentif 90,720), penilaian yang transparan (0,710) , Komunikasi yang terintegrasi (0,707) diikuti oleh Jaminan Kesehatan dan Keselamatan (0,677), Pemberian tanggung jawab (0,676), Bekerja bersama sebagai satu tim (0,43), Pelatihan untuk pekerjaan baru (0,590) Kesesuaian honor (0,562).

Untuk variabel Pencapaian SKKNI menunjukkan bahwa pencapaian kapabilitas target sangat ditentukan oleh Menggabungkan strategi, rencana, pengaturan, tujuan, dan prioritas (0,759), Menggunakan pendekatan metode sistematis (0,728) diikuti dengan Kolaborasi untuk menyelesaikan kegiatan kompleks 90,694), Pilih model berbagai jenis dan gaya komunikasi (0,683), Selesaikan tugas secara matematis dalam pekerjaan kompleks (0,669) dan yang terlemah adalah Menggunakan teknologi untuk pengembangan (0,625).

Hasil analisis menunjukkan nilai *Squared Multiple Correlation* ( $R^2$ ) bahwa kekuatan Perusahaan sebagai variabel dependen laten memiliki  $R^2 = 0,803$ , ini menjelaskan bahwa kekuatan perusahaan 80,3% dijelaskan oleh variabel indikator. Sebagai indikator terdekat untuk menjelaskan kekuatan perusahaan adalah kemampuan instruktur pelatihan dengan  $R^2 = 0,621$  atau 62,1% dan transfer teknologi dari senior dengan  $R^2 = 0,614$  atau 61,4%, sedangkan yang terkecil adalah biaya pelatihan dengan  $R^2 = 0,323$  atau 32,3 %.

Analisis variabel independen atas Pencapaian SKKNI terhadap Perkuatan Perusahaan sebagai variabel dependen dijelaskan oleh faktor pemuatan sebesar -0,073 dengan pemahaman bahwa pencapaian SKKNI tidak memengaruhi kekuatan Perusahaan dan variabel Independen Pelatihan Tenaga Kerja terhadap kekuatan Perusahaan karena variabel dependen dijelaskan oleh faktor pemuatan sedini 0,964 Kekuatan perusahaan sangat ditentukan oleh pelatihan pekerja.

## SIMPULAN

Untuk variabel Pelatihan Tenaga Kerja menunjukkan bahwa keberhasilan pelatihan sangat ditentukan oleh Kemampuan Instruktur Pelatihan dan Keseimbangan Antara Teori Dan Praktik adalah indikator terkuat dan untuk variabel Penguatan Perusahaan menunjukkan bahwa kekuatan perusahaan oleh manajemen sumber daya manusia sangat ditentukan oleh Transfer Teknologi Dari Senior, Hubungan Karyawan Dengan Perusahaan, Dorongan peningkatkan pengetahuan, Pemberian Insentif, Penilaian Transparan, Komunikasi yang terbina, selanjutnya untuk variabel Pencapaian SKKNI menunjukkan bahwa pencapaian kapabilitas target sangat ditentukan oleh Menggabungkan Strategi, rencana, pengaturan, tujuan dan prioritas pekerjaan, Menggunakan pendekatan metode sistematis. Sebagai hasil dari penelitian ini, pencapaian SKKNI tidak

berpengaruh pada penguatan Perusahaan, tetapi penguatan Perusahaan sebagian besar ditentukan oleh pelatihan karyawan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agus Widarjono, 2010, *Analisis Statistika Multivariat Terapan*, UPP STIM YKPM.
- Badan Pusat Statistik, 2013 *Statistik Konstruksi 2013*
- Badan Pusat Statistik, 2014 *Statistik Konstruksi 2014*
- Badan Pusat Statistik, 2015 *Statistik Konstruksi 2015*
- Badan Pusat Statistik, 2016 *Statistik Konstruksi 2016*
- Badan Pusat Statistik, 2017 *Statistik Konstruksi 2017*
- Chan, P and Kaka, A, 2007 The impacts of workforce integration on productivity. In: Dainty, A R J, Green, S and Bagilhole, B (Eds.) *People and culture in construction: a reader*. London: Spons. Pp. 240 – 257.
- Dainty, A R J, Bagilhole, B M and Neale, R H, 2000 The compatibility of construction companies' human resource development policies with employee career expectations. *Engineering, construction and architectural management*, 7(2), 169 – 178.
- Debrah dan Ofori, 1997, *Subcontracting, foreign workers and job safety in the singapore construction industry*. *Asia Pacific Business Review*, 8, 145-166.
- Delaney, J.T., dan Huselid, M.A., 1996, *Dampak Manajemen Sumber Daya Manusia Praktek Pada Persepsi dari Organisasi Kinerja*. *Akademi Manajemen Journal*, 39, 949-968.
- Druker, J., White, G., Hegewisch, A. And Mayne, L., 1996, *Between hard and soft HRM: human resource management in the construction industry*, *Construction management and economics*, 405-416. GNPk 2010-2014
- Haas, C T, Rodriguez, A M, Glover, R and Goodrum, P M, 2001, *Implementing a multiskilled workforce. Construction management and economics*, 19, 633 – 641. Halpin, Woodhead 1998. *Construction Management*. New York, Wiley.
- Hillebrandt P.M. 1985. *Economic Theory and the Construction Industry*.
- Kem.PU, 2010. *Gerakan Nasional Pelatihan Konstruksi 2010-2014*, Jakarta, Kementrian Pekerjaan Umum. 2004, Kementrian Pekerjaan Umum. 2016.
- Langford, D, Hancock, M R, Fellows, R and Gale, A W 1995 *Human resource management in construction*. Harlow: Addison Wesley.
- Loosemore, M. 2000 *Crisis Management in Construction Project*, *American Society of Civil Engineers press*, New York.
- Lopez, S.P., Peon, J.M.M., & Ordas, C.J.V. 1997. *Human Resource Practices, Organizational learning and business performance*, 8, 147-164.
- LPJKN, 2014 <http://lpjk.net/statistik-1-badan-usaha-lpjk.html>
- Malkani Z.A.K. and Kambekar A.R. 2010 *Management of Human Resource in Construction Industry*, *International Journal of Engineering Research and Technology*. Volume 6, Number 3 2013, pp. 353-362
- Ofori, G. 1990 *The Construction Industry: Aspects of Its Economics and Management*. *Singapore University Press*, Singapore City.
- Pamulu, M.S. 2012 *Construction Industry: A Dynamic Capabilities View Paperback*: ISBN-13: 978-3846597552 ISBN-10: 3846597554
- Peraturan Pemerintah PP No.31 th.2006
- Renwick, D 2003 *Line manager involvement in HRM: an inside view*. *Employee relations*, 253, 262 – 280. Revans, R. 2011. *ABC of action learning*. Surrey, England: Gower.
- Robbins, S. 1993 *Organizational Behavior*. *Prentice Hall*, Englewood Cliffs.; 3.
- Singgih Santoso. 2015. Amos 22 untuk struktural equation modelling. *Gramediana*, 81.
- Sudarto, 2011. *Meningkatkan Syarikat Jasa Konstruksi di Indonesia*, PT Ghassan Cipta Media, Jakarta , 263, 277–301.
- Undang - Undang No. 18 th. 1999
- World Bank 1984. *Spending more or spending better: Improving Education Financing in Indonesia*. *Extended Executive Summary*. Jakarta, p.6.

# **APLIKASI METODE CPM DAN TIME COST TRADE OFF DALAM MENGATASI KETERLAMBATAN PELAKSANAAN PROYEK**

Harry Hartawan  
Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jln. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O. Box 7715 JKS LA  
Kelurahan Jagakarsa – Jakarta Selatan 12620, Telp. 78880275  
Email: [harryhartaw@yahoo.com](mailto:harryhartaw@yahoo.com)

## **ABSTRAK**

Tingkat keberhasilan dari suatu proyek dapat terjadi akibat perencanaan yang kurang baik, serta kurang efektif pelaksanaan pengendaliannya, sehingga pelaksanaan proyek kurang efisien. Yang berdampak pada meningkatnya biaya pelaksanaan, menurunnya kualitas dan keterlambatan waktu pelaksanaan, Aktivitas proyek pembangunan Conwood Indonesia Plant Project meliputi dua puluh aktivitas besar, diantaranya terjadi pada pelaksanaan pembangunan Office Building. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka digunakanlah Metode CPM Critical Path Method dengan melakukan percepatan crash atau memperpendek waktu aktifitas proyek yang berada pada lintasan kritis dan melakukan pertukaran waktu dan biaya Time Cost Trade Off. Biaya proyek dalam analisis ini diambil dari Bill of Quantity BQ. Keterlambatan yang terjadi di Office Building adalah 29,4% 43 hari dari total pelaksanaan 143 hari dengan total biaya normal proyek sebesar Rp.5.966.503.705,00 dan total biaya setelah percepatan sebesar Rp.7.421.967.329,00 dengan total slope biaya sebesar Rp.101.542.045,00.

Kata kunci: efisiensi waktu, efisiensi biaya, crashing, manajemen proyek, metode CPM

## **ABSTRACT**

*The major causes which lead to success of a project are inadequate planning and less effective control so that the project is inefficient. This will quality reduced, the rising of cost implementation, and result in delays works, the Indonesian construction project Conwood Plant Project includes twenty major activities, such as the work of Office Building which commenced on March 24, 2013 and should be completed by August 27, 2013. The using method is CPM Critical Path Method by acceleration crash or time compression on the activities that are on the critical path and exchange of time and cost time Cost Trade Off. Project costs are taken from the Bill of Quantity BQ. Delays that occur of the Office Building was 29.4 % 43 days of the total 143 days execution with a total project that normally costs Rp.5.966.503.705,00 and the total cost after the acceleration of Rp.7.421.967.329,00 with the total cost slope by Rp.101.542.045,00.*

*Keywords: time efficiency, cost efficiency, crashing, project management, CPM method*

## **PENDAHULUAN**

Dalam usaha meningkatkan kualitas produk Conwood Company membangun pabrik baru di Indonesia. Proyek pembangunan ini dilaksanakan dengan schedule pertamanya selama 304 hari kalender dengan anggaran biaya Rp. 125.500.000.000,- seratus dua puluh lima milyar lima ratus juta rupiah. Namun karena mengalami berbagai kendala sehingga menyebabkan keterlambatan proyek dan mengalami beberapa kali perubahan schedule kerja dan aktivitas kegiatan proyek.

Proyek ini meliputi dua puluh aktivitas besar, salah satunya adalah aktivitas pekerjaan Office Building yang dimulai pembangunannya tanggal 24 Maret 2013 dan harus selesai tanggal 27 Agustus 2013. Untuk mencapai waktu dan biaya yang ekonomis, Untuk mengatasi permasalahan maka proyek Royal 2 Tower – St. Moritz dalam pelaksanaan pekerjaan mulai dari lantai 7 sampai dengan lantai atap menggunakan metode precast half slab. Yang mana pelaksanaan awal metode proyek tersebut menggunakan metode cast in situ. Perubahan metode tersebut dikarenakan mahalnya sewa perancah yang digunakan pada proyek tersebut sehingga harus melakukan penghematan pada bekisting plat. Kedua metode tersebut memiliki perbedaan dalam pelaksanaannya, baik dari segi waktu maupun dari segi biaya.

Permasalahan yang dihadapi antara lain :

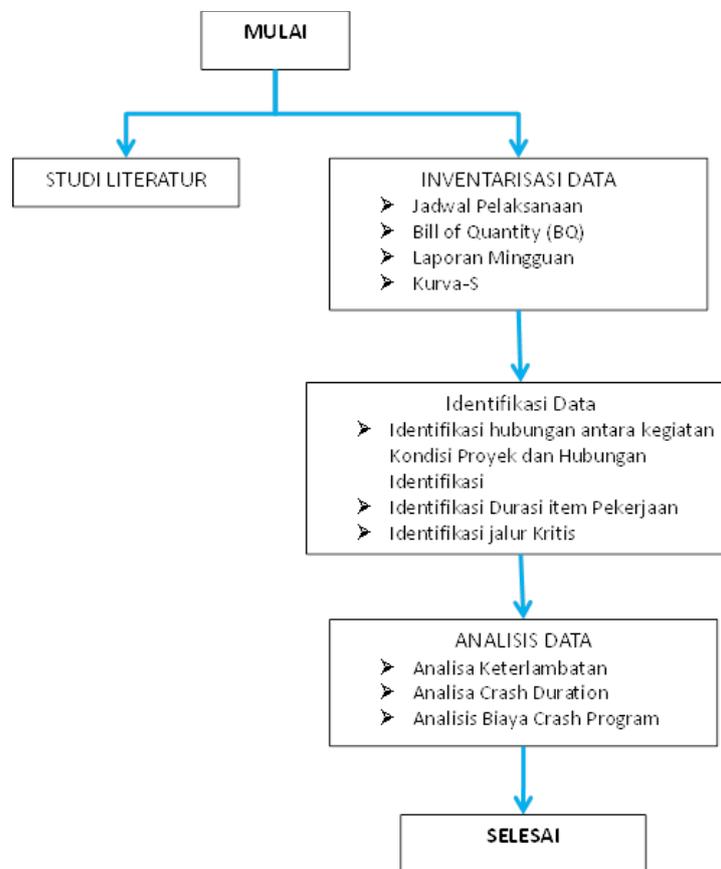
- a Bagaimana bentuk jaringan kerja atau network pelaksanaan proyek

- b Apakah durasi aktivitas pekerjaan sudah optimal dan berjalan sesuai dengan schedule yang direncanakan
- c Apa saja pekerjaan kritis yang terlihat pada schedule network
- d Berapa persen keterlambatan yang terjadi pada aktivitas
- e Pada aktivitas pekerjaan mana saja yang dapat di diperpendek waktu pelaksanaannya
- f Berapa total biaya dan slope setelah proses pengurangan waktu

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain untuk :

- a. Menentukan jaringan kerja atau network pada pelaksanaan aktivitas proyek
- b. Untuk mengetahui pelaksanaan aktivitas proyek apakah sudah sesuai dengan schedule yang direncanakan sebelumnya..
- c. Untuk mengetahui pekerjaan mana yang termasuk pada titik kritis dan mengetahui berapa persen keterlambatan serta pekerjaan apa yang harus di crashing.
- d. Untuk mengetahui perbedaan biaya saat kondisi sesuai rencana dan biaya setelah dilakukan crashing serta mengetahui slope biayanya.

## METODE PENELITIAN



Gambar Diagram Alur Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Umum Proyek

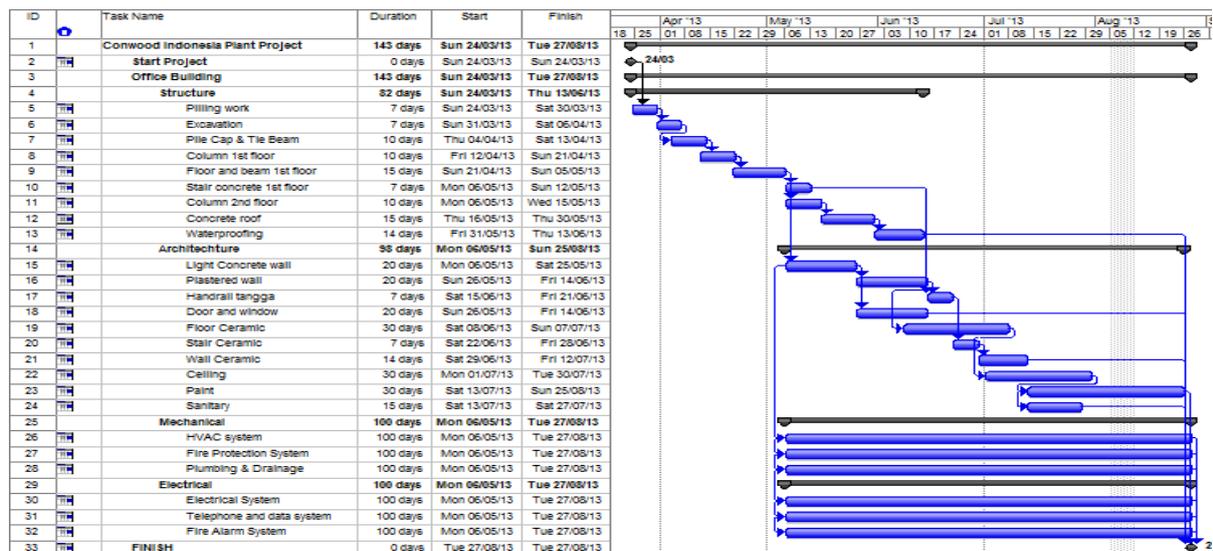
Nama Pekerjaan : Pembangunan Pabrik Conwood Indonesia  
 Nama Proyek : Conwood Indonesia Plant Project  
 Lokasi : JABABEKA Phase 6 Desa Jatireja Cikarang Baru  
 Jenis Proyek : Pabrik  
 Tipe Proyek : A  
 Nilai Kontrak : Rp.125.500.000.000,00  
 Waktu Pelaksanaan : 304 hari kalender

Masa Pemeliharaan : 90 hari kalender  
 Sifat Kontrak : Lumpsum Fixed Price  
 Sumber Dana : Swasta  
 Pemilik Proyek : PT Conwood Indonesia  
 Konsultan Perencana : PT Bimatama Karya Konsultan  
 Kontraktor : PT Prima Irian Djaja  
 Jenis Struktur : Beton Bertulang dan Baja

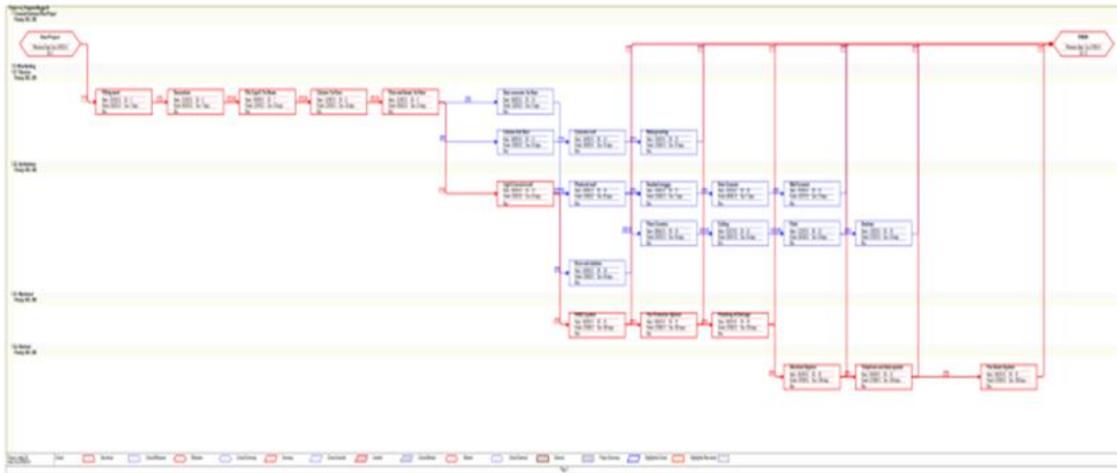
Tabel Daftar Aktivitas, Durasi dan Nilai Bagian Kontrak

No	Aktivitas	Durasi (Hari)	Nilai Kontrak
1	Preliminaries	302	2.325.000.000,00
2	Fiber Building	261	8.313.480.352,00
3	Laminating Building	185	31.456.645.064,00
4	Finishing Building	143	18.063.758.488,00
5	Finishing Goods Building	127	6.863.561.510,00
6	Office Building	143	5.966.503.705,00
7	Workshop	127	4.565.366.118,00
8	Canteen Building	127	1.607.806.830,00
9	Fuel Station	127	626.884.106,00
10	CNG Station	133	132.925.380,00
11	Toilet	147	752.516.208,00
12	Locker Room	241	441.738.520,00
13	Driver Room	126	423.357.470,00
14	Guard house	119	165.900.014,00
15	Mushalla	119	277.988.358,00
16	Boiler Room	119	791.712.800,00
17	Compressor Room	49	149.084.000,00
18	Weight Bridge Hut	112	179.750.305,00
19	Central Plant Utility	105	15.550.827.928,00
20	Site Plan	224	26.863.811.910,00
<b>Grand Total</b>		<b>303</b>	<b>Rp125.518.619.066,00</b>
<b>Total</b>			<b>Rp125.500.000.000,00</b>

Bentuk Network pada Office Building



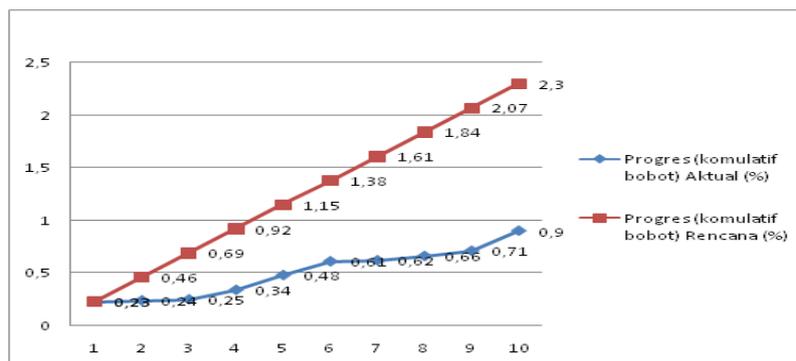
Gambar Gantt Chart Office Building



Gambar Network Diagram Priority Office Building

**Kemajuan Pelaksanaan Proyek**

Pembangunan pekerjaan Office Building di mulai pada minggu ke 19 dengan durasi 143 hari. Progres pekerjaan pertama pada minggu ke 19 komulatif bobot pekerjaan hanya berjalan sebesar 0,23% dari target yang ada sebesar 0,23%. Pada minggu ke 20 komulatif bobot pekerjaan mengalami minus sehingga komulatif bobot hanya sebesar 0,24% dari target yang ada sebesar 0,46%. Pada minggu ke 21 komulatif bobot pekerjaan masih mengalami minus sehingga komulatif bobot hanya sebesar 0,25% dari target yang ada sebesar 0,69%. Pada minggu ke 22 komulatif bobot pekerjaan masih mengalami minus sehingga komulatif bobot hanya sebesar 0,34% dari target yang ada sebesar 0,92%. Pada minggu ke 23 komulatif bobot pekerjaan masih mengalami minus sehingga komulatif bobot hanya sebesar 0,48% dari target yang ada sebesar 1,15%. Pada minggu ke 24 komulatif bobot pekerjaan masih mengalami minus sehingga komulatif bobot hanya sebesar 0,61% dari target yang ada sebesar 1,38%. Pada minggu ke 25 komulatif bobot pekerjaan masih mengalami minus sehingga komulatif bobot hanya sebesar 0,62% dari target yang ada sebesar 1,61%. Pada minggu ke 26 komulatif bobot pekerjaan masih mengalami minus sehingga komulatif bobot hanya sebesar 0,66% dari target yang ada sebesar 1,84%. Pada minggu ke 27 komulatif bobot pekerjaan masih mengalami minus juga sehingga komulatif bobot hanya sebesar 0,71% dari target yang ada sebesar 2,07%. Dan pada minggu ke 28 komulatif bobot pekerjaan masih juga mengalami minus sebesar 1,4% yang mana komulatif bobotnya sebesar 0,90% dari target yang ada sebesar 2,3%.



Gambar Grafik penyimpangan pelaksanaan

Jadi progres pelaksanaan dari minggu ke 20 s/d minggu ke 28 selalu mengalami keterlambatan sehingga pengerjaan proyek ini tidak berjalan dengan optimal sesuai dengan yang direncanakan sebelumnya

### Pekerjaan pada Lintasan Kritis

Jalur Kritis merupakan jalur yang terdiri dari kegiatan kritis yang tidak terputus dari aktivitas pertama yang dilaksanakan pada proyek hingga berakhirnya pada aktivitas terakhir proyek. Berdasarkan data yang diolah dalam bentuk network diagram Priority dalam software MS Project bahwa pekerjaan yang berada pada jalur kritis yaitu mulai dari: Pilling Work – Excavation – Pile Cap & Tie Beam – Column 1st Floor – Floor and Beam 1st Floor – Light Concrete Wall – HVAC System – Fire Protection System – Plumbing dan Drainage – Electrical System – Telephone and Data System – Fire Alarm System.

Tabel Daftar aktivitas Pada Jalur Kritis

	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
	<b>Critical: Yes</b>	<b>143 days</b>	<b>Sun 24/03/13</b>	<b>Tue 27/08/13</b>	
2	Start Project	0 days	Sun 24/03/13	Sun 24/03/13	
5	Pilling work	7 days	Sun 24/03/13	Sat 30/03/13	2
6	Excavation	7 days	Sun 31/03/13	Sat 06/04/13	5
7	Pile Cap & Tie Beam	10 days	Thu 04/04/13	Sat 13/04/13	6FS-3 days
8	Column 1st floor	10 days	Fri 12/04/13	Sun 21/04/13	7FS-2 days
9	Floor and beam 1st floor	15 days	Sun 21/04/13	Sun 05/05/13	8FS-1 day
15	Light Concrete wall	20 days	Mon 06/05/13	Sat 25/05/13	9
26	HVAC system	100 days	Mon 06/05/13	Tue 27/08/13	15SS
27	Fire Protection System	100 days	Mon 06/05/13	Tue 27/08/13	26SS
28	Plumbing & Drainage	100 days	Mon 06/05/13	Tue 27/08/13	27SS
30	Electrical System	100 days	Mon 06/05/13	Tue 27/08/13	28SS
31	Telephone and data system	100 days	Mon 06/05/13	Tue 27/08/13	30SS
32	Fire Alarm System	100 days	Mon 06/05/13	Tue 27/08/13	31SS
33	FINISH	0 days	Tue 27/08/13	Tue 27/08/13	26;27;28;30;31;3

### Percepatan Durasi Proyek

Tidak semua aktivitas yang ada didalam jalur kritis dipercepat maka hasilnya akan mempercepat waktu penyelesaian proyek tetapi hanya akan memperbesar biaya yang harus dikeluarkan. Dalam penelitian ini, digunakan alternatif percepatan proyek yaitu dengan metoda pertukaran waktu dan biaya time cost tradeoff.

Metoda ini dapat dilakukan dengan mengubah metode konstruksi, menambah jumlah pekerja, menggunakan material yang lebih cepat penggunaannya dan dengan menambah jam kerja atau lembur.

Disini penulis mengambil data dari Kurva-S untuk melihat kumulatif bobot terakhir pada minggu ke 28, dan data keuangan diambil dari Bill of Quantity BQ dari kontraktor.

### Penyimpangan Pada Minggu ke 28

Penyimpangan yang terjadi pada minggu ke 28 di Aktifitas Office Building adalah sebesar minus 1,4% dari target rencana sebesar 2,3%. Maka untuk perhitungan jumlah total hari yang terlambat yaitu :

Total Progress	= 4,7535 %
Total Waktu	= 143 hari
Progress per hari	= 0,0327 %
Penyimpangan	= 1,4 %
Total Hari Penyimpangan	= 1,4%/0,0327%
	= 42,4 hari
	= 43 hari

Jika dibiarkan terus menerus dalam arti tidak diperbaiki, maka durasi normal ditambah durasi keterlambatan yaitu sebesar 186 hari. Pada Tabel 4.4. menunjukkan Gant Chart pada bangunan Office Building yang mengalami penyimpangan selama 43 hari.

Tabel Gantt Chart Penyimpangan Biaya

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
1	Conwood Indonesia Plant Project	186 days	Sun 24/03/13	Wed 09/10/13	
2	Start Project	0 days	Sun 24/03/13	Sun 24/03/13	
3	Office Building	186 days	Sun 24/03/13	Wed 09/10/13	
4	Structure	125 days	Sun 24/03/13	Fri 26/07/13	
5	Piling work	7 days	Sun 24/03/13	Sat 30/03/13	2
6	Excavation	27 days	Sun 31/03/13	Fri 26/04/13	5
7	Pile Cap & Tie Beam	31 days	Wed 24/04/13	Fri 24/05/13	6FS-3 days
8	Column 1st floor	12 days	Thu 23/05/13	Mon 03/06/13	7FS-2 days
9	Floor and beam 1st floor	15 days	Mon 03/06/13	Mon 17/06/13	8FS-1 day
10	Stair concrete 1st floor	7 days	Tue 18/06/13	Mon 24/06/13	9
11	Column 2nd floor	10 days	Tue 18/06/13	Thu 27/06/13	9
12	Concrete roof	15 days	Fri 28/06/13	Fri 12/07/13	11
13	Waterproofing	14 days	Sat 13/07/13	Fri 26/07/13	12
14	Architecthure	98 days	Tue 18/06/13	Mon 07/10/13	
15	Light Concrete wall	20 days	Tue 18/06/13	Sun 07/07/13	9
16	Plastered wall	20 days	Mon 08/07/13	Sat 27/07/13	15
17	Handrail tangga	7 days	Sun 28/07/13	Sat 03/08/13	10;16
18	Door and window	20 days	Mon 08/07/13	Sat 27/07/13	15
19	Floor Ceramic	30 days	Sun 21/07/13	Mon 02/09/13	16FS-7 days
20	Stair Ceramic	7 days	Sun 18/08/13	Sat 24/08/13	17
21	Wall Ceramic	14 days	Sun 25/08/13	Sat 07/09/13	20
22	Ceiling	30 days	Tue 27/08/13	Wed 25/09/13	19FS-7 days
23	Paint	30 days	Sun 08/09/13	Mon 07/10/13	22FS-18 days
24	Sanitary	15 days	Sun 08/09/13	Sun 22/09/13	23SS
25	Mechanical	100 days	Tue 18/06/13	Wed 09/10/13	
26	HVAC system	100 days	Tue 18/06/13	Wed 09/10/13	15SS
27	Fire Protection System	100 days	Tue 18/06/13	Wed 09/10/13	26SS
28	Plumbing & Drainage	100 days	Tue 18/06/13	Wed 09/10/13	27SS
29	Electrical	100 days	Tue 18/06/13	Wed 09/10/13	
30	Electrical System	100 days	Tue 18/06/13	Wed 09/10/13	28SS
31	Telephone and data system	100 days	Tue 18/06/13	Wed 09/10/13	30SS
32	Fire Alarm System	100 days	Tue 18/06/13	Wed 09/10/13	31SS
33	FINISH	0 days	Wed 09/10/13	Wed 09/10/13	26;27;28;30;31;32;

### Penentuan Aktivitas Crashed

Untuk menentukan aktivitas yang akan di crash, maka pilih aktivitas pada garis kritis yang masih bisa di crash dengan cara mengurangi waktu aktivitas tersebut semaksimal mungkin. Disini aktivitas yang masih bisa di crash adalah Floor and beam 1st floor, Light Concrete wall, HVAC system, Fire Protection System, Plumbing & Drainage, Electrical System, Telephone & Data System, dan Fire Alarm System.

### Perbaharui Waktu Kegiatan Setelah Crashing

Setelah dilakukan crash pada aktivitas aktivitas tersebut, maka waktu aktivitas tersebut akan berubah. Lama waktu proyek mengalami perubahan dari 186 hari menjadi 172 hari. Karena waktu proyek yang diharapkan adalah 143 hari, maka akan dilakukan crash kembali.

### Penentuan Aktivitas Yang Akan di Crash

Sebelum melakukan pemilihan pada aktivitas yang akan di crash kembali, terlebih dahulu kita kelompokkan perhitungan biaya dari aktifitas pada garis edar kritis yang baru. Untuk menentukan kembali aktivitas yang akan di crash, maka pilih aktivitas pada garis edar kritis yang masih bisa di crash dengan mengurangi waktu aktivitas tersebut semaksimal mungkin. Disini aktivitas yang masih bisa di crash kembali adalah Ceiling dan Paint.

### Pembaharuan Waktu Kegiatan Setelah Crashing

Setelah dilakukan kembali crash pada aktivitas – aktivitas tersebut, maka waktu aktivitas tersebut akan berubah. Lama waktu proyek mengalami perubahan dari sebelumnya 172 hari menjadi 143 hari. Apabila waktu proyek sudah sama dengan waktu yang diharapkan maka crash dihentikan.

## Perhitungan Biaya Setelah dilakukan Crashing

Tabel Aktivitas Utama, Durasi, Biaya Normal dan Biaya dipercepat

No	Aktivitas	Durasi		Biaya Normal	Biaya Dipercepat	Slope Biaya
		Normal	Crash			
1	Pilling work	7	-	294.844.000	294.844.000	
2	Excavation	7	-	15.731.400	15.731.400	
3	Pile Cap & Tie Beam	10	-	256.324.355	256.324.355	
4	Column 1st floor	10	-	60.443.150	60.443.150	
5	Floor and beam 1st floor	15	8	193.083.100	362.030.813	24.135.388
6	Stair concrete 1st floor	7	-	6.830.150	6.830.150	
7	Column 2nd floor	10	-	66.853.100	66.853.100	
8	Concrete roof	15	-	202.166.520	202.166.520	
9	Waterproofing	14	-	97.391.500	97.391.500	
10	Light Concrete wall	20	15	441.802.350	589.069.800	29.453.490
11	Plastered wall	20	-	131.884.870	131.884.870	
12	Handrail tangga	7	-	37.068.200	37.068.200	
13	Door and window	20	-	615.595.490	615.595.490	
14	Floor Ceramic	30	-	250.219.300	250.219.300	
15	Stair Ceramic	7	-	5.378.320	5.378.320	
16	Wall Ceramic	14	-	11.995.200	11.995.200	
17	Ceiling	30	24	70.810.200	88.512.750	2.950.425
18	Paint	30	19	61.465.500	97.050.789	3.235.026
19	Sanitary	15	-	55.806.000	55.806.000	
20	HVAC system	100	74	1.289.662.000	1.742.786.486	17.427.865
21	Fire Protection System	100	74	127.089.000	171.741.892	1.717.419
22	Plumbing & Drainage	100	74	38.648.000	52.227.027	522.270
23	Electrical System	100	74	1.051.075.000	1.420.371.622	14.203.716
24	Telephone and data system	100	74	398.999.000	539.187.838	5.391.878
25	Fire Alarm System	100	74	185.338.000	250.456.757	2.504.568
Total				5.966.503.705	7.421.967.329	101.542.045

## SIMPULAN

Dari serangkaian penelitian dan analisa pada bab-bab sebelumnya, maka penulis memberi kesimpulan bahwa hasil Analisis Percepatan Pelaksanaan Proyek dengan Metode CPM dan Time Cost Trade Off, dapat di simpulkan bahwa keterlambatan yang terjadi di Office Building adalah 29,4% 43 hari dari total pelaksanaan 143 hari. Percepatan durasi proyek dilakukan dengan menggunakan alternatif pertukaran waktu dan biaya. Total pengerjaan Office Building adalah 143 hari dengan total biaya normal proyek sebesar Rp.5.966.503.705,00 dan total biaya setelah percepatan sebesar Rp.7.421.967.329,00 dengan total slope biaya sebesar Rp.101.542.045,00.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Tubagus Haedar, *Prinsip-prinsip Network Planning*, Penerbit Gramedia, Jakarta, 1997.
- Anonim. *Ilmu Manajemen Konstruksi Untuk Perguruan Tinggi* Jakarta: Universitas Tarumanegara Upt Penerbitan, 1998.
- Dipohusodo I. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Jilid 1, Penerbit Kanisius, Jakarta, 1999.
- Ervianto I. Wulfram. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2004.
- Ervianto I. Wulfram. *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2003.
- Handoko. *Manajemen*. Penerbit BPFE-UGM, Yogyakarta, 1999.
- Heizer, Jay dan Barry Render. *Operations Management : Manajemen Operasi*. Penerbit Salemba Empat, Jakarta, 2005.
- Levin, Richard I. Dan Kirkpatrick, Charles A, *Perencanaan dan Pengendalian dengan PERT dan CPM, terjemahan Magdalena Adiwardana Jamin*, Penerbit PPM-Balai Askara, Jakarta 1982.
- Sitohang, Hotma. *Diktat Kuliah Perencanaan dan Pengendalian*, ISTN, Jakarta.
- Soeharto, Iman. "Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operational". Penerbit Erlangga, Jakarta, 1999.
- Damayanti, Eka. *Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode Pert Dan CPM*. 2010. Diakses dari : <http://www.scribd.com/doc/60007607/Optimalisasi-Pelaksanaan-Proyek-Dengan-Metode-Pert-cpm>, tanggal 20 Agustus 2013.

- Gifari, Muhamad dkk, *Metode Critical Path Method CPM Pada Manajemen Proyek*. Universitas Pendidikan Indonesia :2012. Diakses dari : <http://www.scribd.com/doc/151636571/Mol-Kelompok-11>, tanggal 20 Agustus 2013.
- Maharany, Leny dan Fajarwati. *Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode Least Cost Analysis*. 2006. Diakses tanggal 20 Agustus 2013, dari PDF Search Tabel resume volume pekerjaan.

## **ANALISA PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON K 250 MENGUNAKAN PASIR DARAT CIMANGKOK DENGAN PASIR GLITTER PANTAI CIDAUN**

Moh Azhar dan Taufik Akbar Maulana  
Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jln. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O. Box 7715 JKS LA  
Kelurahan Jagakarsa – Jakarta Selatan 12620, Telp. 78880275  
Email: [mohazhar@istn.ac.id](mailto:mohazhar@istn.ac.id), [taufikakbarmaulana95@gmail.com](mailto:taufikakbarmaulana95@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Pasir merupakan salah satu material konstruksi yang telah umum digunakan untuk pembuatan sebuah bangunan. Wilayah Indonesia yang sebagian besar terdiri atas daerah kepulauan yang memiliki *pressive strength* dengan pasir, baik pasir laut, pasir sungai maupun jenis pasir lainnya yang begitu melimpah. Pemanfaatan beberapa jenis pasir untuk pembuatan beton jarang sekali digunakan apa lagi pada pasir laut, sehingga perlu dicoba sebagai bahan penyusun dalam pembentuk campuran beton sehingga penelitian ini berguna untuk referensi pengetahuan dalam pembuatan beton menggunakan pasir laut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai kuat tekan beton, dan unsur-unsur yang terkandung dalam agregat halus pasir laut glitter cidaun serta pengaruhnya dalam meningkatkan kekuatan beton dibandingkan dengan menggunakan pasir yang umum digunakan. Pasir laut glitter yang digunakan yaitu pasir laut yang diambil dari daerah Cidaun, Kabupaten Cianjur, dan daerah Cimangkok, Kota Sukabumi yang kemudian dibandingkan dengan kekuatan beton yang direncanakan. setiap campuran dibuat masing-masing 3 sampel untuk pengujian 7, 14, dan 28 hari dengan mutu rencana K-250 menggunakan metode DOE Departement Of Enviroment. Beton segar diuji workabilitas melalui uji nilai slump. Parameter pengujian beton yang dilakukan adalah kuat tekan, dan Pengujian XRF X-Ray Fluorosence . Dari hasil pengujian diperoleh bahwa komposisi terbaik nilai kuat tekan dalam desain adukan beton yang menggunakan pasir laut glitter Cidaun sebagai pengganti agregat halus pasir darat cimangkok pasir laut memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi yaitu 279,99 kg/cm<sup>2</sup> , meningkatkan nilai kuat tekan sebesar 6,35% lebih besar dibanding beton pasir darat yang hanya memiliki nilai kuat tekan 262,22 kg/cm<sup>2</sup>. Unsur garam dan alkali setelah pengujian XRF adalah NaO<sub>2</sub> sebesar 0,05 % Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 59,23 %.

Kata kunci: Pasir Laut, Metode DOE, Kuat Tekan , Uji XRF, Beton

### **ABSTRACT**

*Sand is a construction material that has been commonly used for the construction of a building. The territory of Indonesia which consists mostly of islands that have a *pressive strength* with sand, both sea sand, river sand and other types of sand are so abundant. The use of several types of sand for the manufacture of concrete is rarely used any more in sea sand, so it needs to be tried as a constituent in concrete mixers so that this research is useful for reference knowledge in making concrete using sea sand. This study was conducted to determine the value of the compressive strength of concrete, and the elements contained in fine aggregate sea sand glitter and its effect in increasing the strength of concrete compared to using sand in the project. The sea sand glitter used is sea sand glitter taken from Cidaun, Cianjur, and Cimangkok areas, Sukabumi City which is then compared to the planned concrete strength. each mixture was made 3 samples for testing 7, 14, and 28 days respectively with the quality of the K-250 plan using the DOE Department of Environment method. Fresh concrete is tested for workability through slump value test. The parameters of concrete testing performed are compressive strength, and XRF X-Ray Fluorosence. From the test results, it was found that the best composition of compressive strength values in concrete mix design using Cidaun sea sand as a substitute for fine sand aggregate land cimangkok. Sea sand glitter has a higher compressive strength value of 279.99 kg / cm<sup>2</sup>, increasing the compressive strength value of 6.35% greater than that of terrestrial concrete sand which only has a compressive strength of 262.22 kg / cm<sup>2</sup>. The salt and alkali elements after XRF testing are NaO<sub>2</sub> of 0.05% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 59.23%.*

Keywords: Sea Sand, DOE Method, Compressive Strength, Por, XRF Test, Concrete

### **PENDAHULUAN**

Pasir merupakan salah satu material konstruksi yang telah umum digunakan untuk pembuatan sebuah bangunan. Wilayah Indonesia yang sebagian besar terdiri atas daerah kepulauan

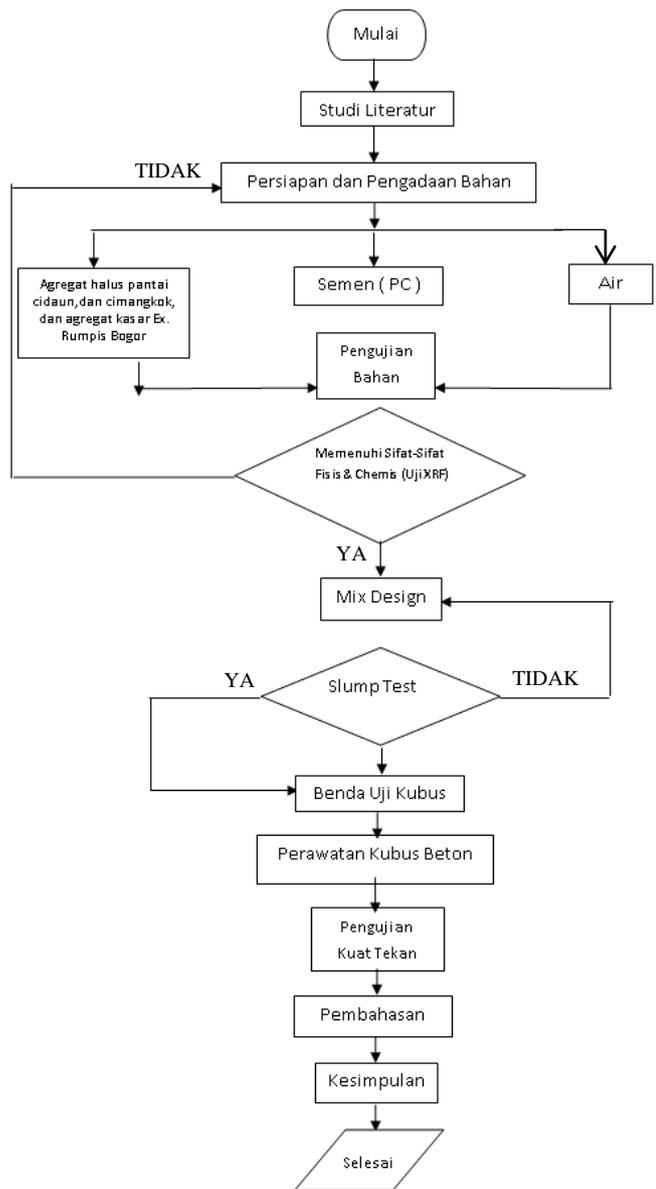
dengan persentase lautan 62,89% dan daratan 37,11%, maka dapat disimpulkan bahwa ketersediaan pasir, utamanya pasir laut/pantai sangat berlimpah di Indonesia.

Namun pada kenyataannya pemanfaatan jenis pasir laut/pantai untuk pembuatan beton jarang sekali digunakan. Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah pasir laut glitter pantai Cidaun memenuhi syarat sifat kimiawi terhadap kandungan garamnya sesuai PBI 71 sebagai agregat halus

Penggunaan pasir gliter pantai cidaun ini diharapkan dapat memenuhi tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tekan beton K250 menggunakan pasir laut glitter pantai Cidaun sebagai bahan pengganti pasir darat Cimangkok.

**METODE PENELITIAN**

Dalam merencanakan adukan beton penulis menggunakan metode D.O.E Department Of Environment. Metode ini pertama kali diperkenalkan di Inggris tahun 1975. Perhitungan adukan beton dengan metode ini berdasarkan pada perbandingan berat dan penggunaan agregat dalam keadaan kering permukaan dan jenuh dibagian dalamnya Saturated surface dry yang lebih dikenal dalam keadaan SSD.



### Pemeriksaan Agregat

Sebelum membuat adukan beton, terlebih dahulu masing-masing agregat dilakukan uji lab seperti berikut :

1. Penentuan Kadar Lumpur Agregat Halus
2. Penentuan Kadar Organik Agregat Halus
3. Penentuan Kadar Air Agregat Halus
4. Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Halus
5. Analisa Ayakan Agregat Halus
6. Analisa Ayakan & Kadar Lumpur pada Agregat Kasar
7. Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Kasar

### Metode Department Of Environment D.O.E

Perencanaan campuran beton dengan perbandingan berat material dilakukan untuk menentukan kekuatan beton yang diinginkan. Dalam penelitian ini digunakan metode Department of Environment D.O.E.

### Pembuatan Adukan Beton Mixing Beton

Pengujian yang dilakukan menitik beratkan pada saat beton masih segar fresh concrete yaitu berkenaan dengan tingkat kemudahan kerja workabilitas adukan beton. Adapun sampel benda uji yang akan diuji kuat tekannya dengan menggunakan 48 buah sampel silinder berukuran 15 cm x 30 cm. Adukan beton dibuat berdasarkan hasil perencanaan adukan. Dimana dilakukan 3 jenis perencanaan adukan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penentuan Kadar Lumpur Agregat Halus

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar lumpur yang dikandung oleh agregat halus yang akan digunakan sebagai bahan pengisi beton, adapun hasil analisisnya sebagai mana terlihat pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Hasil Analisa Kadar Lumpur Cara Volume & Cara Berat

No	Agregat Halus	Kadar Lumpur Cara Volume %	Kadar Lumpur Cara Berat %	Kadar Lumpur Rata-Rata %
1.	Cimangkok	4	3,26	3,63
2.	Cidaun	2,5	0,64	1,57

Terlihat dari tabel 1 di atas, kandungan kadar lumpur pasir pantai cidaun lebih kecil dibandingkan kadar lumpur pasir darat cimangkok. Menurut PBI 1971 N.I – 2 Pasal 3.3.1 untuk agregat halus kandungan kadar lumpurnya maksimal 5%. sehingga dapat dikatakan bahwa kedua agregat halus ini sudah memenuhi syarat yang ditentukan.

### Penentuan Kadar Organik Agregat Halus

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan apakah terdapat senyawa – senyawa organik yang terkandung dalam agregat halus yang merugikan beton.

Tabel 2. Hasil Analisa Kandungan Zat Organik Pada Agregat Halus

PASIR	DIBANDINGKAN DENGAN WARNA STANDART			KETERANGAN
Cimangkok	LEBIH TUA	SAMA	LEBIH MUDA	MEMENUHI TIDAK MEMENUHI
Cidaun	LEBIH TUA	SAMA	LEBIH MUDA	MEMENUHI TIDAK MEMENUHI

Dari table 2 ini dapat disimpulkan bahwa kandungan kadar organik kedua agregat halus memenuhi persyaratan untuk digunakan pada adukan beton. Sesuai PBI 1971 N.I. – 2 Pasal 3.3.4

Agregat halus tidak boleh mengandung bahan-bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna dari Abrams-Harder dengan larutan NaOH. Sehingga dapat dikatakan bahwa kadar zat organik pada kedua agregat halus ini memenuhi syarat karena ketika dibandingkan dengan warna standar tidak menunjukkan adanya perubahan warna.

#### Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus Ex Cidaun

Tujuan dari penelitian berat jenis specific gravity adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat agregat halus dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun perhitungannya mengikuti rumus yang ditampilkan dibawah ini :

$$\begin{aligned} \text{Bulk Sp. Gr} &= \text{Bk/B}+500\text{-Bt} = 475/648+500\text{-}953 = 2,43 \text{ gr/ml} \\ \text{Bulk SSD Sp. Gr} &= 500/\text{B}+500\text{-Bt} = 500/648+500\text{-}953 = 2,56 \text{ gr/ml} \\ \text{App SSD Sp. Gr} &= \text{Bk/B}+\text{Bk}\text{-Bt} = 475/648+475\text{-}953 = 2,79 \text{ gr/ml} \\ \text{Penyerapan} &= 500\text{-} \text{Bk/Bk} \times 100 = 500\text{-}475/475 \times 100 = 5,26 \% \end{aligned}$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas, maka berat jenis yang akan di ambil adalah dengan nilai Bulk SSD Sp.Gr sebesar 2,56 gr/ml. dan adapun penyerapannya sebesar 5,26 %.

#### Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus Ex Cimangkok

Tujuan dari penelitian berat jenis specific gravity adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat agregat halus dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

$$\begin{aligned} \text{Bulk Sp. Gr} &= \text{Bk/B}+500\text{-Bt} = 473/648+500\text{-}951 = 2,40 \text{ gr/ml} \\ \text{Bulk SSD Sp. Gr} &= 500/\text{B}+500\text{-Bt} = 500/648+500\text{-}951 = 2,53 \text{ gr/ml} \\ \text{App SSD Sp. Gr} &= \text{Bk/B}+\text{Bk}\text{-Bt} = 473/648+473\text{-}951 = 2,78 \text{ gr/ml} \\ \text{Penyerapan} &= 500\text{-} \text{Bk/Bk} \times 100 = 500\text{-}473/473 \times 100 = 5,70 \% \end{aligned}$$

Jadi dari hasil perhitungan diatas, maka berat jenis yang akan di ambil adalah dengan nilai Bulk SSD Sp.Gr sebesar 2,53 gr/ml. dan adapun penyerapannya sebesar 5,7 %.

Dari hasil analisa kedua jenis pasir darat cimangkok dan pasir pantai Cidaun dapat di tampilkan hasil analisa berat jenis & penyerapan air pada table 3 dibawah berikut ini:

Tabel 3. Hasil Analisa Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Halus

No	Keterangan	Pasir Darat Cimangkok	Pasir Laut Cidaun
1	Bulk SSD Sp. Gr	2,53 gr/ml	2,56 gr/ml
2	Penyerapan	5,7%	5,26%

Dari tabel 3 ini dapat disimpulkan bahwa Berat Jenis kering permukaan jenuh pasir pantai cidaun lebih besar daripada Berat jenis kering permukaan jenuh pasir darat cimangkok. Untuk penyerapan pasir pantai cidaun lebih rendah daripada penyerapan padapasir darat cimangkok.

Tabel 4. Hasil Analisa Ayakan Agregat Halus

Ayakan	Komulatif Tertinggal %			
	Pasir Darat Cimangkok		Pasir Pantai Cidaun	
No/mm				
4/4.75	0,066	99,934	0,234	99,77
8/2.36	0,132	99,868	4,868	95,133
16/2.00	0,298	99,702	16,668	83,33
30/0.425	0,798	99,202	31,434	68,567
50/0.250	15,964	84,036	50,734	49,267
100/0.106	94,364	5,636	80,3	19,701
Container	100	0	100	0
Jumlah	211,622	-	284,238	-

$$\text{Finenes Modulus Pasir Pantai Cidaun} = 284,238 / 100 = 2,842$$

$$\text{Finenes Modulus Pasir Darat Cimangkok} = 211,622 / 100 = 2,116$$

Dari tabel 4 diatas tersebut dapat disimpulkan bahwa Finenes Modulus pasir cimangkok dan cidaun masuk ke dalam persyaratan fineness modulus agregat halus yang berkisar pada nilai 2,3 - 3,1. Melihat hasil analisa yang penulis dapat maka pasir darat cimangkok lebih halus dibandingkan dengan pasir laut cidaun yang lebih kasar.

#### Analisa Ayakan dan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Tujuan dari penelitian analisa ayakan adalah menentukan pembagian butir agregat kasar dengan menggunakan satu set saringan.

Tabel 5. Hasil Analisa Ayakan Agregat Kasar

Ayakan No/mm	Komulatif Tertinggal %	
	Ag. Kasar Ex Rumpis	
4/4.75	100	0
8/2.36	93,56	6,44
16/2.00	68,58	31,42
30/0.425	21,38	78,62
50/0.250	7,02	92,98
100/0.106	0	100
Container	-	-
Jumlah		309,46

$$\text{Finenes Modulus Agregat Kasar} = 304,96 / 100 = 3,049$$

$$\text{Kadar Lumpur Agregat Kasar} = W0-W1/Wo \times 100\% = 7\%$$

Finenes Modulus Agregat Kasar yang didapat dari hasil analisa memenuhi syarat karena berada pada nilai ambang batas yaitu 3 – 8 buku teknologi beton Kardijono Tjokrodimulyo. Untuk kadar lumpur agregat setelah dilakukan analisa tidak memenuhi syarat PBI 1971 N.I. – 2 yaitu kadar lumpur maksimal adalah 1%, oleh karena itu peneliti memberikan perlakuan khusus pada agregat kasar tersebut dengan cara merendam dan mencuncinya untuk menurunkan kadar lumpur pada agregat kasar tersebut. Setelah diberi perlakuan khusus pada agregat kasar tersebut nilai kadar lumpur sehingga menjadi < 1 %.

#### Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Kasar

Tujuan dari penelitian berat jenis specific gravity adalah untuk mengetahui perbandingan antara berat agregat kasar dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

$$\text{Penyerapan} = [ B_j - B_k / B_k \times 100 \%$$

$$\text{Bulk Sp. Gr} = B_k/B_j - B_a = 5000/5099 - 3110 = 2,51 \text{ gr/ml}$$

$$\text{Bulk Sp. Gr SSD} = B_j/B_j - B_a = 5099/5099 - 3110 = 2,56 \text{ gr/ml}$$

$$\text{App Sp. Gr} = B_k/B_k - B_a = 5000/5000 - 3110 = 2,64 \text{ gr/ml}$$

$$\text{Presentase Absortion} = B_j - B_k / B_k \times 100\% = 5099 - 5000 / 5000 \times 100\% = 1,98 \%$$

Tabel 6. Hasil Analisa Berat Jenis & Penyerapan Air Agregat Kasar

No	Keterangan	Agregat Kasar Rumpis Bogor
1	Bulk SSD Sp. Gr	2,56 gr/ml
2	Penyerapan	1,98 %

Dari tabel 6 ini dapat disimpulkan bahwa Berat Jenis kering permukaan jenuh agregat kasar memiliki nilai 2,56. Untuk penyerapan Agregat Kasar Ex Rumpis, Bogor memiliki nilai penyerapan air yang kecil dan memenuhi persyaratan maksimal 3% Bs Maks 3%, ASTM maks 2%.

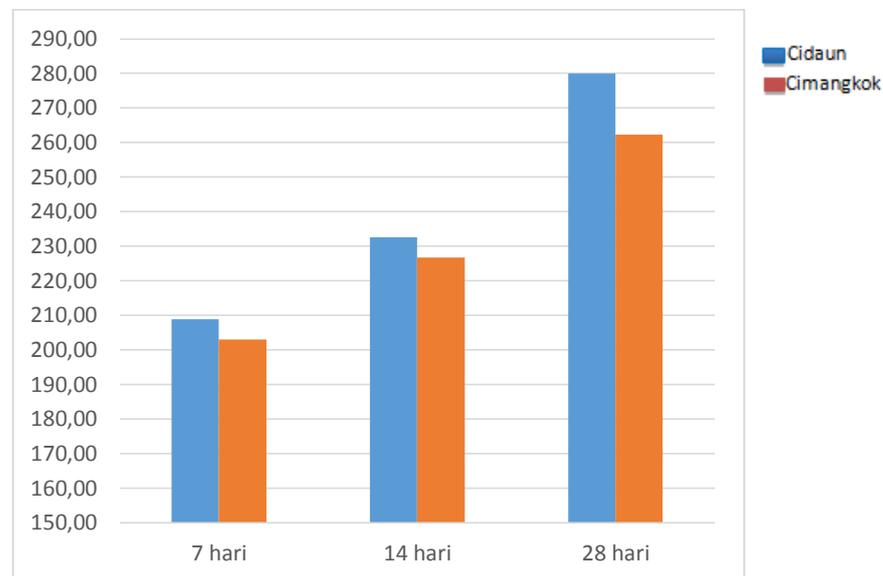
### Hasil Pengujian Kuat Tekan

Dalam penelitian yang dilakukan, ada 3 jenis umur beton yang direncanakan untuk dilakukan test kuat tekan beton yaitu 7, 14 dan 28 hari. Karena dalam penelitian ini terdapat 2 jenis pasir yang berbeda, akan mengelompokannya berdasarkan jenis pasir tersebut, dan akan melakukan perhitungan kuat tekan rata-rata yang dihasilkan masing-masing sampel. Hasil kuat tekan masing-masing sampel dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Umur hari	Kuat Tekan Kg/cm <sup>2</sup>	
		Pasir Cimangkok	Pasir Cidaun
1	7	202,961	208,88
2	14	226,661	232,59
3	28	262,220	279,99

Dari data hasil pengujian kuat tekan pada tabel 7. maka dibuat grafik dan diagram campuran pasir besi sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Perbandingan Kuat Tekan Dengan Campuran Pasir Cidaun dan Cimangkok Terhadap Umur Beton.

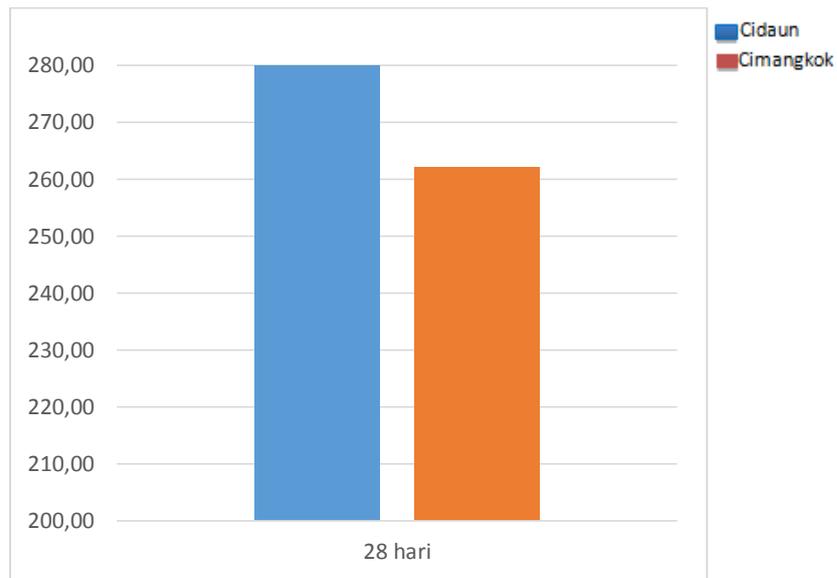
Dari Gambar diatas menunjukkan pada umur beton 7 hari kuat tekan beton dengan pasir cidaun adalah sebesar 208,88 kg/cm<sup>2</sup>, beton dengan campuran pasir cimangkok sebesar 202,96 kg/cm<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa pada umur beton 7 hari kuat tekan beton pasir cidaun lebih baik 2,835% daripada kuat tekan beton pasir cimangkok, maka kuat tekan beton yang dihasilkan dari campuran beton dengan pasir cidaun pada umur ini masih lebih baik.

Pada umur beton 14 hari kuat tekan beton dengan pasir cidaun adalah sebesar 232,59 kg/cm<sup>2</sup> , sedangkan campuran beton dengan pasir cimangkok sebesar 226,661 kg/cm<sup>2</sup>. Hal ini menunjukan bahwa beton pada umur 14 hari kuat tekan beton pasir cidaun masih lebih baik sebesar 2,549 % daripada kuat tekan beton pasir cimangkok, maka kuat tekan beton yang dihasilkan dari campuran beton dengan pasir cidaun pada umur ini masih lebih baik.

Pada umur beton 28 hari kuat tekan beton dengan pasir cidaun adalah sebesar 279,99 kg/cm<sup>2</sup> , dan campuran beton dengan pasir cimangkok memiliki kuat tekan beton sebesar 262,219. Hal ini menunjukkan bahwa pada umur beton 28 hari beton dengan campuran pasir cidaun masih lebih baik daripada beton dengan campuran pasir cimangkok.

Berdasarkan Gambar 1 memperlihatkan bahwa beton dengan campuran pasir Cidaun lebih unggul dibandingkan dengan beton campuran pasir cimangkok. Dari masing-masing umur beton

yang diuji kuat tekan. Maka persentase nilai kuat tekan beton campuran pasir cidaun adalah yang paling tinggi yaitu 279,99 kg/cm<sup>2</sup>.



Gambar 2. Diagram Hubungan Kuat Tekan Rata-Rata Beton Dengan Pasir Cidaun dan Cimangkok Terhadap Umur Beton 28 Hari.

Dari diagram nilai kuat tekan rata-rata beton dengan pasir cidaun dan cimangkok pada umur 28 hari terlihat bahwa nilai kuat tekan beton dengan pasir cidaun yaitu 279,99kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kuat tekan beton dengan campuran pasir cimangkok 262,219 kg/cm<sup>2</sup>. Dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan rata-rata beton dengan pencampuran pasir cidaun memiliki kuat tekan beton yang tinggi apabila dibandingkan dengan beton campuran pasir cimangkok.

Pasir Cidaun dengan Pasir Cimangkok  
:  $279,99 - 262,219 / 279,99 \times 100\% = 6,347\%$

Selisih perbedaan beton dengan campuran pasir cidaun dan pasir cimangkok adalah adalah 6,347 %.

Beton Cimangkoyang digunakan sebagai komposisi beton yang dihitung melalui metode DOE memiliki kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 262,22 kg/cm<sup>2</sup>,sedangkan beton yang menggunakan pasir cidaun sebesar 279,99 Kg/cm<sup>2</sup>dan dari itu dapat diketahui selisih kuat tekan beton pada umur 28 hari antara pasir cimangkok dan cidaun adalah 6,347 Kg/cm<sup>2</sup> hal iini dapat diartikan bahwa kekuatan tekan beton pada umur 28 hari tertinggi adalah beton dengan campuran pasir Cidaun.

Tabel 8. Hasil Analisa Unsur unsur yang terkandung dalam pasir cimangkok dan cidaun menggunakan XRF X-Ray Fluoresence.

## FINAL REPORT ANALYSIS

Material	: RAW MATERIAL
Source	: SPECIAL SAMPLE / TESTER
Date of Receipt	: 20 FEBRUARI 2018
Date completed	: 21 FEBRUARI 2018
PO No	: -

SAMPLE CODE	Analytical Method	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	Na2O	K2O	% H2O
SSRC-180221-CIMANGKOK-22.11	SANDSTONE	64.79	15.16	7.20	6.14	0.59	0.11	30.18	1.06	1.06
SSRC-180221-CIMANGKOK-22.11	SHALE	48.20	17.58	7.24	7.70	2.01	0.31	2.60	0.86	0.86
ISRC-180221-PASIR LAUT-0.07	IRONSAND	10.15	2.68	59.21	1.80	4.71	0.01	0.05	0.03	0.03
ISRC-180221-PASIR LAUT-0.07	SANDSTONE	32.12	0.00	22.44	0.72	0.82	0.00	0.22	0.00	0.00
METHOD		Xray Fluoresence								Gravimetri

Place of Issue : Sukabumi  
Date of Issue : 21 February 2018

Tested by :

Approved by :

Dari hasil pengujian XRF X-Ray Fluoresence tersebut dapat diketahui bahwa pasir laut Cidaun memenuhi persyaratan sebagai campuran agregat halus karena kandungan unsur garam yang dikhawatirkan banyak terdapat pada pasir laut, setelah dilakukan penelitian di laboratorium ternyata kandungan unsur garam tersebut kecil Menurut SNI-03-2461-1991/2002; SII.0052.80:ASTM C-33 bahwa kandungan kadar alkali maksimal 0,6% dapat dilihat didata tersebut bahwa kadar Na<sub>2</sub>O 0,05 % memenuhi syarat agregat untuk beton.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, komposisi terbaik nilai kuat tekan dalam desain adukan beton adalah dengan beton yang menggunakan pasir laut cidaun, sebagai pengganti pasir darat cimangkok.. Bila dibandingkan dengan beton berkomposisi agregat halus cimangkok, maka beton yang menggunakan agregat halus Cidaun memiliki nilai kuat tekan lebih tinggi yaitu sebesar 6,347 % , hal inidimungkinkan karna pada agregat halus Cidaun memiliki persentase komposisi gradasi halus lebih besar, sehingga berpengaruh terhadap porositas yang dihasilkan yaitu akan lebih kecil, juga kerapatan beton yang terbentuk sangat tinggi, menyebabkan massa jenis nya tinggi, dan karena massa jenis yang lebih tinggi maka memiliki kuat tekan yang lebih besar pula, karena secara teori massa jenis berbanding lurus dengan kuat tekan beton, selain itu kandungan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang cukup besar pada pasir Cidaun sebagaimana kita ketahui bahwa sifat Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang kuat dan massif juga memiliki porositas rendah.

Dari hasil pengujian XRF X-Ray Fluoresence tersebut kita dapati bahwa pasir laut cidaun memenuhi persyaratan sebagai campuran agregat halus karena kandungan unsur garam yang dikhawatirkan banyak terdapat pada pasir laut, setelah dilakukan penelitian di laboratorium ternyata kandungan unsur garam tersebut kecil Menurut SNI-03-2461-1991/2002; SII.0052.80:ASTM C-33 bahwa kandungan kadar alkali maksimal 0,6% dapat dilihat didata tersebut bahwa kadar Na<sub>2</sub>O 0,05 % memenuhi syarat agregat untuk beton, selain itu penggunaan pasir laut cidaun sudah dites dalam penentuan kadar organic Agrgat halus di Lab menunjukkan warna yang tidak berubah setelah di cek dengan larutan NaOH 3% selama 24 jam. Hal ini berarti pasir laut cidaun dapat digunakan sebagai agregat halus untuk campuran beton.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Arifuddin, Imam, 2015, *Studi Pembuatan Beton Ringan Dengan Memanfaatkan Botol Plastik Polyethylene Terephthalate PET Sebagai Agregat Kasar*, Institut Sains Dan Teknologi Nasional, Jakarta.
- Kurnia, Afif Wibowo, 2013, *Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Substitusi Untuk Mengurangi Penggunaan Semen Pada Beton*, Institut Sains Dan Teknologi Nasional, Jakarta.
- Marsiano, Ir. M.Sc, Ir. Edi Santosa, Ir. Firmansyah .Y, 1995, *Pedoman Praktikum Laboratorium Test Bahan Dan Struktur Sipil*, ISTN, Jakarta.
- Mukhlis, Yelvi, 2013, *Pengaruh Beberapa Jenis Pasir Terhadap Kekuatan Beton*, Politeknik Negeri Padang.
- Reska, Yulia, 2017, *Analisis Pengaruh Pasir Laut Dicuci Dan Tanpa Dicuci Sebagai Agregat Halus Terhadap Sifat Mekanik, Fisik, Dan Kimia Pada Perencanaan Campuran Beton*, Institut Sains Dan Teknologi Nasional,
- Sadam, Muhammad Romadhon, 2013, *Pemanfaatan Batu Apung Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Pada Perencanaan Adukan Beton K-225*, Institut Sains Dan Teknologi Nasional, Jakarta.
- Wangsadinata, Wiratman, *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*

# **IDENTIFIKASI DAN PENANGANAN LOKASI RAWAN KECELAKAAN PADA JALAN NASIONAL KOTA KUPANG PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR**

Endang Widjajanti  
Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jln. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O. Box 7715 JKS LA  
Kelurahan Jagakarsa – Jakarta Selatan 12620, Telp. 78880275  
Email: wiwin62@gmail.com

## **ABSTRAK**

Ruang lingkup penelitian adalah identifikasi dan perumusan rekomendasi perbaikan pada Lokasi Rawan Kecelakaan (LRK) di Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Metodologi pendekatan yang digunakan meliputi pengumpulan data sekunder kecelakaan dari pihak kepolisian diikuti dengan pengumpulan data primer melalui survey lapangan untuk dianalisis dengan melakukan perbandingan tingkat keparahan kecelakaan. Perbandingan dilakukan melalui perbandingan nilai Angka Ekuivalensi Kecelakaan (AEK). Berdasarkan nilai AEK, diketahui bahwa LRK pada jalan nasional di Kota Kupang adalah Jl. Timor Timur Km 1, Jl. Timor Timur Km 1 dan Jl. El Tari Km 7. Terhadap ke tiga lokasi ini dirumuskan rekomendasi penanganan yang diperlukan.

Kata kunci: jalan nasional,kecelakaan,kota Kupang, lokasi rawan kecelakaan.

## **ABSTRACT**

*This paper describes identification and improvement of accident black spots on national road in the city of Kupang, East Nusa Tenggara Province. Methodology adopted includes collecting the secondary data from respective authority, conducting physical survey (primary data) and analyzing them by method of ranking and severity index. Technique of identifying the ranking of accident site is carried out by determining the Weighted Accident Number (WAN). Based on WAN value, it was found three locations of accident black spots on national roads in the city of Kupang, those are Jl. Timor Timur Km 1, Jl. Timor Timur Km 1 and Jl. El Tari Km 7. Further corrective measures as the improvement of the road facilities, were suggested as the handling programs of the accident black spots.*

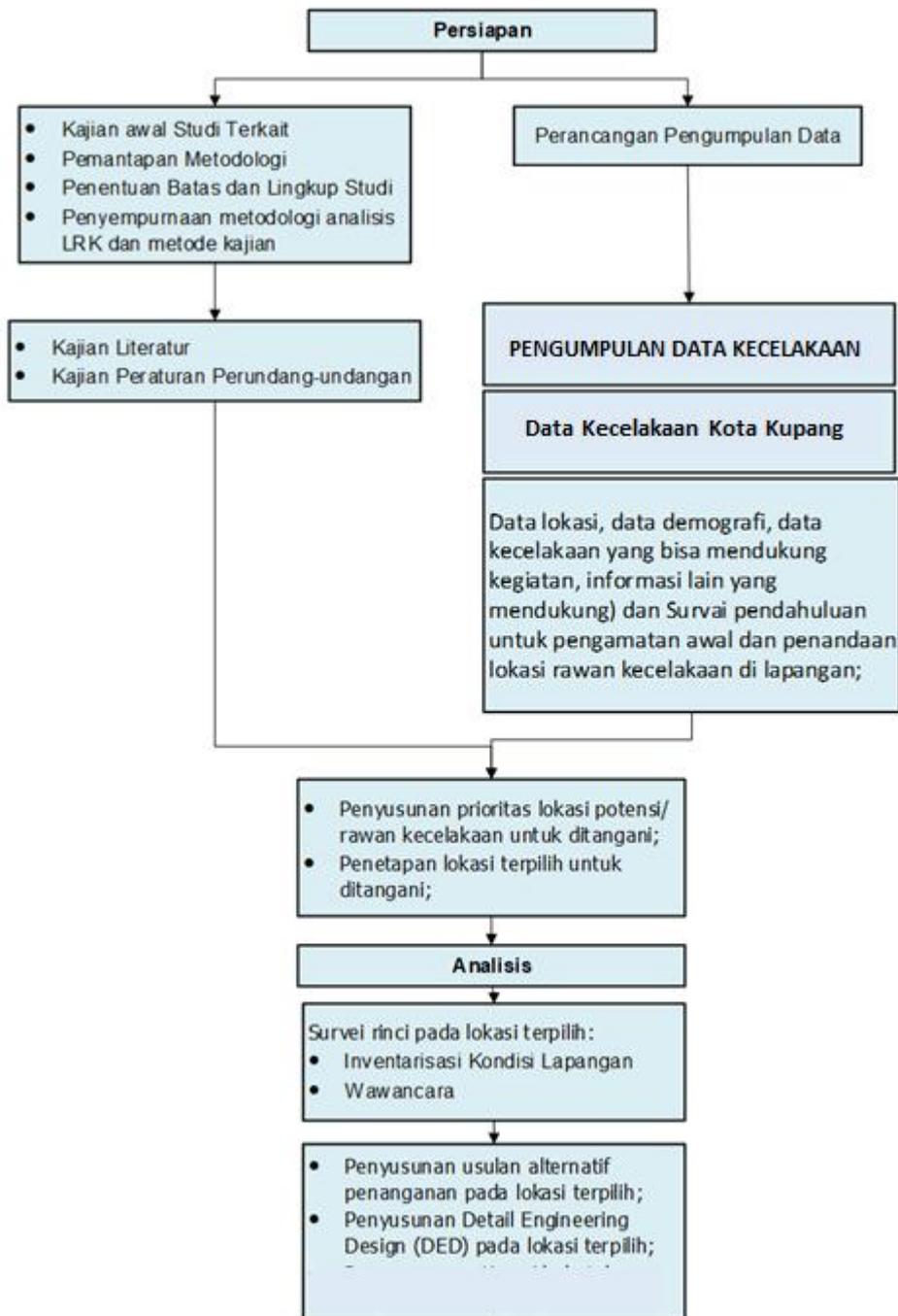
*Keywords: accident;black spots;city of Kupang, national road,*

## **PENDAHULUAN**

Penelitian ini merupakan bagian dari kegiatan Penentuan Titik Dan Rekomendasi Perbaikan LRK di Provinsi NTT yang dilaksanakan oleh Direktorat Keselamatan Transportasi Darat, Ditjen Perhubungan Darat Kementerian Perhubungan. Tujuan penelitian adalah melakukan identifikasi keberadaan LRK yang ada di Kota Kupang dan rekomendasi penanganannya.

## **METODE PENELITIAN**

Metodologi penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Metodologi Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Lokasi Rawan Kecelakaan (LRK)

Terdapat 15 (lima belas) ruas jalan nasional yang melintasi kota Kupang yang terdiri atas jalan luar kota dan jalan perkotaan. Lebar jalan pada ruas jalan nasional yang melintasi kota Kupang bervariasi antara 5,5m – 15 m. Volume lalu lintas tertinggi terdapat pada jalan raya El Tari, jalan A.Yani, Jl. Timor Timur dan Jl. Bolok-Tenau.

Karakteristik ruas jalan nasional yang melintasi kota Kupang disajikan pada Tabel 3. Rekapitulasi jumlah kecelakaan ruas jalan nasional kota Kupang yang dirinci per ruas jalan per km dan perhitungan AEKnya disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil perhitungan AEK pada seluruh ruas, dapat dihitung nilai AEK rata-rata yaitu sebesar 120. Berdasarkan nilai AEK rata-rata dapat dihitung nilai BKA, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 BKA &= C+3 \sqrt{C} \\
 &= 212 + 3\sqrt{212} = 256
 \end{aligned}$$

Nilai UCL dihitung per ruas jalan per km dihitung sebagai berikut.

$$UCL = \lambda + \Psi \times \sqrt{[(\lambda/m) + ((0.829)/m) + (1/2 \times m)]}$$

$$= 212 + 2,576 \cdot \sqrt{[(212/m) + ((0.829)/m) + (1/2 \times m)]}$$

m = Angka kecelakaan ruas yang ditinjau (AEK)

Hasil perhitungan BKA dan UCL pada ruas jalan nasional kota Kupang yang dirinci per ruas. Peningkatan nilai AEK pada Jalan ruas jalan nasional kota Kupang disajikan pada Tabel 4. Dari tabel tersebut terlihat bahwa terdapat 13 titik LRK yang memiliki nilai AEK di atas kriteria LRK (AEK=315). Titik yang memiliki LRK tertinggi adalah:

1. Jl. Timor Timur km 1
2. Jl. Timor Timur km 4
3. Jl. El Tari km 7

Tabel 1. Karakteristik Ruas Jalan Nasional Kota Kupang.

NO	NO RUAS	Nama Jalan Nasional Kota Kupang	Panjang (km)	Jalan Luar Kota/Perkotaan	Fungsi Jalan	Lebar Jalan (m)	Tipe Jalan	AAADT 2015	Proporsi S Motor (2015)	AAADT 2017 (Prediksi)
1	23	BOLOK – TENAU	4,33	Luar Kota	AP	6,5	2/2 UD	14.450	58%	20.120
2	24 11 K	JLN. KE TENAU (KUPANG)	5,26	Perkotaan	AP	8	2/2 UD	7.729	50%	10.762
3	24 13 K	JLN. PAHLAWAN (KUPANG)	2,82	Perkotaan	AP	8	2/2 UD	23.467	43%	32.675
4	24 14 K	JLN. SUKARNO (KUPANG)	0,77	Perkotaan	AP	11,5	2/2 UD	5.867	70%	8.169
5	24 15 K	JLN. A. YANI (KUPANG)	1,10	Perkotaan	AP	9	2/2 UD	16.801	58%	23.394
6	24 16 K	JLN. URIP SUMOHARJO (KUPANG)	0,30	Perkotaan	AP	9,8	2/2 UD	5.820	70%	8.104
7	25 13 K	JLN. TIMOR TIMUR (KUPANG)	6,71	Perkotaan	AP	11,5	4/2 UD	17.516	53%	24.389
8	26 11 K	SIMPANG OESAPA – LAP. TERBANG ELTARI	3,85	Perkotaan	AP	10	2/2 UD	4.858	69%	6.764
9	26 12 K	JLN. RAYA ELTARI (KUPANG)	8,10	Perkotaan	AP	15	4/2 D	33.032	49%	45.994
10	26 13 K	JLN. MOH. HATTA (KUPANG)	0,45	Perkotaan	AP	9	2/2 UD	5.716	70%	7.959
11	26 14 K	JLN. SOEDIRMAN (KUPANG)	1,75	Perkotaan	AP	11	4/2 UD	5.726	70%	7.973
12	26 15 K	JLN. JLN. SOEHARTO (KUPANG)	1,50	Perkotaan	AP	12	4/2 UD	6.258	68%	8.714
13	26 16 K	JLN. A. NISNONI (KUPANG)	6,60	Perkotaan	AP	5,5	2/2 UD	3.889	73%	5.415
14	27	OESAPA – OESAO	3,50	Luar Kota	AP	6,5	2/2 UD	10.104	55%	14.069
15	50	JLN. LINGKAR LUAR 1	10,2	Luar Kota	AP	9,6	4/2 UD	1.068	86%	1.487
15	50	JLN. LINGKAR LUAR 2	4,10	Luar Kota	AP	9,6	4/2 UD	1.068	86%	1.487

Sumber: Diolah dari data Kepmen PUPR 248/KPTS/M/2015 dan Data IRMS

Keterangan : prediksi AAADT 2017 dihitung berdasarkan tingkat pertumbuhan kendaraan bermotor/th (18%)

Tabel 2. Peringkat Nilai AEK Pada Jalan Ruas Jalan Nasional Kota Kupang.

NO	NAMA JALAN	MD	LB	LR	KR	TOTAL	AEK	UCL
1	JL. TIMOR TIMUR KM. 1	6	1	13	0	20	625	258
2	JL. TIMOR TIMUR KM. 4	6	0	5	0	11	605	257
3	JL. ELTARI KM.7	5	2	5	0	12	545	255
4	JL. OESAPA-OESAO KM. 1	5	0	15	0	20	505	253
5	JL. ELTARI KM.1	4	0	9	0	13	405	249
6	JL. KE TENAU KM.4	4	0	1	0	5	405	249
7	JL. PAHLAWAN KM.3	4	0	6	0	10	405	249
8	JL. ELTARI KM.4	3	1	9	0	13	325	245
9	JL. OESAPA-OESAO KM. 4	3	1	5	0	9	325	245
10	JL. TIMOR TIMUR KM. 3	3	1	7	0	11	325	245
11	JL. TIMOR TIMUR KM. 5	3	1	4	0	8	325	245
12	JL. TIMOR TIMUR KM. 6	3	1	10	0	14	325	245
13	JL. TIMOR TIMUR KM. 6.5	3	1	6	0	10	325	245
14	JL. A. NISNONI KM.2	3	0	6	0	9	305	244
15	JL. ELTARI KM.5	3	0	8	0	11	305	244
16	JL. ELTARI KM.6	3	0	5	0	8	305	244
17	JL. KE TENAU KM.3	3	0	0	0	3	305	244
18	JL. PAHLAWAN KM.2	3	0	15	0	18	305	244
19	JL. SIMP. OESAPA- LAP. TERBANG ELTARI KM.2	3	0	4	0	7	305	244
20	JL. TIMOR RAYA KM. 2	3	0	14	0	17	305	244
21	JL. URIP SUMOHARDJO KM.1	3	0	2	0	5	305	244
22	JL. LINGKAR LUAR I KM.10	2	3	1	0	6	265	242
23	JL. AHMAD YANI KM.1	2	2	6	0	10	245	241
24	JL. ELTARI KM.3	2	2	13	0	17	245	241
25	JL. OESAPA-OESAO KM. 3	2	2	9	0	13	245	241
26	JL. SIMP. OESAPA- LAP. TERBANG ELTARI KM.1	2	2	4	0	8	245	241
27	JL. LINGKAR LUAR I KM.9	2	1	3	0	6	225	240
28	JL. OESAPA-OESAO KM. 2	2	1	10	0	13	225	240

NO	NAMA JALAN	MD	LB	LR	KR	TOTAL	AEK	UCL
29	JL. PAHLAWAN KM.1	2	1	3	0	6	225	240
30	JL. BOLOK-TENAU KM.4,3	2	0	1	0	3	205	238
31	JL. ELTARI KM.8	2	0	5	0	7	205	238
32	JL. SOEHARTO KM.1	2	0	18	0	20	205	238
33	JL. LINGKAR LUAR II KM.3	1	2	2	0	5	145	234
34	JL. A. NISNONI KM.1	1	1	9	0	11	125	233
35	JL. A. NISNONI KM.7	1	0	1	0	2	105	231
36	JL. AHMAD YANI KM.1,2	1	0	1	0	2	105	231
37	JL. BOLOK-TENAU KM.4	1	0	3	0	4	105	231
38	JL. ELTARI KM.2	1	0	8	0	9	105	231
39	JL. KE TENAU KM.1	1	0	4	0	5	105	231
40	JL. LINGKAR LUAR II KM.1	1	0	2	0	3	105	231
41	JL. LINGKAR LUAR II KM.2	1	0	2	0	3	105	231
42	JL. SIMP. OESAPA- LAP. TERBANG ELTARI KM.3	1	0	2	0	3	105	231
43	JL. SOEDIRMAN KM.2	1	0	9	0	10	105	231
44	JL. SOEKARNO KM.1	1	0	4	0	5	105	231
45	JL. BOLOK-TENAU KM.2	1	1	1	0	2	25	224
46	JL. KE TENAU KM.2	1	1	0	0	2	25	224
47	JL. SOEDIRMAN KM.1	1	12	0	0	13	25	224
48	JL. SOEHARTO KM.2	1	8	0	0	9	25	224
49	JL. A. NISNONI KM.3	3	0	0	0	3	5	229
50	JL. A. NISNONI KM.4	4	0	0	0	4	5	229
51	JL. A. NISNONI KM.5	3	0	0	0	3	5	229
52	JL. A. NISNONI KM.6	2	0	0	0	2	5	229
53	JL. LINGKAR LUAR I KM.5	2	0	0	0	2	5	229
54	JL. LINGKAR LUAR I KM.6	1	0	0	0	1	5	229
55	JL. LINGKAR LUAR I KM.8	2	0	0	0	2	5	229
56	JL. LINGKAR LUAR II KM.4	4	0	0	0	4	5	229
RATA-RATA							212	
BKA							256	

## Rekomendasi Penanganan LRK

### a. LRK-01 Jl. Timor Timur Km 1, Kota Kupang

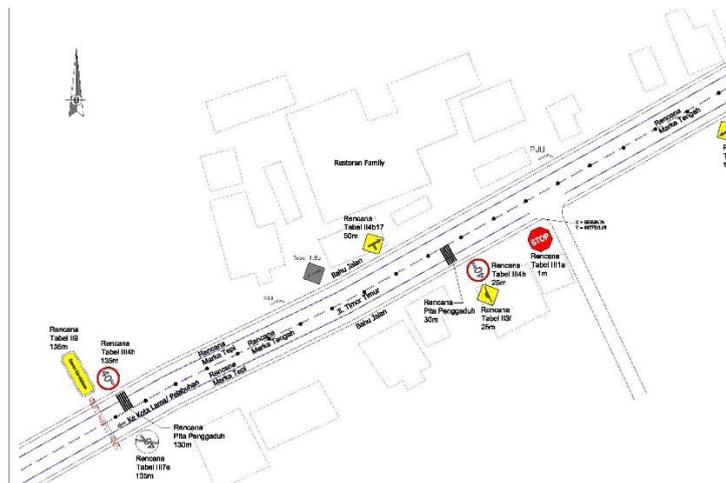
LRK 01 Kota Kupang terletak pada ruas jalan Timor Timur, menghubungkan Bandara El Tari dengan pusat Kota Kupang, kondisi permukaan jalan baik, 2 lajur 2 arah tidak terbagi (2/2 UD). Tata guna lahan merupakan daerah pertokoan, perkantoran, hotel terdapat juga gereja dan rumah makan. Volume lalu lintas yang melintasi Jl. Timor Timur Km 1 Kota Kupang adalah 1589 smp/jam. Sekalipun tingkat pelayanan jalan masih tergolong baik, namun kecepatan rata-rata operasional relatif rendah yaitu 30,86 km/jam.

Kecepatan operasional pada Jl. Timor Timur km 1 relatif tidak tinggi . namun kecelakaan sepeda motor yang terjadi pada larut malam maupun dini hari cenderung menunjukkan bahwa pada saat terjadi kecelakaan kendaraan/sepeda motor dikemudikan dengan kecepatan tinggi. Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 111 Tahun 2015 tentang Tata Cara Penetapan Batas Kecepatan menyebutkan bahwa batas kecepatan jalan pada kawasan perkotaan : paling tinggi 50 km/jam. Batas kecepatan dapat ditetapkan lebih rendah salah satunya atas pertimbangan terdapatnya frekuensi kecelakaan yang tinggi dan fatalitas akibat kecelakaan di lingkungan jalan yang bersangkutan. Berdasarkan ketetapan PM 111 Tahun 2015 tersebut, sepanjang lokasi rawan kecelakaan di daerah perkotaan kecepatan dibatasi menjadi maksimum 40 km/jam. Ringkasan penyebab dan penanganan pada LRK-01 Jl. Timor Timur Km 1 disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 2.

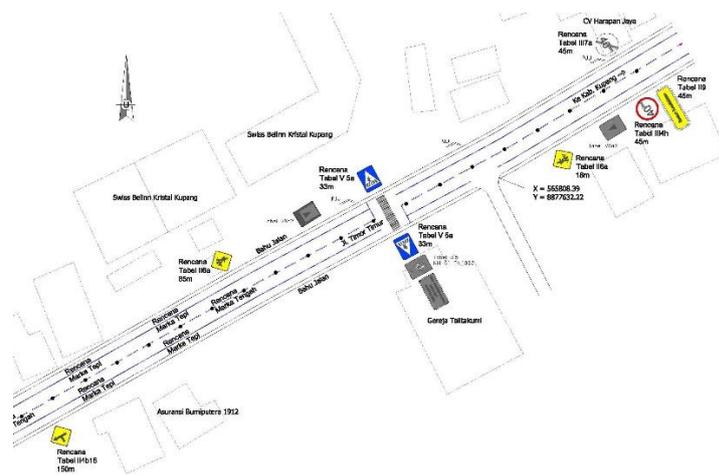
Tabel 3. Penyebab Kecelakaan dan Penanganan LRK-01 Jl. Timor Timur Km 1.

Penyebab	Sarana dan Prasarana	Usulan Penanganan
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kecelakaan terjadi karena kecepatan tinggi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Belum ada marka pembatas kecepatan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengadaan dan pemasangan Rambu Larangan batas kecepatan maksimum 40 km/jam ukuran 75X75 cm (Tabel III4h)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengemudi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Marka tengah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengadaan dan pemasangan Rambu Batas Akhir Larangan</li> </ul>

Penyebab	Sarana dan Prasarana	Usulan Penanganan
<p>tidak tertib pada lajur dan jalur lalu lintas (zig-zag)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurang konsentrasi</li> <li>• Kurang penerangan</li> <li>• Didominasi oleh sepeda motor</li> <li>• Kemungkinan pengemudi mengantuk (karena kecelakaan dominan terjadi pada malam hari dan dini hari)</li> <li>• Kemungkinan pengemudi dalam pengaruh alkohol</li> </ul>	<p>dan marka tepi sudah pudar</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuat cahaya PJU kecil/redup</li> <li>• Belum ada zebra cross di tempat konsentrasi pejalan kaki (gereja)</li> <li>• Rambu pada simpang belum ada</li> </ul>	<p>Kecepatan maksimum 40 km/jam ukuran 75X75 cm (Tabel III7a)</p> <hr/> <p>Pengadaan dan pemasangan rambu peringatan bertuliskan rawan kecelakaan ukuran 1200x2000 mm (Tabel II9)</p> <hr/> <p>Pengadaan dan pemasangan Rambu larangan berjalan terus karena wajib berhenti pada jalan akses ukuran 75X75 cm (Tabel III 1a)</p> <hr/> <p>Pengadaan dan pemasangan Rambu peringatan persimpangan tiga sisi kiri 75X75 cm (Tabel II 4b16)</p> <hr/> <p>Pengadaan dan pemasangan Rambu peringatan persimpangan tiga sisi kanan ukuran 75X75 cm (Tabel II4b17)</p> <hr/> <p>Pengadaan dan pemasangan Rambu Batas Kecepatan ukuran 75X75 cm (Tabel IIa)</p> <hr/> <p>Pengadaan dan pemasangan marka penyeberangan, lebar jalan 11,5 m</p> <hr/> <p>Pengecatan marka garis tengah putus-putus</p> <hr/> <p>Pengecatan marka garis tepi kiri jalan</p> <hr/> <p>Pengecatan marka garis tepi kanan jalan</p> <hr/> <p>Pengadaan dan Pemasangan Rambu Petunjuk Tempat Penyeberangan ukuran 75X75 cm (Tabel V 5e)</p> <hr/> <p>Pengadaan dan Pemasangan Rambu Petunjuk Gereja ukuran 75X75 cm (Tabel 6a2)</p> <hr/> <p>Pengadaan dan Pemasangan Rumble stripe/Pita Penggadu</p> <hr/> <p>Pengadaan dan pemasangan Rambu peringatan banyak lalu lintas pejalan kaki menggunakan fasilitas penyeberangan ukuran 75X75 cm (Tabel II 6a)</p>



(1)



(2)

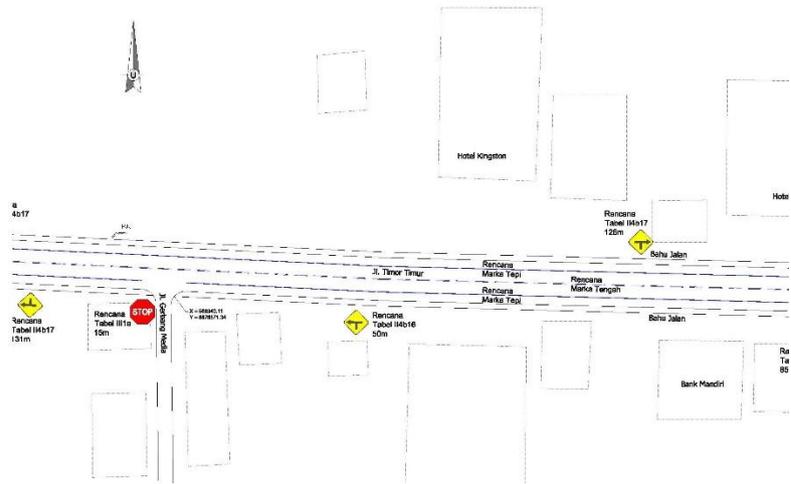
Gambar 2. Rekomendasi Penanganan LRK-01 Jl. Timor Timur km 1.

**b. LRK-02 Jl. Timor Timur Km 4, Kota Kupang**

LRK 02 Kota Kupang terletak pada ruas jalan Timor Timur, menghubungkan Bandara El Tari dengan pusat Kota Kupang, kondisi permukaan jalan baik, tipe jalan 2 lajur 2 arah tidak terbagi (2/2 UD). . Tata guna lahan merupakan daerah daerah pertokoan dan perkantoran. Volume lalu lintas yang melintasi Jl. Timor Timur Km 4 Kota Kupang adalah 1610 smp/jam. Sekalipun tingkat pelayanan jalan masih tergolong baik, namun kecepatan rata-rata operasional relatif rendah yaitu 30,46 km/jam. Ringkasan penyebab dan penanganan pada LRK-02 Jl. Timor Timur Km 4 yang merupakan jalan kawasan perkotaan disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 3.

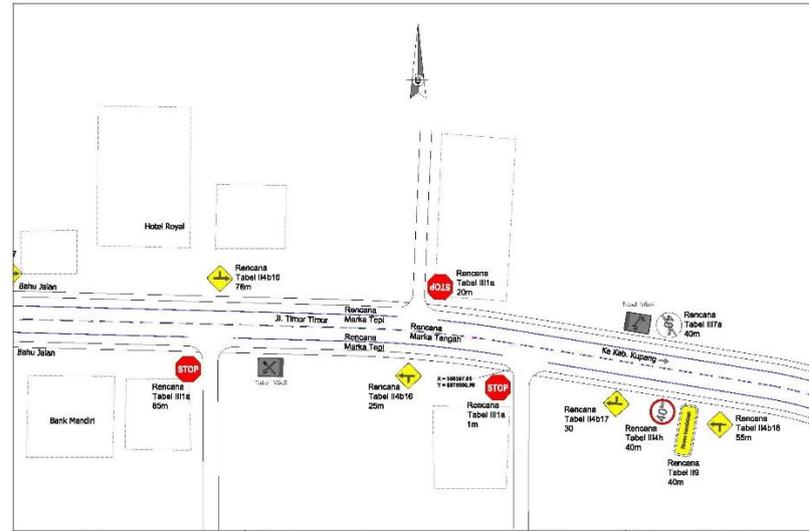
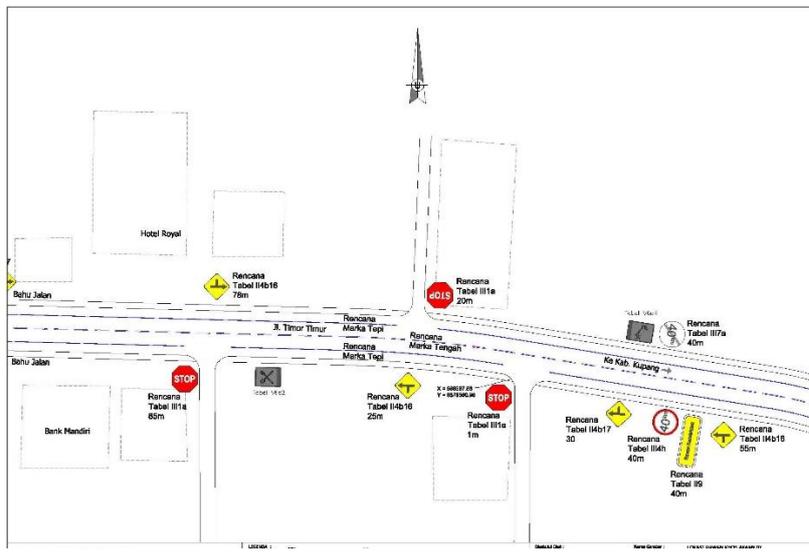
Tabel 4. Penyebab Kecelakaan dan Penanganan LRK-02 Jl. Timor Timur Km 4.

Penyebab	Kondisi Sarana dan Prasarana	Usulan Penanganan
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kecepatan tinggi</li> <li>• Mengemudi tidak tertib pada lajur dan jalur lalu lintas (zig-zag)</li> <li>• Kurang konsentrasi</li> <li>• Kurang penerangan</li> <li>• Didominasi oleh sepeda motor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondisi marka tangan sudah pudar</li> <li>• Belum ada marka tepi</li> <li>• Belum ada rambu peringatan adanya simpang</li> <li>• Belum ada rambu dan marka pembatas kecepatan</li> <li>• Belum ada rambu stop pada jalan minor (prioritas pada jalan mayor)</li> </ul>	Pengadaan dan pemasangan Rambu larangan berjalan terus karena wajib berhenti pada jalan akses ukuran 75X75 cm (Tabel III 1a)
		Pengadaan dan pemasangan Rambu peringatan persimpangan tiga sisi kiri ukuran 75X75 cm (Tabel II 4b16)
		Pengadaan dan pemasangan Rambu peringatan persimpangan tiga sisi kanan ukuran 75X75 cm (Tabel II4b17)
		Pengadaan dan pemasangan Rambu Larangan batas kecepatan maksimum 40 km/jam ukuran 75X75 cm (Tabel III4h)
		Pengadaan dan pemasangan Rambu Batas Akhir Larangan Kecepatan maksimum 40 km/jam ukuran 75X75 cm (Tabel III7a)
		Pengadaan dan pemasangan rambu peringatan bertuliskan rawan kecelakaan ukuran 1200x2000 mm (Tabel II9)
		Pengecatan marka garis tengah putus-putus
		Pengecatan marka garis tepi kiri jalan
Pengecatan marka garis tepi kanan jalan		



(1)

(2)



Gambar 3. Rekomendasi Penanganan LRK-02 Jl. Timor Timur km 4.

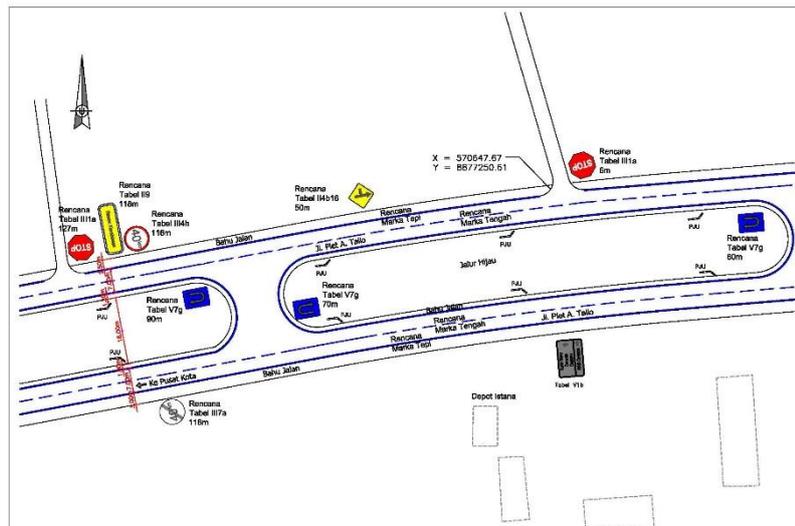
**c. LRK-03 Jl. El Tari Km 7, Kota Kupang**

LRK 03 Kota Kupang terletak pada ruas jalan El Tari merupakan ruas jalan di pusat Kota Kupang, kondisi permukaan jalan baik, tipe jalan 4 lajur 2 arah terbagi (4/2D). Tata guna lahan di sepanjang jalan ini masih banyak merupakan tanah kosong. Volume lalu lintas yang melintasi Jl. Timor Timur Km 4 Kota Kupang adalah 1320 smp/jam. Sekalipun tingkat pelayanan jalan tergolong baik, namun kecepatan rata-rata operasional relatif rendah yaitu 36,17 km/jam.

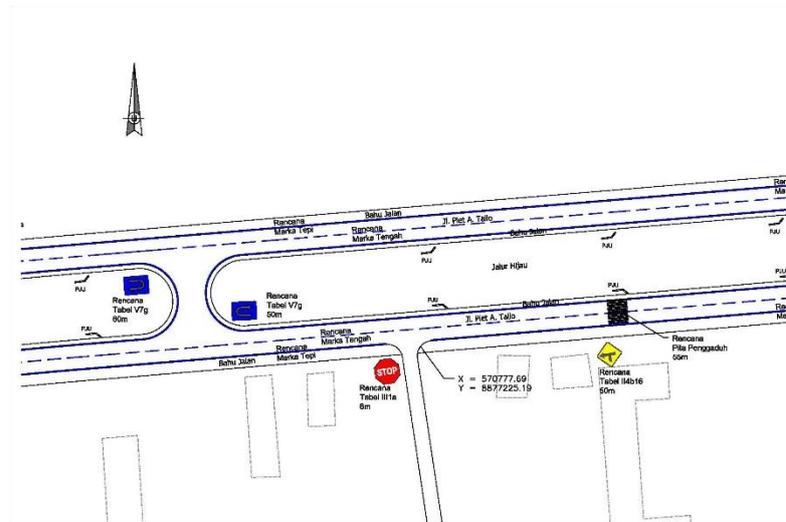
Ringkasan penyebab dan penanganan pada LRK-03 Jl. El Tari Km 7 yang merupakan jalan kawasan perkotaan disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 4.

Tabel 5. Penyebab Kecelakaan dan Penanganan LRK-03 Jl. El Tari Km 7.

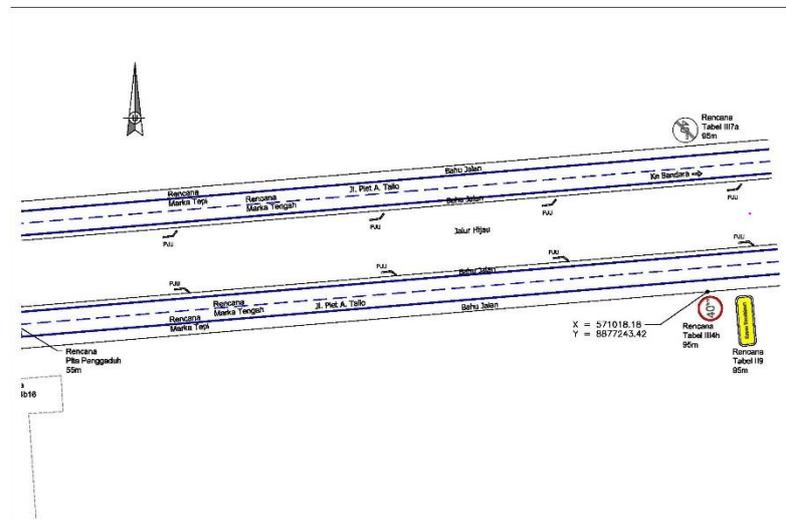
Penyebab	Kondisi Sarana dan Prasarana	Usulan Penanganan
<ul style="list-style-type: none"> <li>Kecepatan tinggi</li> <li>Mengemudi tidak tertib pada lajur dan jalur lalu lintas (zig-zag)</li> <li>Kurang konsentrasi</li> <li>Didominasi oleh sepeda motor</li> <li>Kurang hati-hati saat berbelok</li> <li>Kondisi marka sudah pudar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kondisi marka tengah dan marka tepi sudah pudar</li> <li>Belum ada rambu peringatan adanya simpang</li> <li>Belum ada rambu dan marka pembatas kecepatan</li> <li>Belum ada rambu stop pada jalan minor (prioritas pada jalan mayor)</li> <li>Belum ada rambu Petunjuk Lokasi Putar Balik pada median/titik putar balik</li> </ul>	Pengadaan dan pemasangan Rambu larangan berjalan terus karena wajib berhenti pada jalan akses ukuran 75X75 cm (Tabel III 1a)
		Pengadaan dan pemasangan Rambu Larangan batas kecepatan maksimum 40 km/jam ukuran 75X75 cm (Tabel III4h)
		Pengadaan dan pemasangan Rambu Batas Akhir Larangan Kecepatan maksimum 40 km/jam ukuran 75X75 cm (Tabel III7a)
		Pengadaan dan pemasangan rambu peringatan bertuliskan rawan kecelakaan ukuran 1200x2000 mm (Tabel II9)
		Pengadaan dan pemasangan Rambu peringatan persimpangan tiga sisi kiri ukuran 75X75 cm (Tabel II 4b16)
		Pengadaan dan Pemasangan Rumble stripe/Pita Penggaduh
		Pengecatan marka garis tengah putus-putus
Pengecatan marka garis tepi kiri jalan		
Pengecatan marka garis tepi kanan jalan		



(1)



(2)



(3)

Gambar 4. Rekomendasi Penanganan LRK-03 Jl. El Tari Km 7.

**SIMPULAN**

1. Titik yang memiliki LRK tertinggi di Kota Kupang adalah:
  - a. Jl. Timor Timur km 1
  - b. Jl. Timor Timur km 4
  - c. Jl. El Tari km 7
2. Faktor penyebab kecelakaan yang dominan di Kota Kupang adalah:
  - a. Faktor Pengemudi
    - Kecelakaan terjadi pada kecepatan tinggi, khususnya bila terjadi pada malam hari
    - Mengemudi tidak tertib pada lajur dan jalur lalu lintas (zig-zag)
    - Pengemudi kurang konsentrasi
    - Kemungkinan pengemudi mengantuk (karena kecelakaan dominan terjadi pada malam hari dan dini hari)
    - Pengemudi dalam pengaruh alkohol
  - b. Faktor Kendaraan : Didominasi oleh sepeda motor
  - c. Faktor Jalan dan perlengkapannya:
    - Kurang penerangan – jumlah PJU cukup namun kurang kuat cahaya.
    - Kurang marka dan kondisi marka sudah pudar

- Kurang rambu untuk mengarahkan pengemudi
- d. Faktor Lingkungan: kondisi gelap karena kecelakaan dominan terjadi pada malam hari dan dini hari

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Peraturan Menteri Perhubungan No PM 13 Tahun 2014 Tentang *Rambu Lalu Lintas*

Peraturan Menteri Perhubungan No PM 34 Tahun 2014 Tentang *Marka Jalan*

Peraturan Menteri Perhubungan No PM 49 tahun 2014 Tentang *Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas*

Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 111 Tahun 2015 tentang *Tata Cara Penetapan Batas Kecepatan*

## STUDI PEMANFAATAN LIMBAH BESI SISA BUBUT GUNA MENGURANGI KERETAKAN PADA BETON

Marsiano dan Wahyunan Arief  
Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Sains dan Teknologi Nasional  
Jln. Moch. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah P.O. Box 7715 JKS LA  
Kelurahan Jagakarsa – Jakarta Selatan 12620, Telp. 78880275  
Email: [marsiano@istn.ac.id](mailto:marsiano@istn.ac.id), [wahyunanarief@gmail.com](mailto:wahyunanarief@gmail.com)

### ABSTRAK

Penelitian ini dengan memanfaatkan limbah besi sisa bubut yang saat ini dapat dikatakan masih memiliki ruang untuk dikembangkan lebih lanjut. Hal ini didukung oleh penelitian sebelumnya yang memanfaatkan limbah serat sebagai bahan tambah memperlihatkan kecenderungan kuat tekan meningkat terhadap beton normal. Studi yang dilakukan untuk melihat penggunaan limbah besi bubut dalam upaya mengurangi keretakan pada beton. Metode yang digunakan dengan melakukan pencampuran limbah besi sisa bubut dengan variasi 2%, 4% dan 6% terhadap berat agregat kasar dengan kondisi slump  $12 \pm 2$  cm, faktor air semen 0,5 serta benda uji silinder (15cm x 30cm), Rancang campur menggunakan Metode DoE (Department of Environment) serta pengujian tekan dilakukan pada umur 7,14 dan 28 hari dengan kuat tekan rencana 200 kg/cm<sup>2</sup>. Pengukuran lebar dan panjang retak dengan alat SEM. Hasil penelitian memperlihatkan meningkatnya penggunaan limbah besi sisa bubut akan menurunkan kuat tekan beton. Namun hal yang menguntungkan semakin meningkat penggunaan limbah besi sisa bubut akan semakin menurun panjang retak halus. Hal ini terjadi karena sifat dari limbah besi sisa bubut yang susah disebar secara merata membuat proses penggumpalan pada beton menjadi tidak merata. Proses penggumpalan yang tidak merata itu menyebabkan beton menjadi padat pada beberapa bagian dan berongga pada beberapa bagian lain. Rongga yang ditimbulkan tersebut membuat penurunan kuat tekan beton yang terjadi pada sampel yang diberi campuran limbah besi sisa bubut. Pengujian SEM didapat panjang retak halus terkecil 17,422  $\mu\text{m}$  pada posisi kadar limbah besi sisa bubut 6%.

Kata kunci: Kuat Tekan, Retak Halus, SEM, DoE, Limbah Besi Bubut.

### ABSTRACT

*This research utilizes the residual lathe iron waste which can now be said to still have room for further development. This is supported by previous research that utilizes fiber waste as added material showing a tendency for increased compressive strength towards normal concrete. The study was conducted to see the use of lathe iron waste in an effort to reduce cracks in concrete. The method used is by mixing waste iron residue with variation of 2%, 4% and 6% on coarse aggregate weight with slump conditions of  $12 \pm 2$  cm, cement water factor 0.5 and cylindrical specimens (15cm x 30cm), mixed design using the DoE Method (Department of Environment) and press testing carried out at the age of 7.14 and 28 days with a plan compressive strength of 200 kg / cm<sup>2</sup>. Measurement of crack width and length with SEM tools. The results of the study show that the increasing use of waste iron remaining lathe will reduce the compressive strength of the concrete. However, the advantage of increasing the use of waste iron remaining lathe will decrease the length of the fine crack. This happens because of the nature of the residual iron waste which is difficult to spread evenly, making the clumping process in the concrete uneven. The uneven clumping process causes the concrete to become solid in several parts and hollow in several other parts. The resulting cavity decreases the concrete compressive strength that occurs in samples that are given a mixture of residual lathe iron waste. SEM testing obtained the smallest fine crack length of 17,422  $\mu\text{m}$  at the position of waste content of the remaining 6% lathe.*

Keywords: Compressive Strength, Fine Crack, SEM, DoE, Lathe Iron Waste.

### PENDAHULUAN

Beton sebagai bahan konstruksi bangunan sipil, paling banyak digunakan saat ini. Hal tersebut dikarenakan beton memiliki beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan bahan-bahan konstruksi lain, diantaranya karena harga yang relatif murah, mudah dibentuk, kemampuan menahan gaya tekan yang tinggi, serta ketahanan yang baik terhadap cuaca dan lingkungan sekitar. Sejalan dengan makin pesatnya pembangunan di Indonesia, maka bahan-bahan bangunan yang

digunakan dalam pembuatan beton seperti semen, pasir, dan lain sebagainya juga semakin banyak. Sedangkan bahan-bahan tersebut merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui yang akan habis jika diambil secara terus menerus. Maka dari itu, dibutuhkan alternatif sebagai bahan pengganti agregat pada campuran beton.

Seiring berkembangnya ilmu dan teknologi banyak terciptanya inovasi dalam mengurangi dampak kerusakan lingkungan dengan memanfaatkan limbah di sekitar kita untuk terciptanya bahan bangunan yang tepat guna dan ramah lingkungan. Dalam kasus ini limbah yang dimaksud adalah limbah besi sisa hasil kegiatan bubut yang sampai saat ini belum dimanfaatkan dengan optimal.

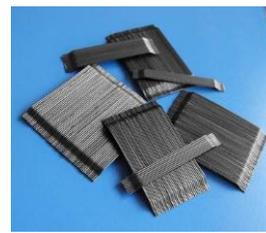
Pemanfaatan limbah besi sisa bubut memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton. Gagasan awal berpedoman pada penelitian yang telah lalu (P.K Metha dan Paulo J.M.M ; 2001) bahwa tegangan tarik dapat menyebabkan retak pada beton yang telah mengeras. Beton memiliki daktilitas yang rendah sehingga bersifat getas. Pada saat awal pembuatan beton dengan pencampuran bahan penyusunnya seperti kerikil, pasir, air dan semen. Dalam proses pengerasannya beton akan mengalami pengurangan volume dari volume awal. Umumnya hal ini disebabkan air yang terkandung pada campuran beton akan mengalami penguapan sebagian yang mengurangi volume beton bertulang tersebut.

### **Limbah Bubut Besi**

Limbah Bubut besi merupakan limbah berbentuk potongan-potongan besi yang dihasilkan dari kegiatan industry bengkel bubut besi. Limbah ini biasanya bila berbentuk besar dapat dijual kembali namun dalam bentuk kecil biasa terbuang ke lingkungan sekitar. Limbah besi berdasarkan ukurannya masih tergolong sebagai besi scrab (besi potongan). Bentuk serat yang dihasilkan limbah besi adalah spiral dan tidak homogen berbeda dengan serat fabrikasi yang homogen.



(a) Limbah Besi



(b) Serat Fabrikasi

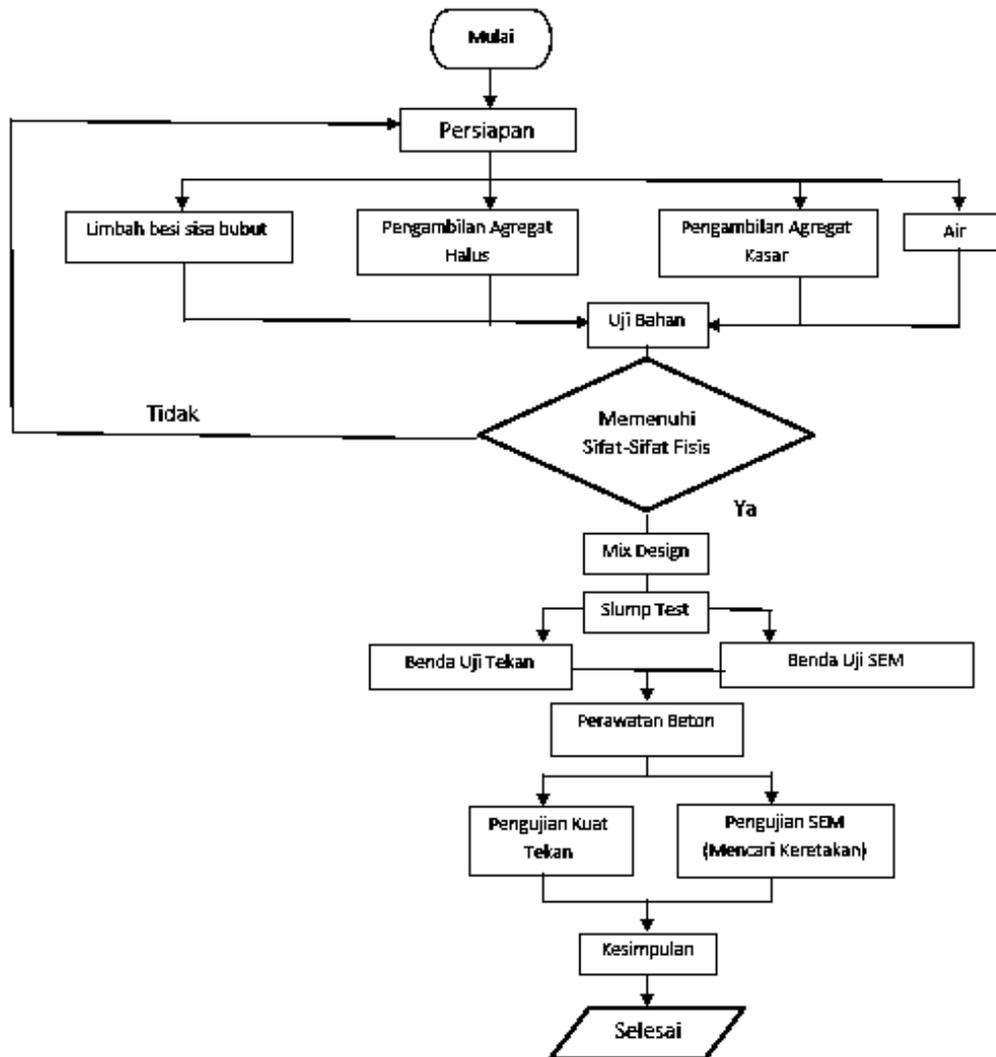
Gambar 1. Serat limbah besi sisa bubut dan serat produksi pabrik yang digunakan pada campuran beton untuk mengatasi retak yang terjadi.

Limbah besi menurut kualitasnya yang merupakan campuran dari berbagai jenis besi diratakan dalam kualitas menengah sehingga dapat digunakan dalam campuran beton untuk meningkatkan kekuatannya.(Arum Dwicahyani,2012)

Secara Umum Pemberian Serat Limbah Bubut besi pada beton ini adalah mengontrol retak dan mengurangi retak plastis pada umur awal. Hal ini dikarenakan akan terjadi gumpalan ketika serat limbah besi ditambahkan pada campuran beton yang diharapkan dapat mengurangi retak plastis akibat penyusutan.

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan berdasarkan Metode Penelitian Kuantitatif dengan cara True Experiment yang dilakukan di Laboratorium Test Bahan & Struktur Sipil, FTSP- ISTN.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### Persiapan Bahan dan Alat Penelitian.

- Bahan :
  - Semen (PC Type I) Merk Tiga Roda.
  - Pasir Alam dari daerah Rumpin, Bogor, Jawa barat
  - Batu Pecah dari daerah Rumpin, Bogor, Jawa Barat.
  - Air berasal dari Lab ISTN
  - Bahan tambah kimia tidak diberikan.
- Alat :
  - Mesin Uji Tekan, Mesin aduk beton, Cetakan Selinder 15x30cm, Ayakan agregat (1 set), Kuas, Cawan baja, spatula, SSD set test, botol Le Chatelir, Oven, Timbangan, Gelas ukur, Krucut Abrams, Mistar, Bak perawatan beton.

### Data Pendukung.

- Mutu Beton kuat tekan Rencana  $f_c' = 20$  MPa.
- Faktor Air Semen digunakan sebesar 0,53.
- Slump Rencana yang digunakan  $10 \pm 2$  cm.
- Besi sisa bubut yang digunakan bersifat acak dengan ukuran panjang max 15 mm. Jadi tidak dibedakan mutu besi tinggi atau rendah.
- Komposisi kadar limbah besi sisa bubut dengan variasi 0%, 2%, 4%, 6% terhadap berat agregat kasar yang digunakan pada campuran.
- Jumlah benda uji tanpa limbah besi sisa sebanyak 9 buah.

- Jumlah benda uji yang ditambahkan limbah besi sisa sebanyak 36 buah
- Umur Pengujian 7 hari, 14 hari dan 28 hari.
- Mix Design berdasarkan Metode DoE ( Department of Environment) yang berasal dari Inggris.

### Pengujian SEM (Scanning Electron Microscop).

Pengujian SEM beton dilakukan pada sampel yang diambil berukuran sekitar lebar 30 mm. Pengujian SEM dilakukan pada benda uji yang berumur 28 hari.

### Metode DoE (Department of Environment)

Penelitian ini yang berkaitan dengan melakukan Rancang Campuran ( Mix Design) berdasarkan Metode DoE (Department of Environment) yang berasal dari negara Inggris (The British Mix Design Method). Metode ini lebih sering digunakan di Indonesia dan dimuat dalam SNI 03 – 2834 – 2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal).

Berdasarkan hasil Mix Design telah diperoleh komposisi yang diperlihatkan pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Komposisi bahan yang digunakan dari hasil Mix Design Metode DoE.

No	Deskripsion	Nilai	Satuan
1	Faktor Air Semen (FAS)	0,53	-
2	Nilai Slump Rata-rata	12,0	Cm
3	Kadar Air Bebas	205	Kg/m <sup>3</sup>
4	Berat Jenis SSD Pasir	2,41	-
5	Berat Jenis SSD Split	2,46	-
6	Berat Jenis Agregat Gabungan	2,44	-
7	Berat Volume Beton Keseluruhan	2.237,5	Kg/m <sup>3</sup>
8	Berat Total Agregat Keseluruhan	1.645,71	Kg/m <sup>3</sup>
9	Kadar Agregat Halus	682,97	Kg/m <sup>3</sup>
10	Kadar Agregat Kasar	962,74	Kg/m <sup>3</sup>
11	Jumlah Kadar Semen	386,79	Kg/m <sup>3</sup>

### HASIL DAN PEMBAHASAN

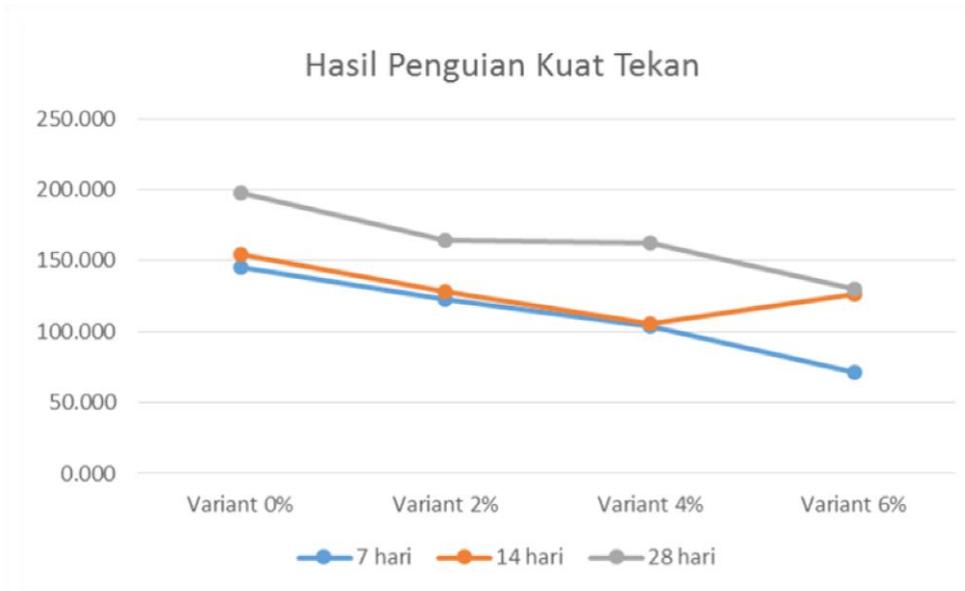
Berdasarkan hasil penggunaan variasi limbah besi sisa bubuk 0%, 2 %, 4 %, dan 6 % dan dari hasil mix desain diperoleh data kuat tekan sebagai berikut:

### Analisa Hubungan Kuat Tekan Vs Variasi Limbah Besi Sisa Bubut pada berbagai Umur Beton.

Tabel 2. Hubungan Nilai Kuat Tekan Vs Umur Uji Beton

No	Umur Uji (Hari)	Kuat Tekan Rata - Rata (kg/cm <sup>2</sup> )				Keterangan
		Kadar limbah besi sisa bubuk				
		0%	2 %	4 %	6 %	
1	7	145.317	122.670	103.798	71.715	
2	14	154.753	128.332	105.685	126.445	
3	28	198.160	164.190	162.302	130.219	

Pada tabel 2 terlihat pada beton normal ( kadar limbah besi sisa bubuk 0% ) pada umur 28 hari mempunyai kuat tekan hanya 198,160 kg/cm<sup>2</sup>. Setelah ditambahkan *limbah besi sisa bubuk*, nilai kuat tekan cenderung menurun mulai dari umur uji beton 7 sampai dengan 28 hari. Kemudian dibuat grafik yang menyatakan hubungan kuat tekan terhadap variasi kadar limbah besi sisa bubuk yang diperlihatkan pada gambar 3 dibawah ini.

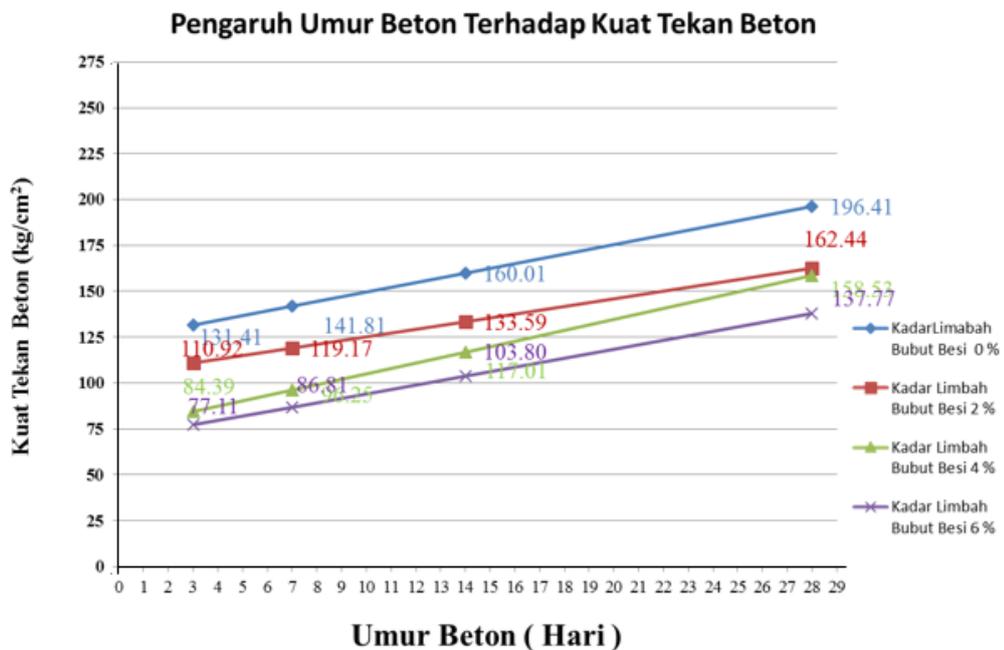


Gambar 3. Hubungan Kuat Tekan beton Vs Umur beton pada berbagai kadar Limbah Besi Sisa Bubut

Terlihat secara umum semakin besar kadar limbah besi sisa bubuk mengakibatkan menurunnya kuat tekan beton tersebut.

**Analisa Hubungan Kuat Tekan Vs Pengaruh Umur Beton pada berbagai kadar limbah besi sisa bubuk.**

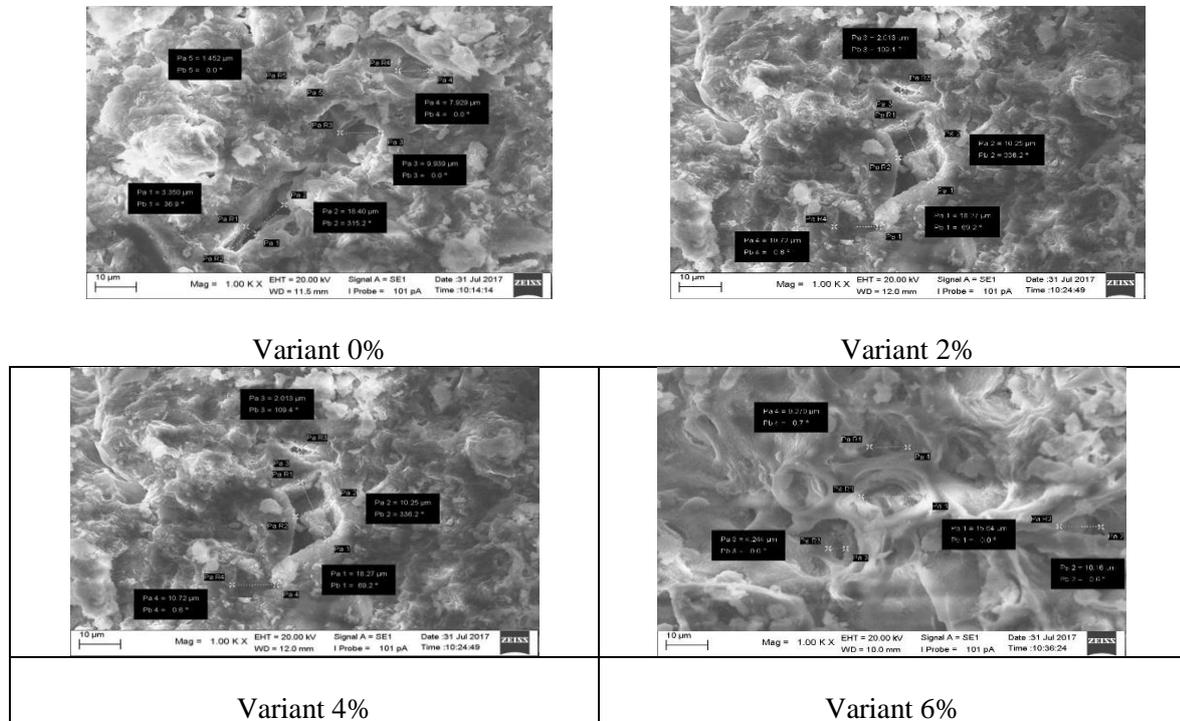
Pada penelitian yang dilakukan terdapat 3 jenis umur beton yang direncanakan untuk dilakukan test kuat tekan beton yaitu 7, 14 dan 28 hari. Karena dalam penelitian ini terdapat 4 variant limbah besi sisa bubuk yang berbeda, penulis akan mengelompokkannya berdasarkan variant tersebut.



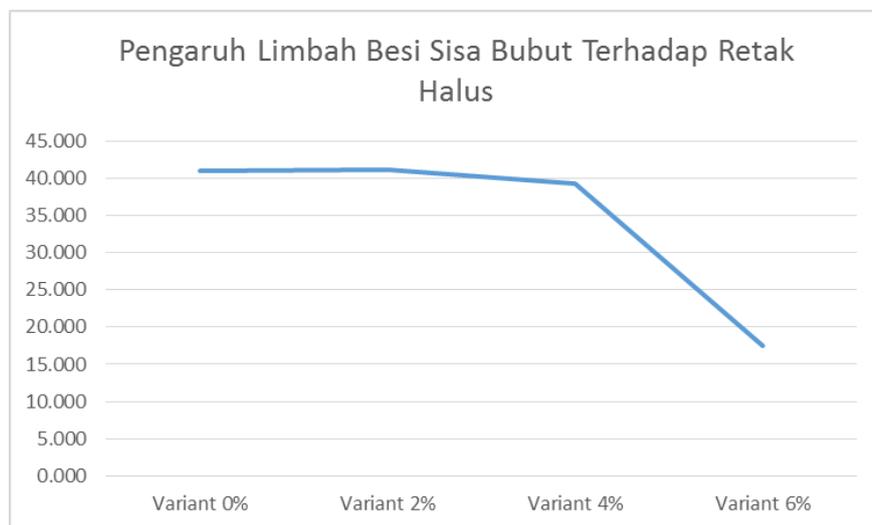
Gambar 4. Pengaruh Umur Terhadap Kuat Tekan Beton

### Analisa Hubungan Panjang Retak Vs Kadar Limbah Besi Sisa Bubut

Dalam menentukan panjang retak menggunakan pengujian Hasil Pengujian SEM (Scanning Elektron Microscop) SEM-EDX adalah nama -dispersive X-ray spektroskopi energi analisis yang dilakukan dengan menggunakan SEM . Alat dipakai umumnya untuk aplikasi yang cukup bervariasi pada permasalahan eksplorasi dan produksi migas, termasuk didalamnya: Evaluasi kualitas batuan reservoir melalui studi diagnosa yang meliputi identifikasi dan interpretasi keberadaan mineral dan distribusinya pada sistem porositas batuan.



Gambar 6. Hasil Pengujian SEM



Gambar 7. Pengaruh Limbah Besi Sisa Bubut Terhadap Retak Halus.

### SIMPULAN

Hasil penelitian memperlihatkan meningkatnya penggunaan limbah besi sisa bubuk akan menurunkan kuat tekan beton. Namun hal yang menguntungkan semakin meningkat penggunaan limbah besi sisa bubuk akan semakin menurun panjang retak halus. Penurunan retak halus terjadi pada variant dengan pemberian limbah besi sisa bubuk sebesar 6% memberikan penurunan retak sebesar 57.58% terhadap variant normal..

## SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dan melihat pada hasil dari penelitian tersebut, maka ada beberapa saran yang disampaikan oleh penulis diantaranya adalah :

1. Penelitian ini apabila ingin dikembangkan lebih lanjut, maka disarankan agar mencoba variant yang lebih rendah dari yang dilakukan pada penelitian ini.
2. Coba rencanakan metode terbaik untuk mengatasi penyebaran yang tidak merata limbah besi sisa bubuk ini pada campuran beton.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Ir.Rosman. 2007. *Bahan Bangunan sebagai Dasar Pengetahuan*. Bangun Cipta Pustaka. Jakarta.
- Brook, K.M. dan Murdock, L.J. 1979. *Bahan dan Praktik Beton*. Jakarta:Penerbit Erlangga.
- Dhakal, R.P. *Behavior of Steel Fiber Reinforced Concrete in Compression*. University of Cantabury
- McMullan, D. (2006). *Scanning electron microscopy 1928–1965*
- Metha, P.K & Monteiro P.J.M. (2001) *Concrete Microstructure, Properties and Materials*, Amerika.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Jakarta:Penerbit Andi.
- Oatley CW, Nixon WC, Pease RFW (1965) *Scanning electron microscopy*.
- Standar Nasional Indonesia (2002). *Tata Cara Struktur Perhitungan Beton untuk Bangunan Gedung* (SNI 03-2847-2002). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Stokes, Debbie J. (2008). *Principles and Practice of Variable Pressure Environmental Scanning Electron Microscopy (VP-ESEM)*
- Vikrant. S (2012), *Investigation of Steel Fiber Reinforced Concrete on Compressive and Tensile Strength*. International Journal of Engineering Research &Technology

ISSN 2088-7604



9 772088 760428