



ALTERNATIF PERBAIKAN DAYA DUKUNG TANAH GAMBUT PADA RUNWAY BANDAR UDARA PURUK CAHU KALIMANTAN TENGAH

Presented By

I Dewa Gede Wahyu Widiartha
3111100153

Dosen Pembimbing I : Prof. Ir. Noor Endah, Msc., Ph.D

Dosen Pembimbing II : Putu Tantri Kumalasari, ST.,MT

Latar Belakang



Flight Map Route In Indonesia



Sifat Tanah Gambut

- Kadar air yang tinggi
- Tingkat keasaman yang sangat tinggi
- Bearing Capacity yang rendah
- Mengering tidak balik
- Penurunan permukaan yang besar



Alternatif
Perbaikan Daya
Dukung



Tiang Pancang (Spun Pile)

ALTERNATIF 1

Alternatif
Perbaikan Daya
Dukung



Geotextile Encased Column (GESC)

ALTERNATIF 2

Alternatif
Perbaikan Daya
Dukung

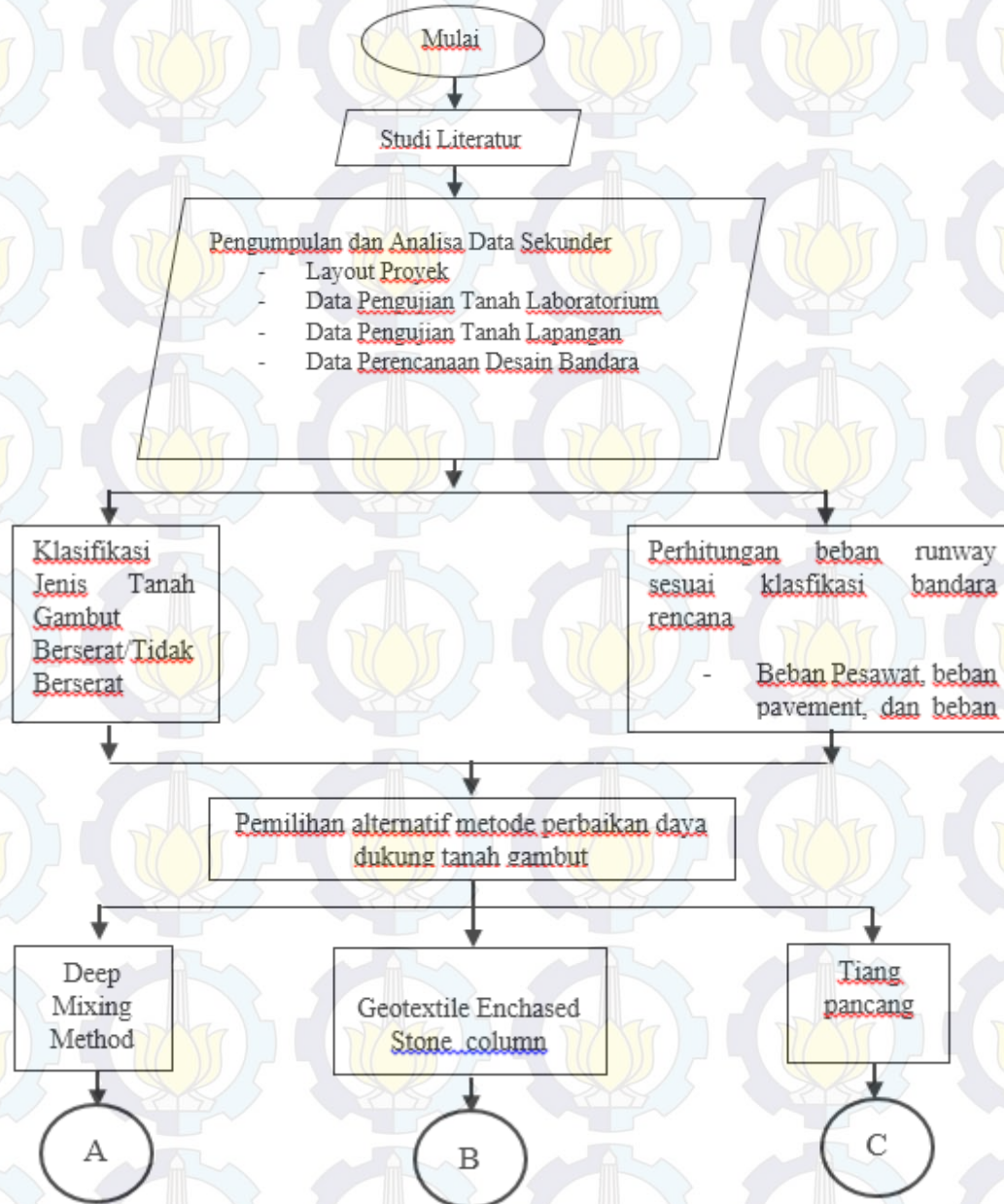


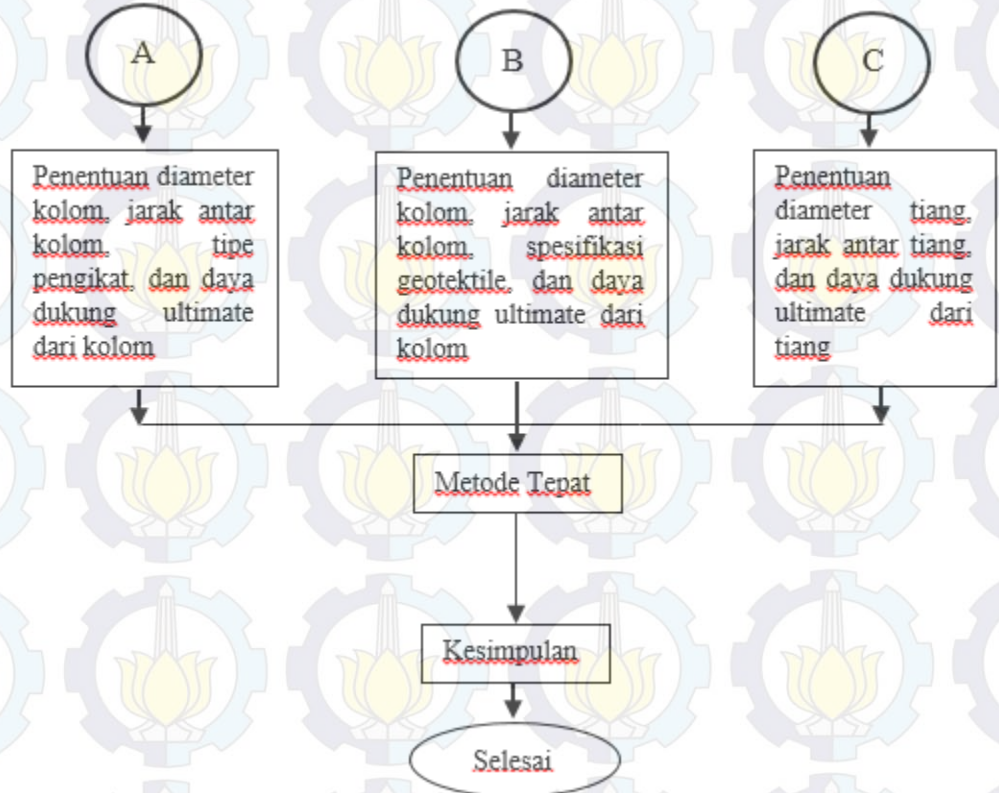
Deep Mixing Cement (DMC)



ALTERNATIF 3

Diagram Alir

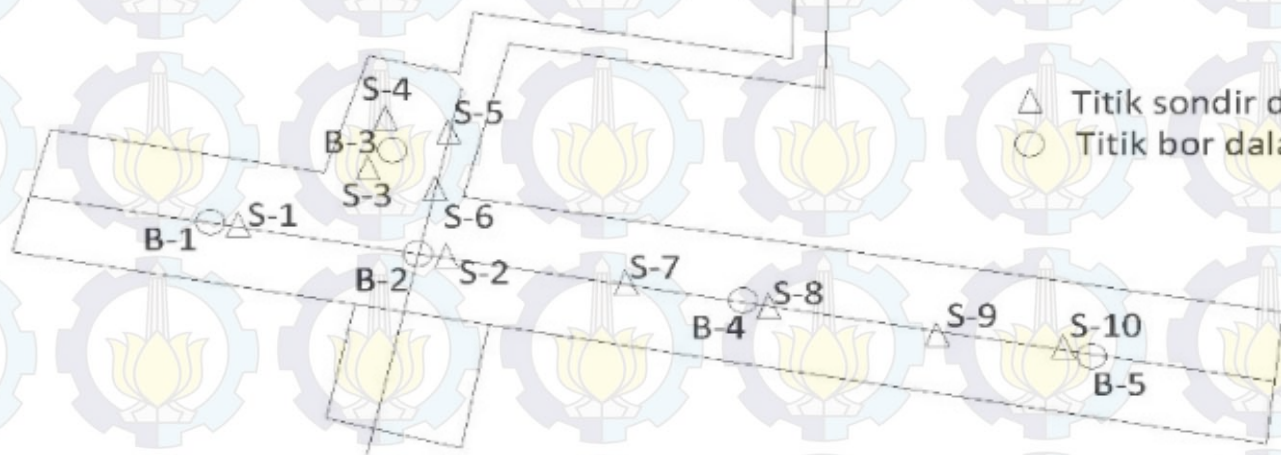






Arah Puruk Cahu

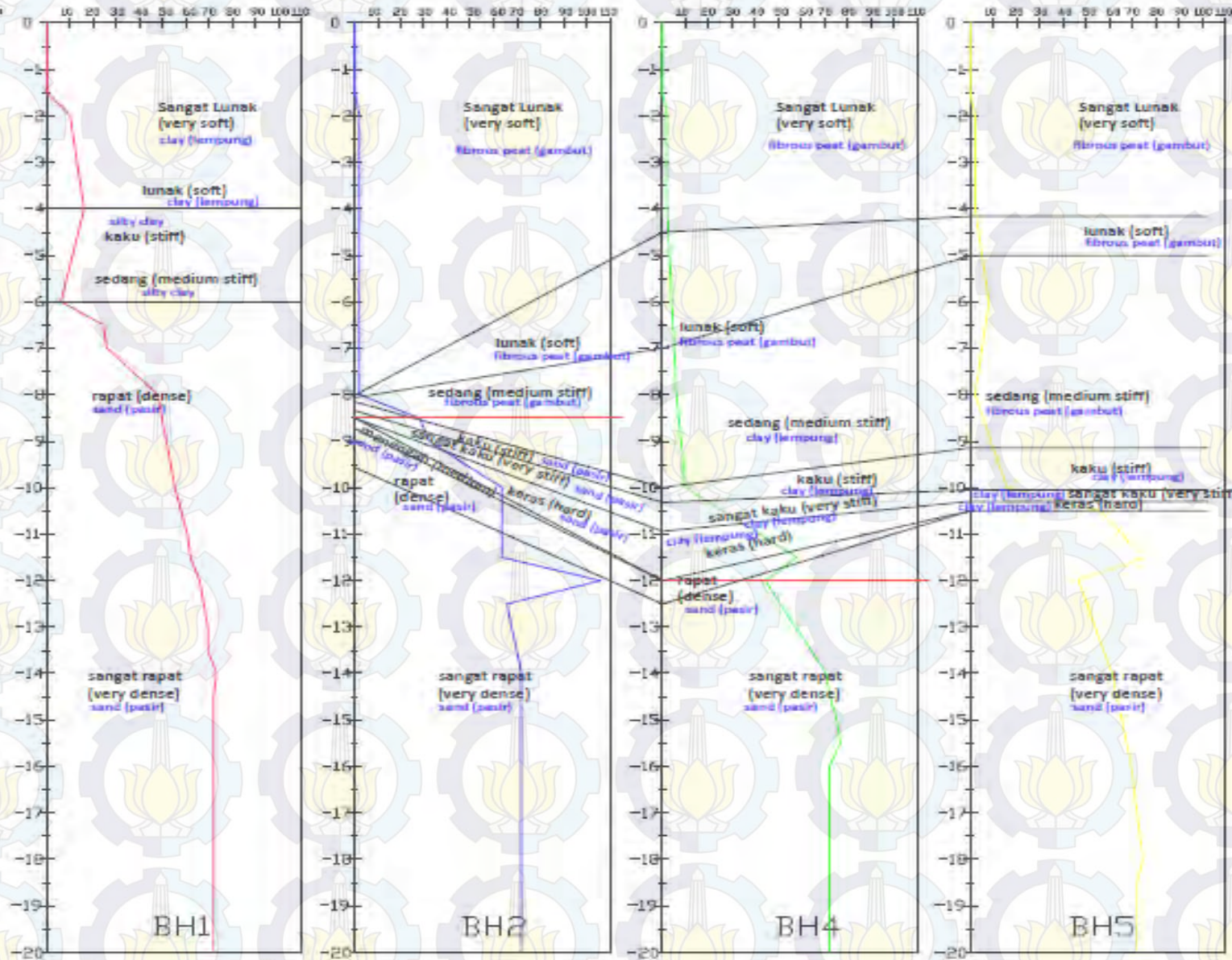
Arah Muara Teweh



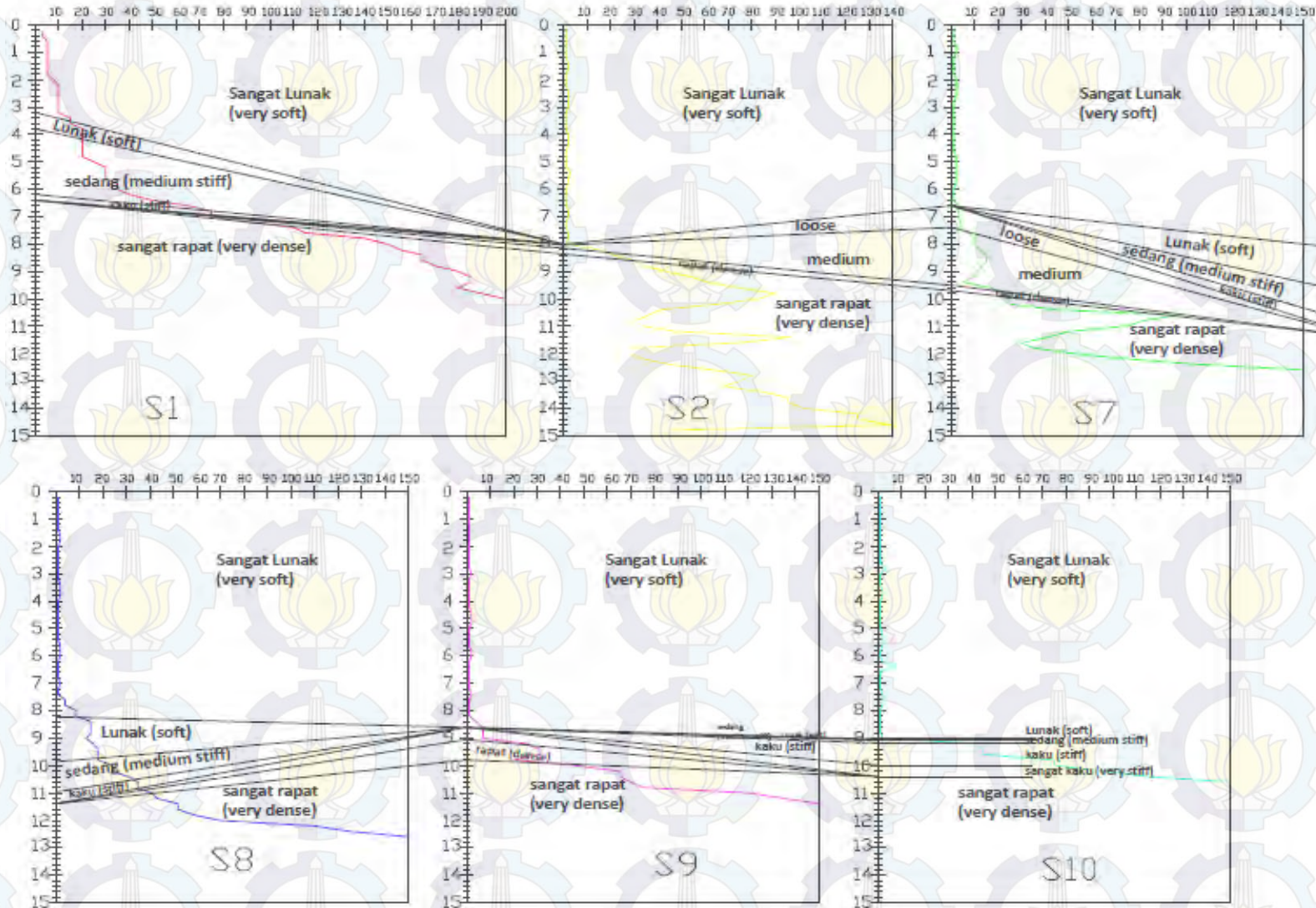
△ Titik sondir dan DCP
○ Titik bor dalam/mesin

AS TAXI
WAY

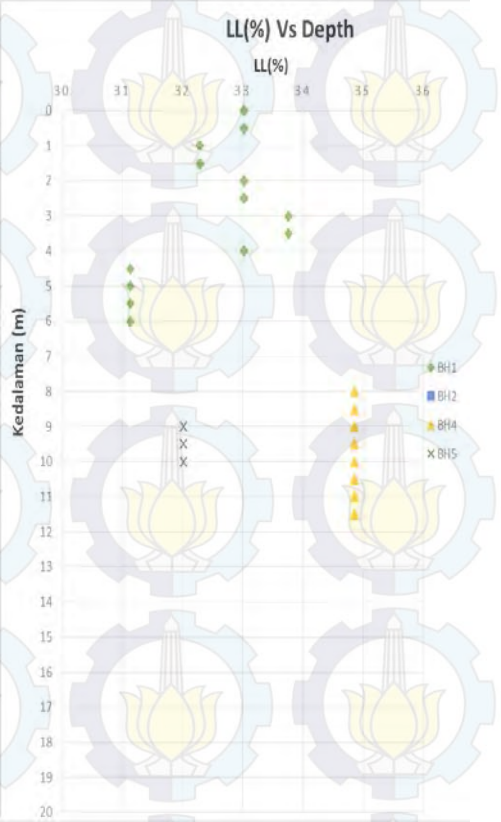
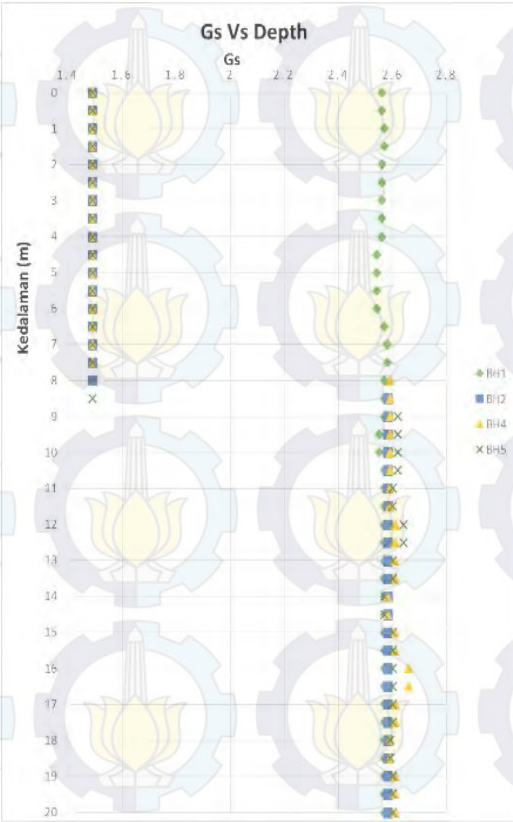
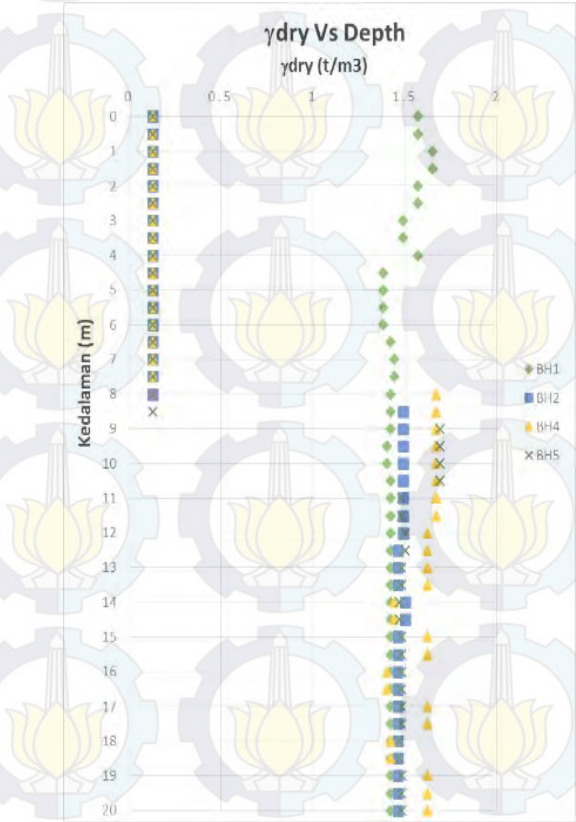
Layout rencana desain bandara

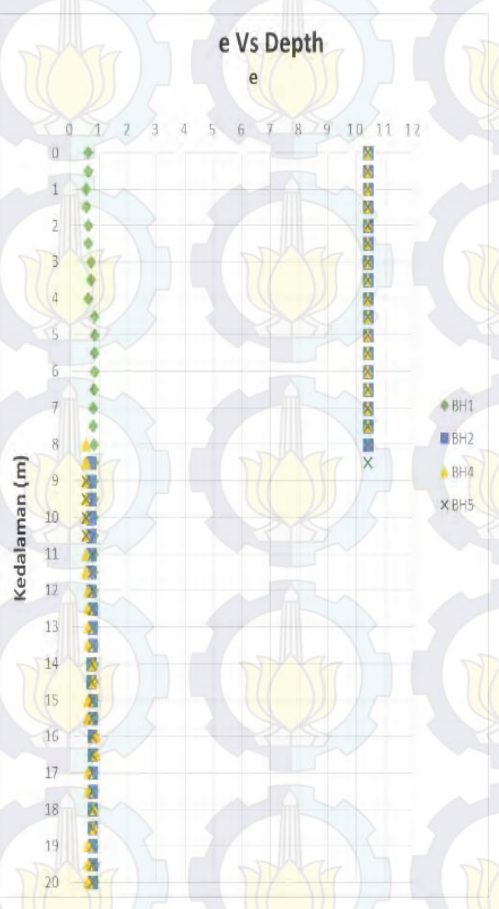
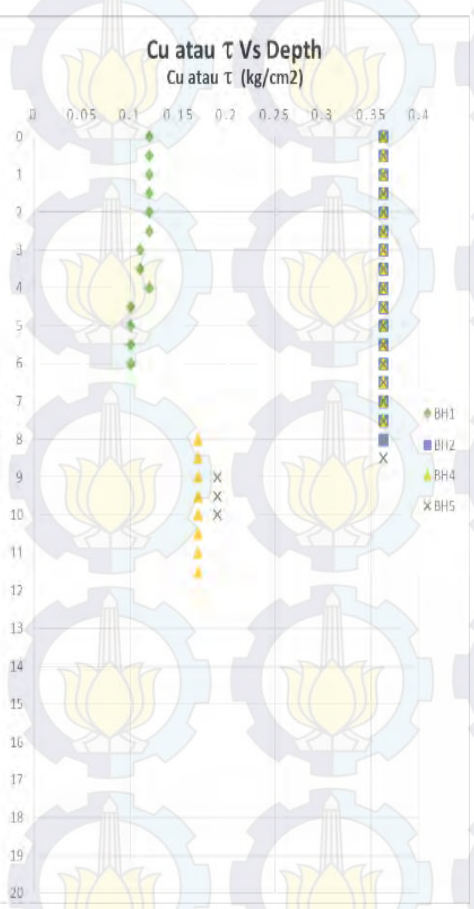
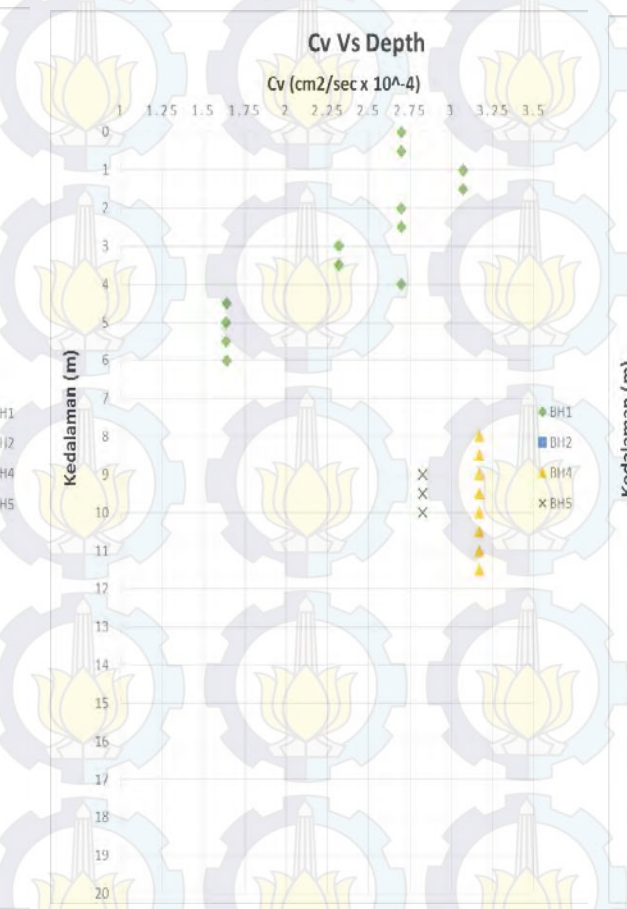
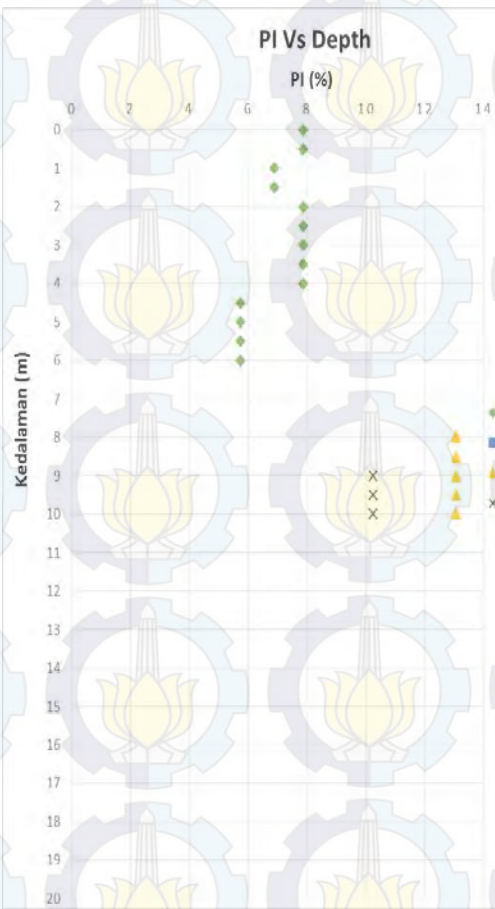


Statigrifi Data N-SPT pengelompokan data untuk BH1 dibedakan dengan BH2, BH4, dan BH5 dikarenakan perbedaan jenis lapisan tanahnya



Statigrafi Data CPT sebagai pembandingan statigrafi data N-SPT dalam hal menganalisa konsistensi tanah disetiap kedalaman titik yang ditinjau.



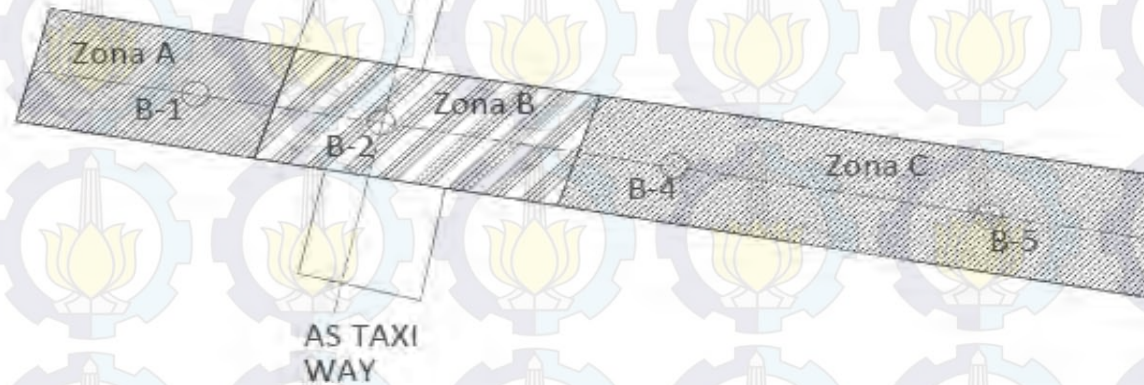




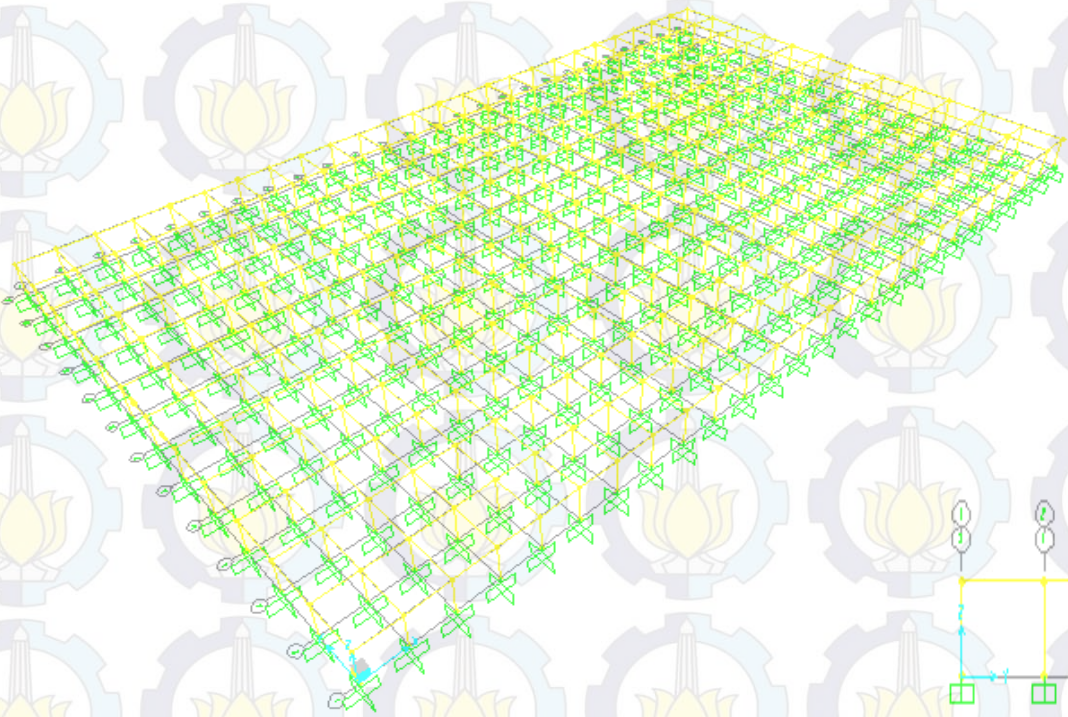
Dari hasil analisa stratigrafi N-SPT dan CPT diperoleh hasil bahwa perlu dilakukan zoning karena terdapat beberapa variabel yang berbeda.

Arah Puruk Cahu

Arah Muara Teweh

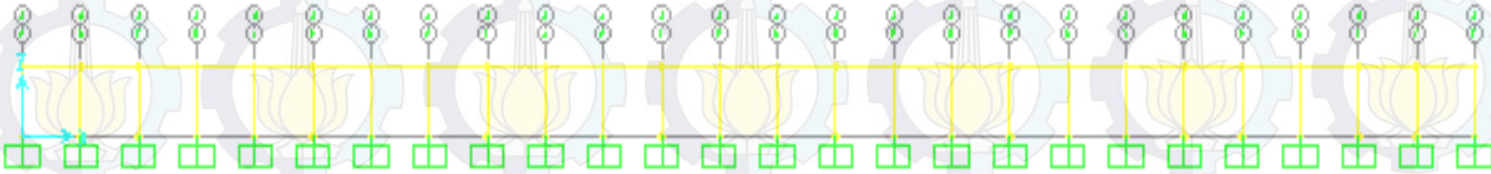
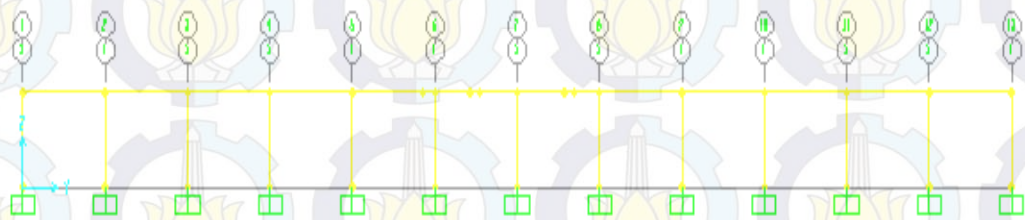


Zoning pada runway berdasarkan data tanah



Beban yang sesuai dari pembebanan jembatan RSNI T 02-2005

- 1D+1L
- 1D+1L+1W
- 1D+1E (RSX)
- 1D+1E (RSY)

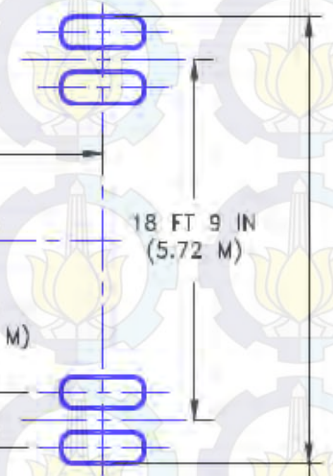
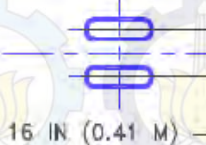




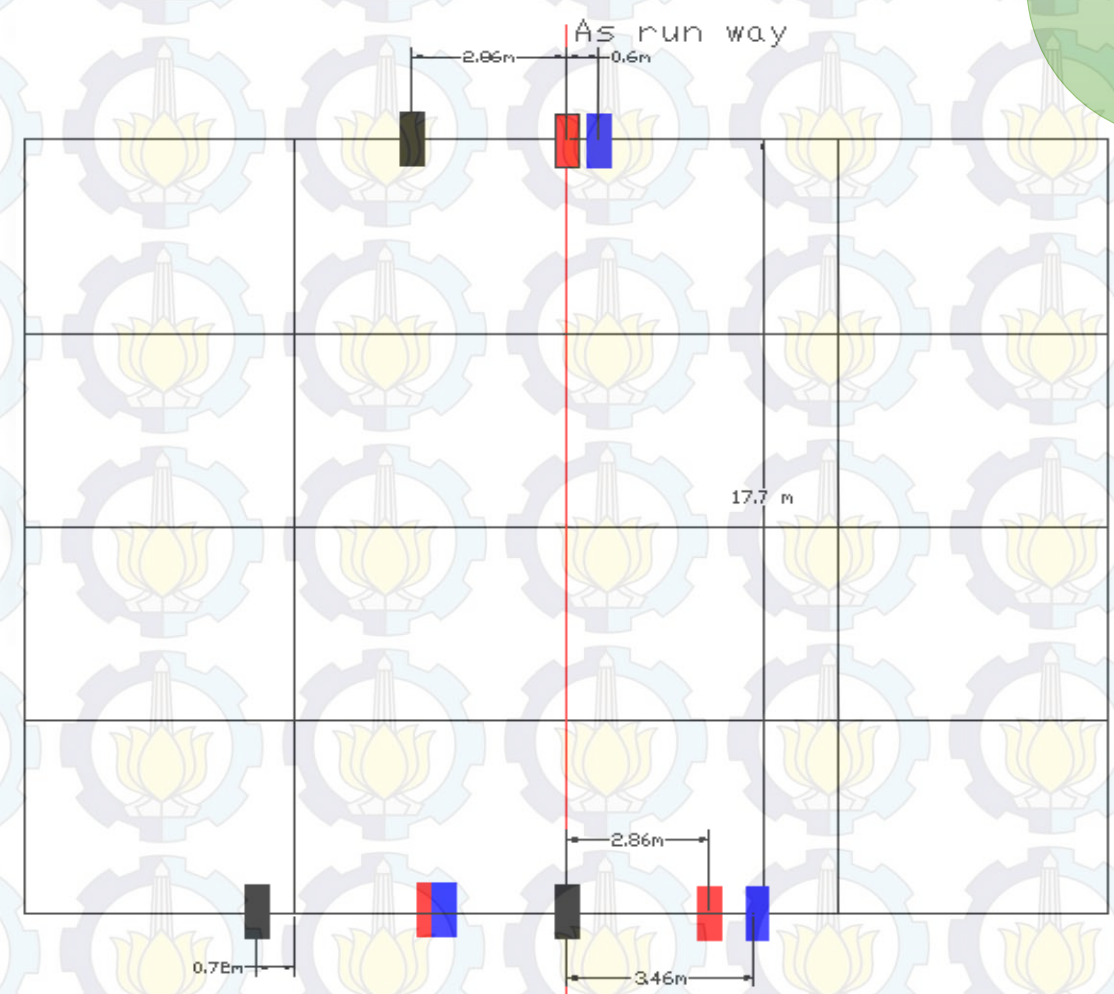
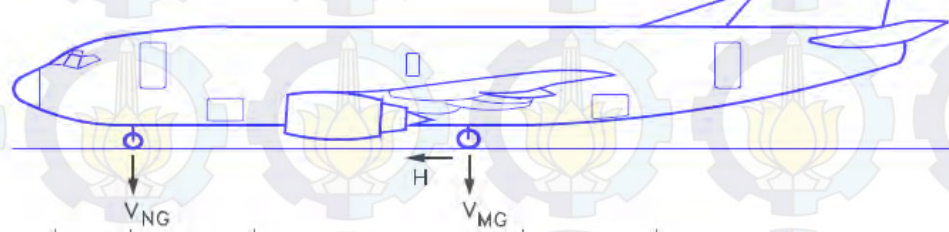
Perencanaan Tiang Pancang

DRAWING NOT TO SCALE

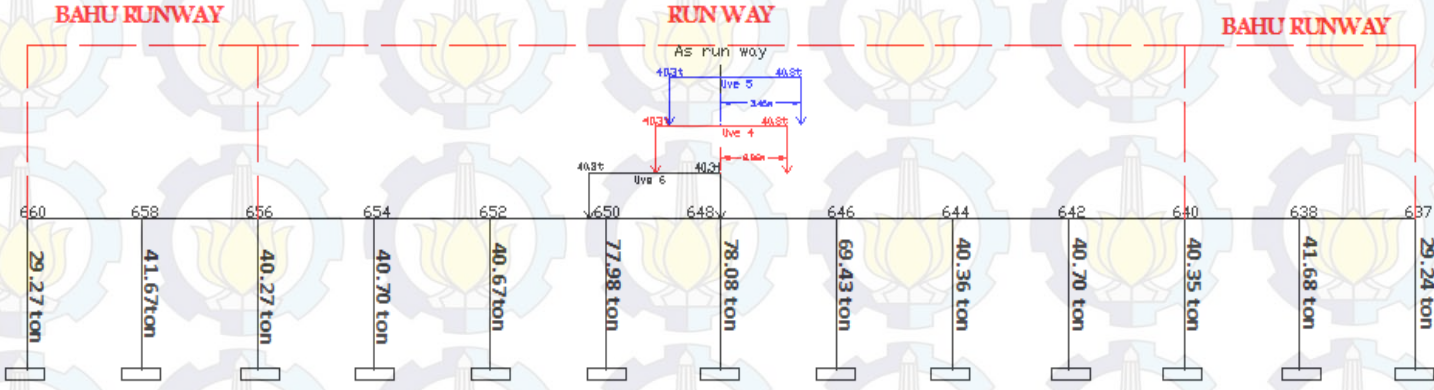
- 737-600: 36 FT 10 IN (11.23 M)
- 737-700: 41 FT 4 IN (12.60 M)
- 737-800: 51 FT 2 IN (15.60 M)
- 737-900: 56 FT 4 IN (17.17 M)
- 737-900ER: 56 FT 4 IN (17.17 M)



- 600: 22 FT 11 IN (6.99 M)
- 700: 22 FT 11 IN (6.99 M)
- 800: 22 FT 11.5 IN (7.00 M)
- 900: 22 FT 11.5 IN (7.00 M)



Analisa SAP 2000 V14.2.2



Penggunaan daya dukung dipilih adalah nilai yang lebih kritis antara metode sondir dan metode SPT

Zona A

Diamter Tiang (cm)	Kedalaman (m)	Zona Runway		Daya Dukung (ton)	
		P aksial Bahu Runway (ton)	P aksial Runway (ton)	Metode Sondir	Metode NSPT
40	9	42.00	78.08	60.40	84.41
50	9	42.00	78.08	88.41	124.52
60	9	42.00	78.08	120.31	168.33

Zona B

Diamter Tiang (cm)	Kedalaman (m)	Zona Runway		Daya Dukung (ton)	
		P aksial Bahu Runway (ton)	P aksial Runway (ton)	Metode Sondir	Metode NSPT
40	14	42.00	78.08	36.97	100.79
50	14	42.00	78.08	58.05	214.25
60	14	42.00	78.08	84.34	287.68

Zona C

Diamter Tiang (cm)	Kedalaman (m)	Zona Runway		Daya Dukung (ton)	
		P aksial Bahu Runway (ton)	P aksial Runway (ton)	Metode Sondir	Metode NSPT
40	12.5	42.00	78.08	-	92.94
50	12.5	42.00	78.08	-	135.56
60	12.5	42.00	78.08	-	175.92

Perencanaan Tiang Pancang



Zona A

Section	Diameter (cm)	Formasi Desain	Desain	Jumlah tiang	Kedalaman (m)
Bahu Runway	40	Group		1	9
Lebar utama Runway	50	Tunggal		1	9

Perencanaan Tiang Pancang



Zona B

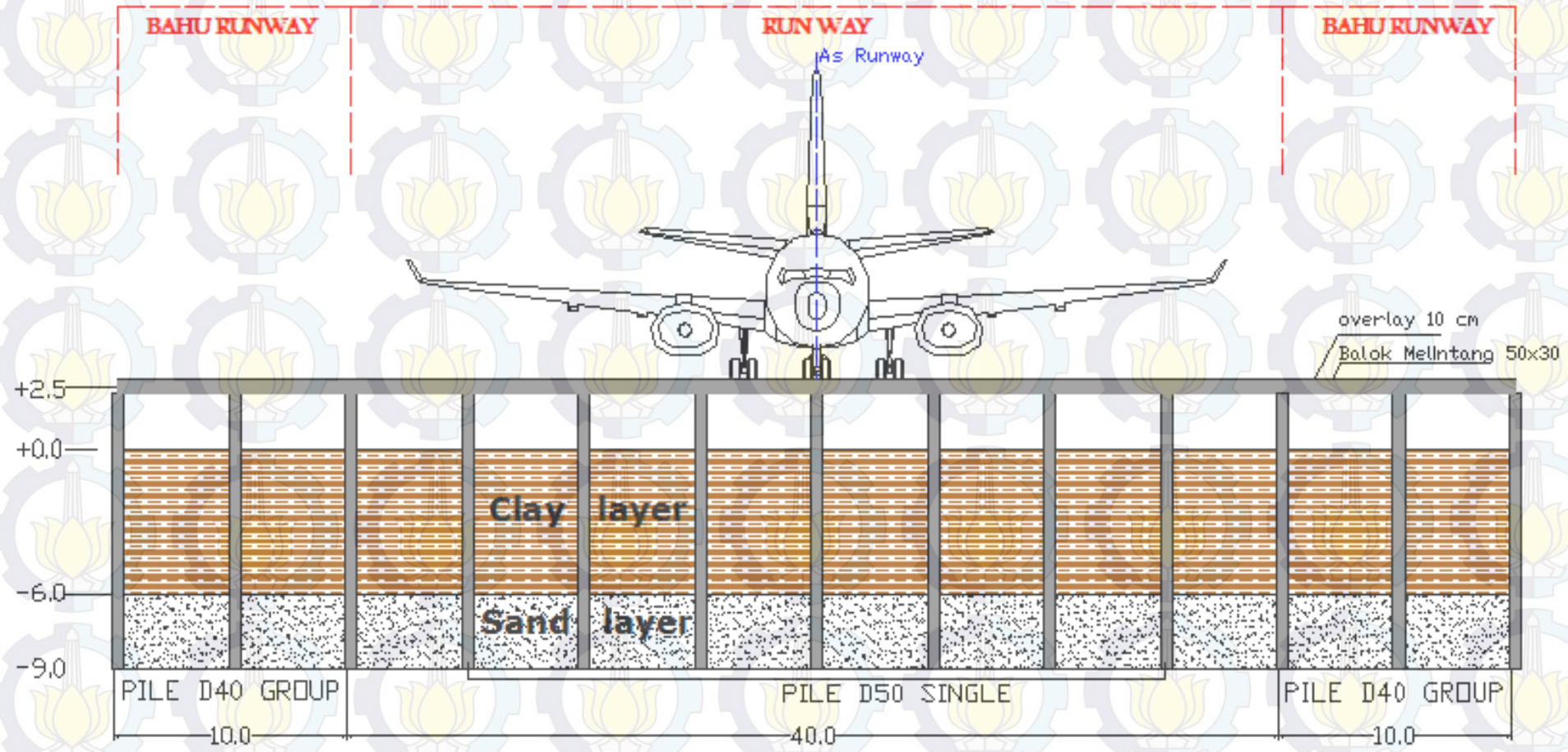
Section	Diameter (cm)	Formasi Desain	Desain	Jumlah tiang	Kedalaman (m)
Bahu Runway	40	Group	<p>Pile group zona B D40</p>	2	14
Lebar utama Runway	50	Group	<p>Pile group zona B D50</p>	2	14

Perencanaan Tiang Pancang

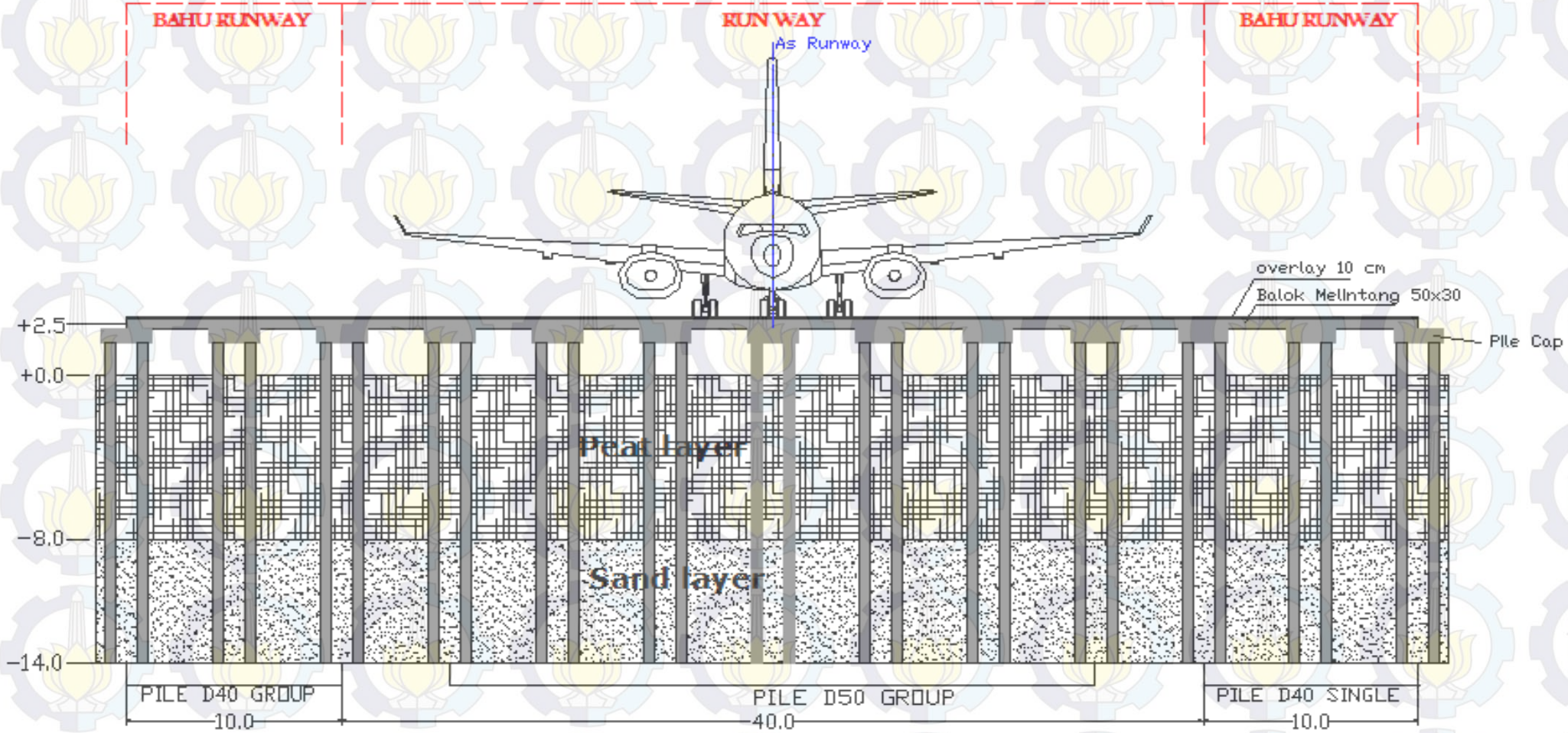


Zona C

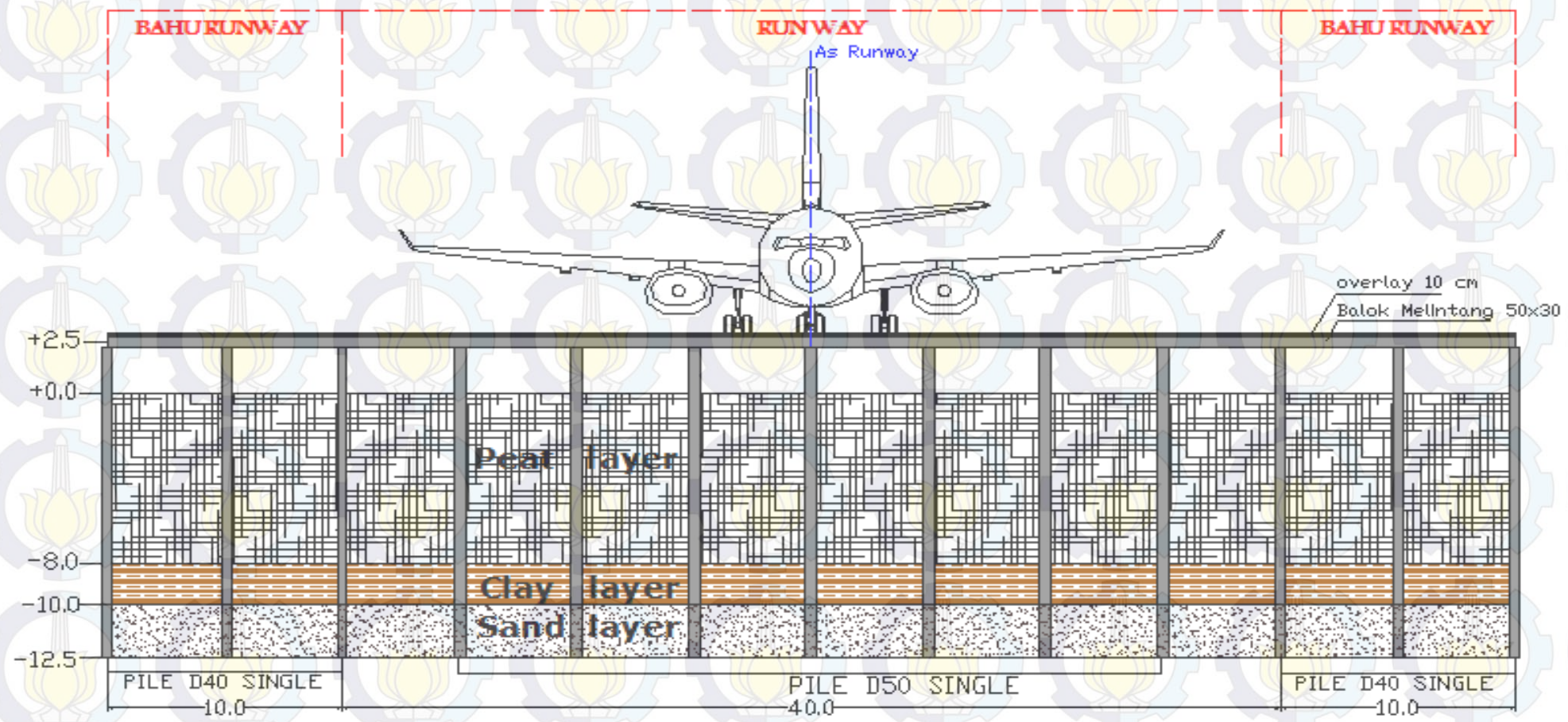
Section	Diameter (cm)	Formasi Desain	Desain	Jumlah tiang	Kedalaman (m)
Bahu Runway	40	Tunggal		1	12.5
Lebar utama Runway	50	Tunggal		1	12.5



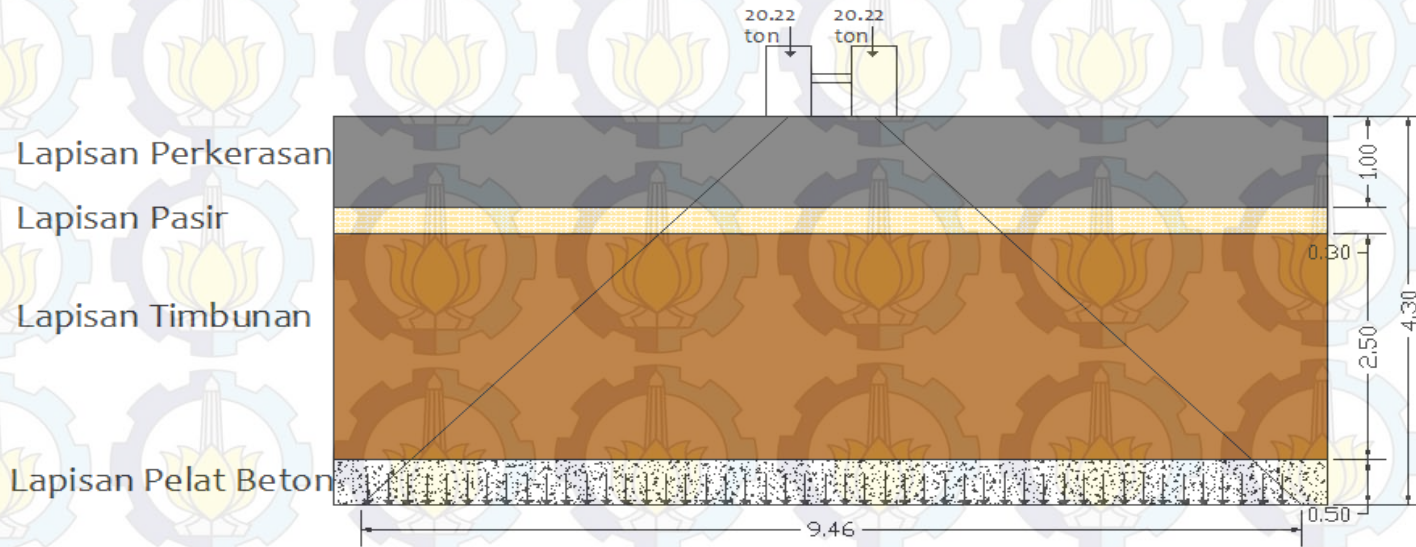
Cross Section ZONA A



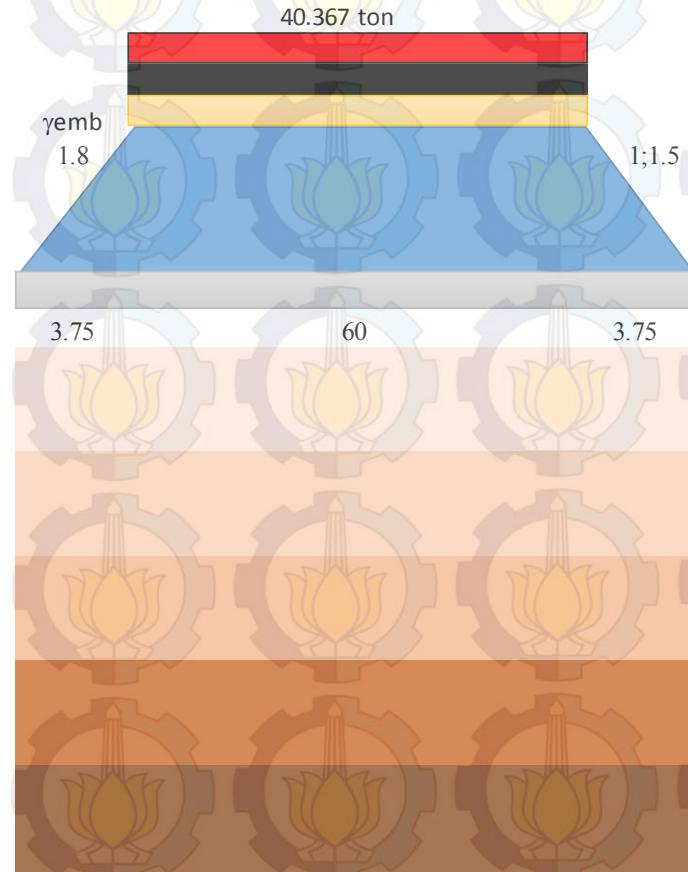
Cross Section ZONA B



Cross Section ZONA C



Berat Perkerasan	$= 1 \text{ m} \times 2.2 \text{ t/m}^3$	$= 2.2 \text{ t/m}^2$
Berat Lapisan pasir	$= 0.3 \text{ m} \times 1.8 \text{ t/m}^3$	$= 0.54 \text{ t/m}^2$
Berat Timbunan	$= 2.5 \text{ m} \times 1.8 \text{ t/m}^3$	$= 4.5 \text{ t/m}^2$
Berat Pelat Beton	$= 0.5 \text{ m} \times 2.4 \text{ t/m}^3$	$= 1.2 \text{ t/m}^2$
Berat Pesawat (q)	$= \frac{\pi}{4} \times \frac{40.367 \text{ ton}}{9.46^2 \text{ m}^2}$	$= 0.57 \text{ t/m}^2 +$
	TOTAL (q₀)	= 9.01 t/m²



Beban Pesawat= 0.574321 t/m²
 Lapisan Perkerasan= 1 m
 Lapisan Pasir= 0.3 m
 Tinggi Timbunan= 2.5 m

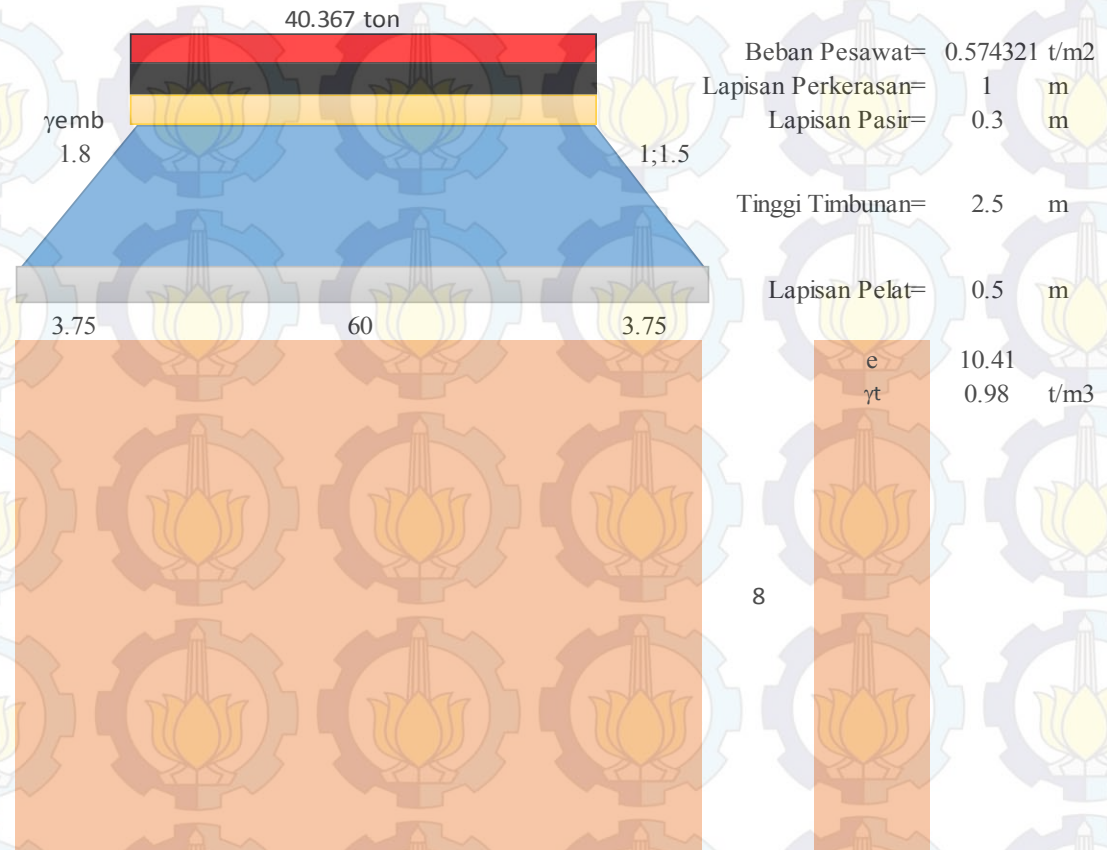
Lapisan Pelat= 0.5 m
 e 0.60
 γ_{sat} 1.94 t/m³
 e 0.60
 γ_{sat} 1.99 t/m³
 e 0.60
 γ_{sat} 1.94 t/m³
 e 0.70
 γ_{sat} 1.89 t/m³
 e 0.80
 γ_{sat} 1.81 t/m³

ZONA A

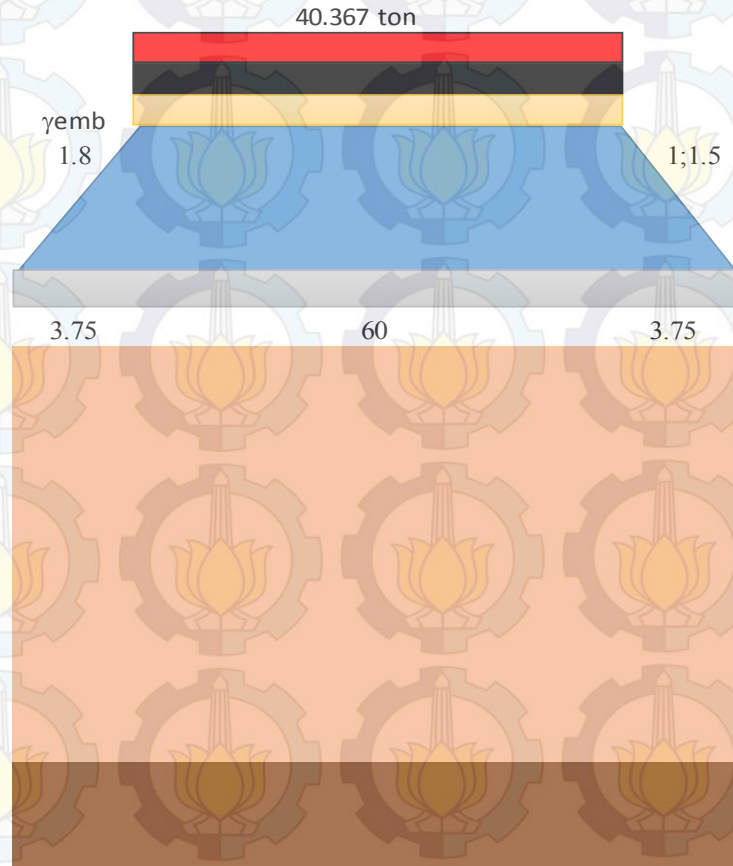
Kedalaman (m)	e _o	C _u (t/m ²)	φ (°)	γ _{sat} (t/m ³)	v _s	kos	E _c	K _{ac}
0-0.5	0.60	1.2	31.68	1.94	0.35	0.45495	6	0.217443
0.5-1.5	0.60	1.2	33.2	1.99	0.35	0.44816	6	0.217443
1.5-2.5	0.60	1.2	31.68	1.94	0.35	0.45495	6	0.217443
2.5-4.0	0.60	1.15	30.1	1.89	0.35	0.45495	5.75	0.217443
4.0-6.0	0.70	1	26.5	1.81	0.35	0.44011	5	0.217443



ZONA B



Kedalaman (m)	e_o	Cu (t/m2)	ϕ (°)	γ_t (t/m3)	vs	kos	Ec	Kac
0-8	10.41	3.627	-	0.98	0.35	0.33	18.135	0.217443



Beban Pesawat= 0.574321 t/m²
 Lapisan Perkerasan= 1 m
 Lapisan Pasir= 0.3 m
 Tinggi Timbunan= 2.5 m

Lapisan Pelat= 0.5 m

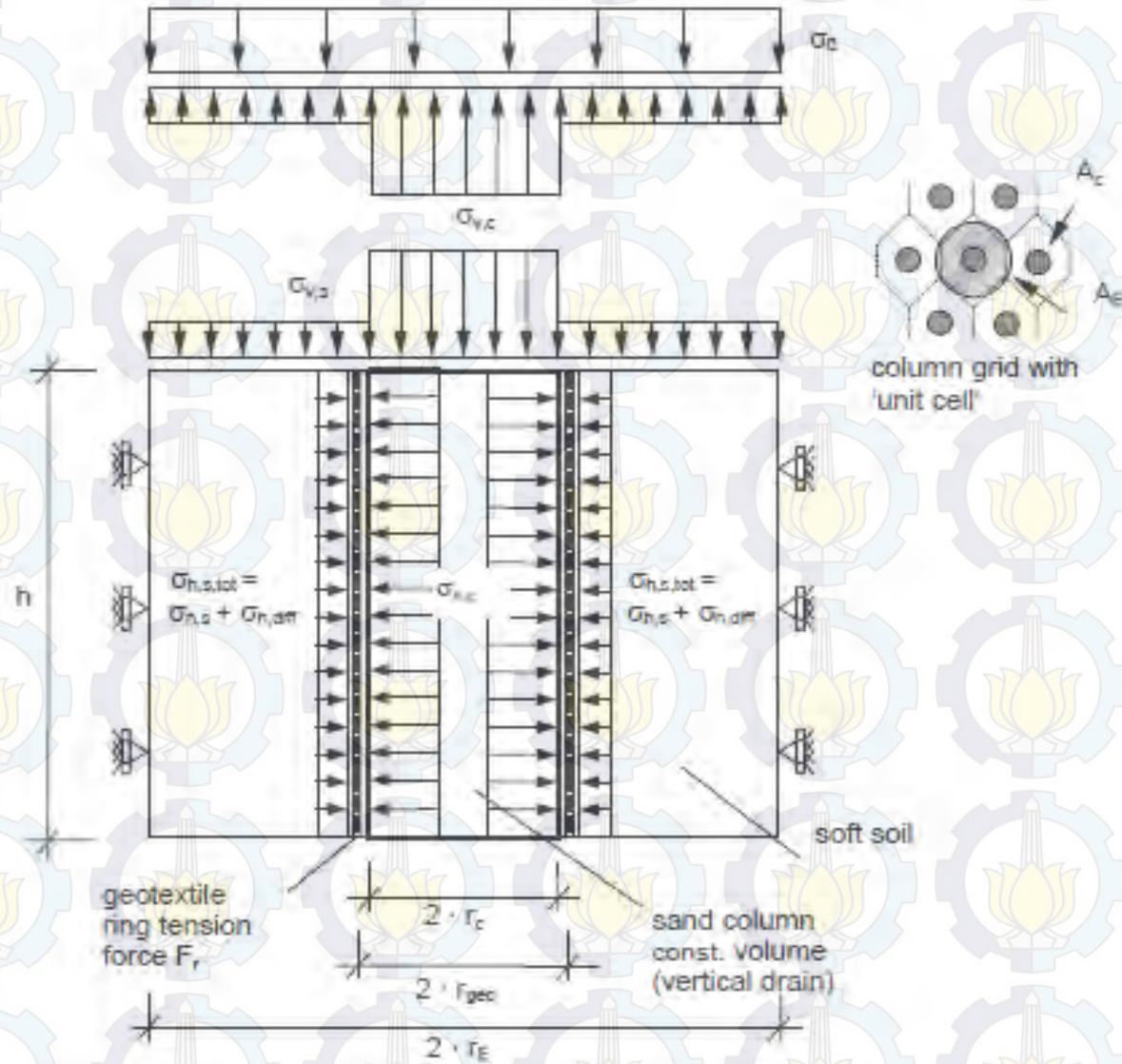
0-8.5
 e
 γt 10.41
 0.98 t/m³

8.5

8.5-10.5
 e
 γt 0.54
 2.03 t/m³

ZONA C

Kedalaman (m)	e _o	C _u (t/m ²)	φ (°)	γ _t (t/m ³)	vs	kos	E _c	K _{ac}
0-8.5	10.41	3.627	-	0.98	0.35	0.33	18.135	0.217443
8.5-10.5	0.54	1.9	33.2	2.03	0.35	0.47168	9.5	0.217443





ZONA A

$\sigma_{c,kolom}$	$\sigma_{s,soil}$	Keterangan	σ_{diff}
(t/m^2)	(t/m^2)		(t/m^2)
6.768	0.965	butuh encased	5.803
7.007	1.220	butuh encased	5.787
7.007	1.458	butuh encased	5.549
7.246	2.043	butuh encased	5.203
7.485	2.715	butuh encased	4.770



ZONA A

$\sigma_{c,kolom}$	$\sigma_{s,soil}$	Keterangan	σ_{diff}	σ_{geo}	$\sigma_{s,total}$	Kondisi
(t/m^2)	(t/m^2)		(t/m^2)	(t/m^2)	(t/m^2)	
6.768	0.965	butuh encased	5.803	7.8125	8.778	aman
7.007	1.220	butuh encased	5.787	7.8125	9.032	aman
7.007	1.458	butuh encased	5.549	7.8125	9.270	aman
7.246	2.043	butuh encased	5.203	7.8125	9.855	aman
7.485	2.715	butuh encased	4.770	7.8125	10.527	aman

ZONA B

$\sigma_{c,kolom}$	$\sigma_{s,soil}$	Keterangan	σ_{diff}
(t/m^2)	(t/m^2)		(t/m^2)
10.355	0.985	butuh encased	9.371



ZONA B

$\sigma_{c,kolom}$	$\sigma_{s,soil}$	Keterangan	σ_{diff}	σ_{geo}	$\sigma_{s,total}$	Kondisi
(t/m^2)	(t/m^2)		(t/m^2)	(t/m^2)	(t/m^2)	
10.355	0.985	butuh encased	9.371	15.625	16.610	aman

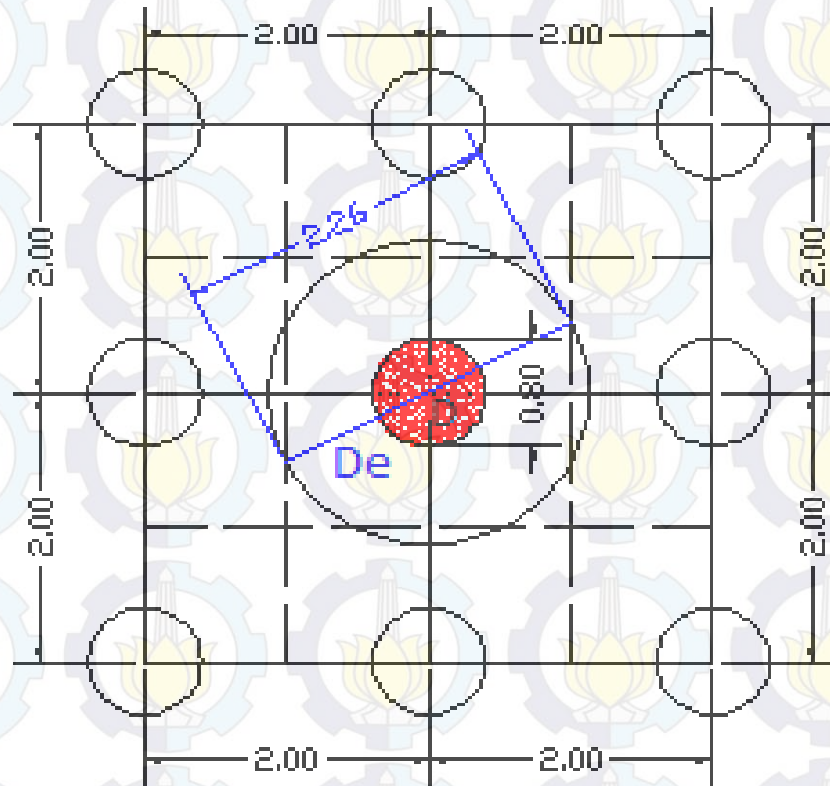
ZONA C

$\sigma_{c,kolom}$	$\sigma_{s,soil}$	Keterangan	σ_{diff}
(t/m^2)	(t/m^2)		(t/m^2)
10.595	1.348	butuh encased	9.246
7.485	1.651	butuh encased	5.834

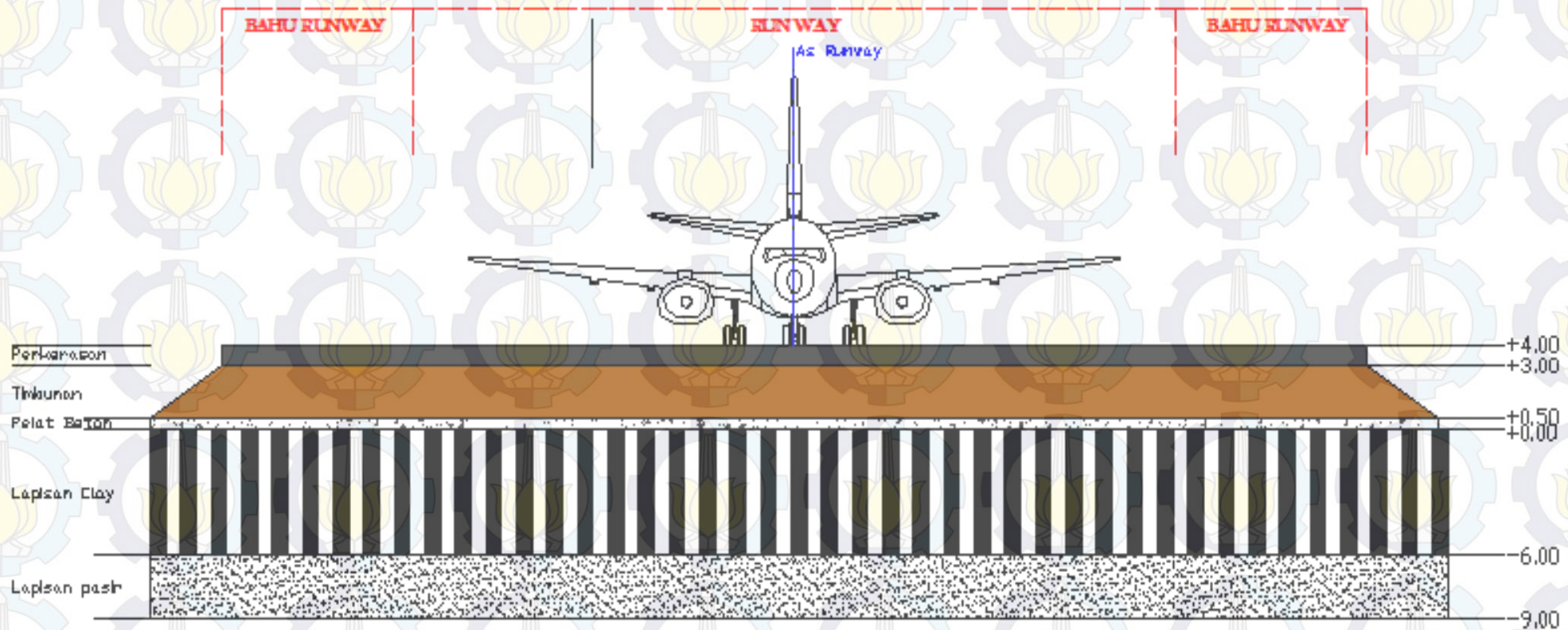


ZONA C

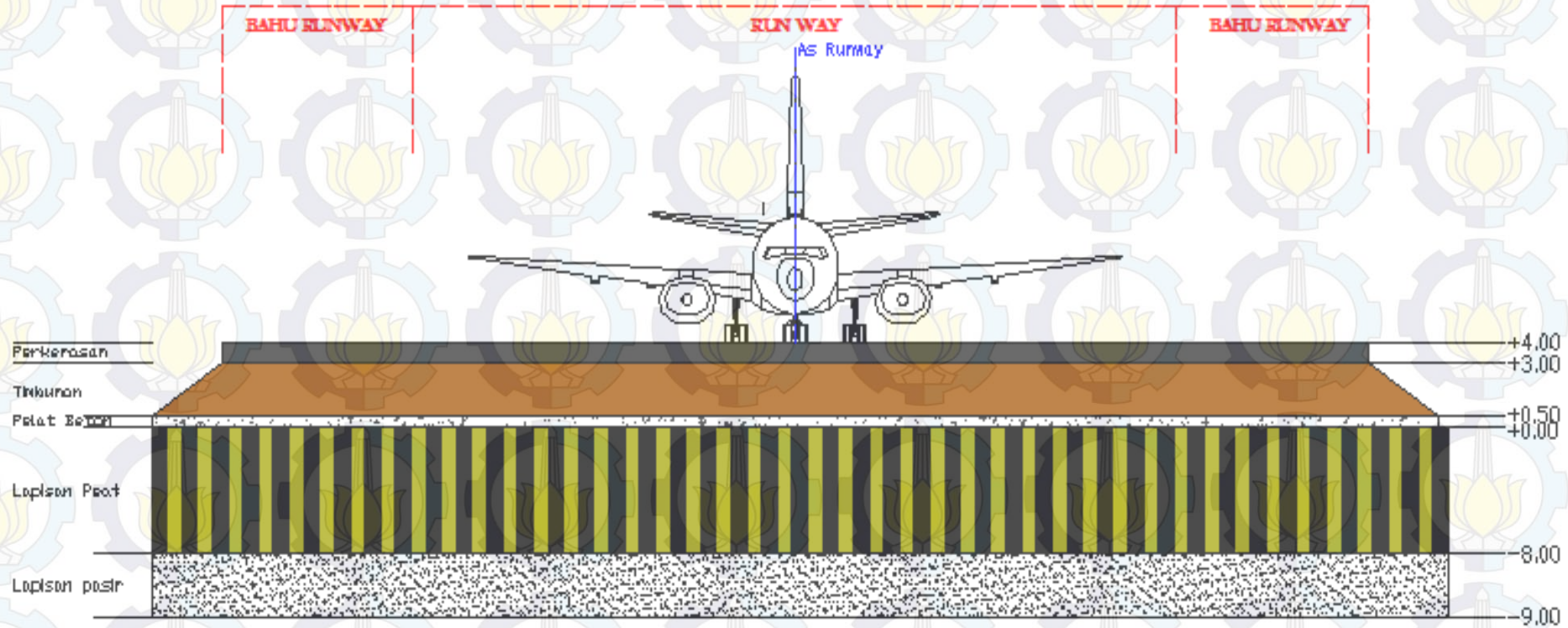
$\sigma_{c,kolom}$	$\sigma_{s,soil}$	Keterangan	σ_{diff}	σ_{geo}	$\sigma_{s,total}$	Kondisi
(t/m^2)	(t/m^2)		(t/m^2)	(t/m^2)	(t/m^2)	
10.595	1.348	butuh encased	9.246	15.625	16.973	aman
7.485	1.651	butuh encased	5.834	15.625	17.276	aman



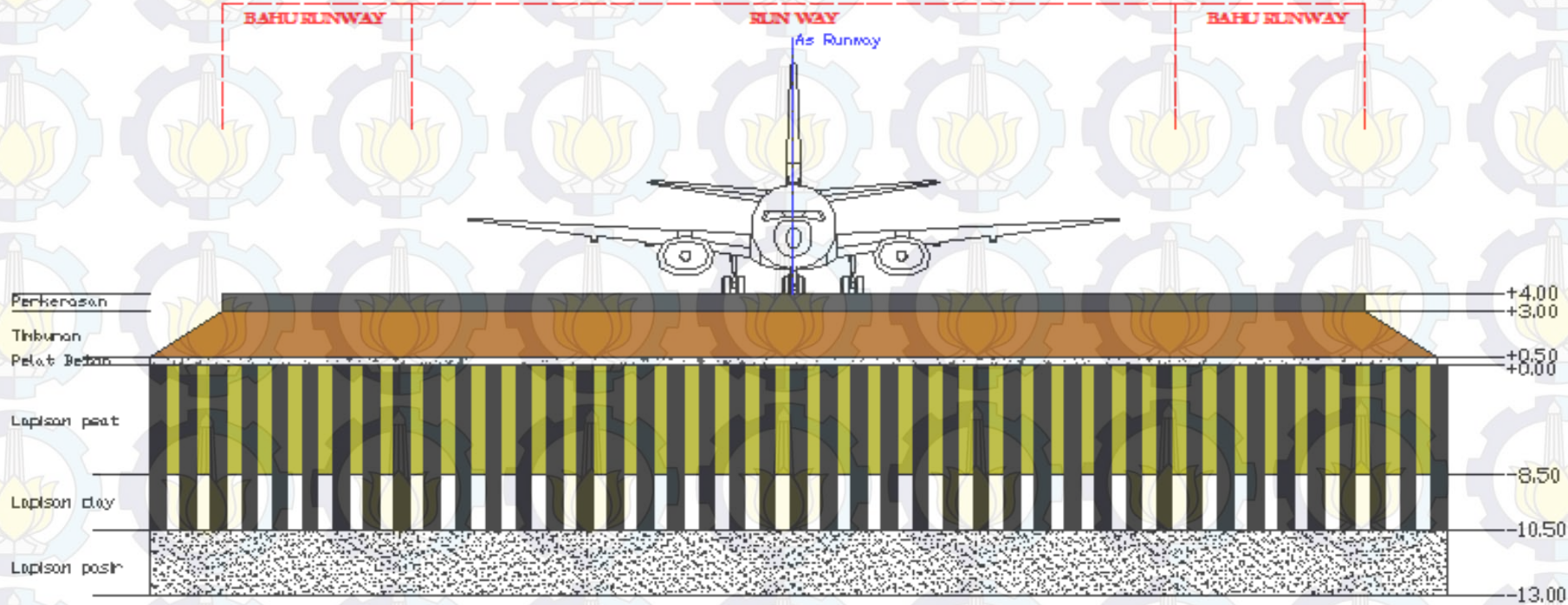
Visualisasi Konsep Unit Cell



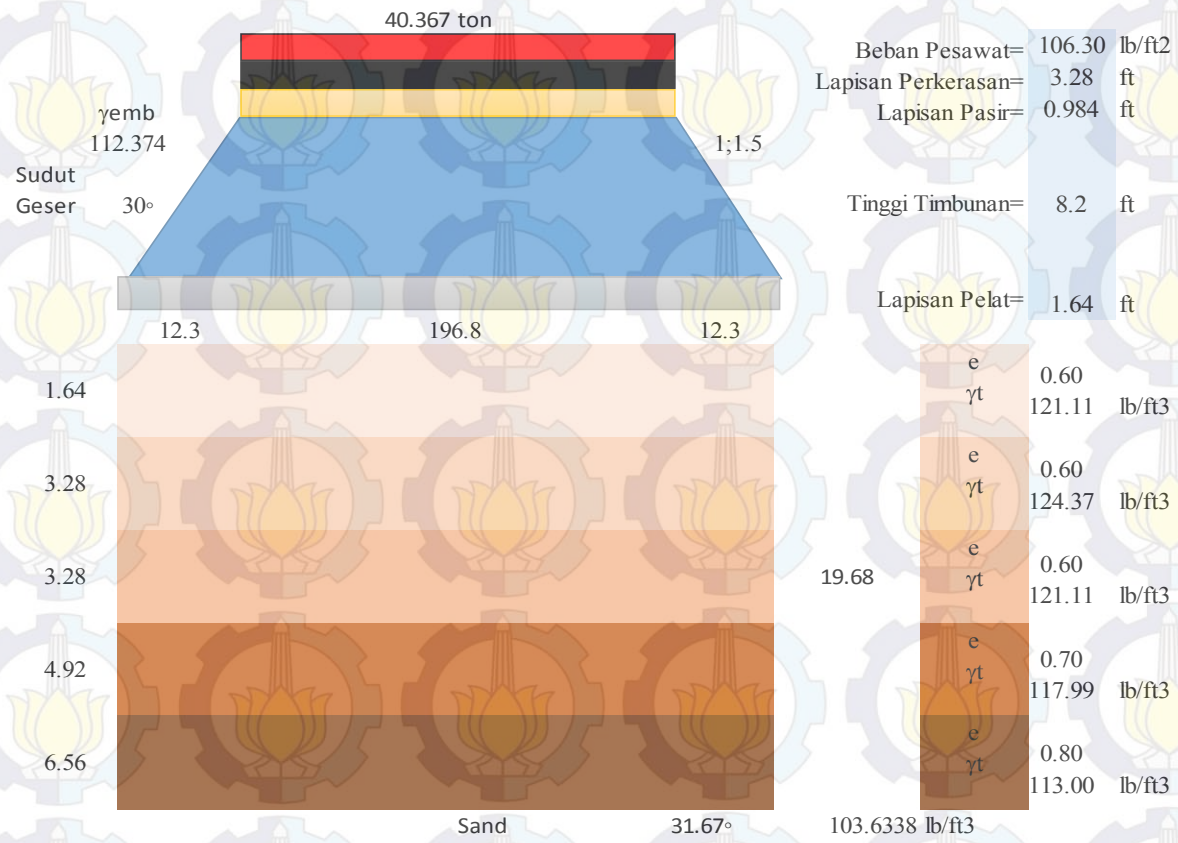
Cross Section ZONA A



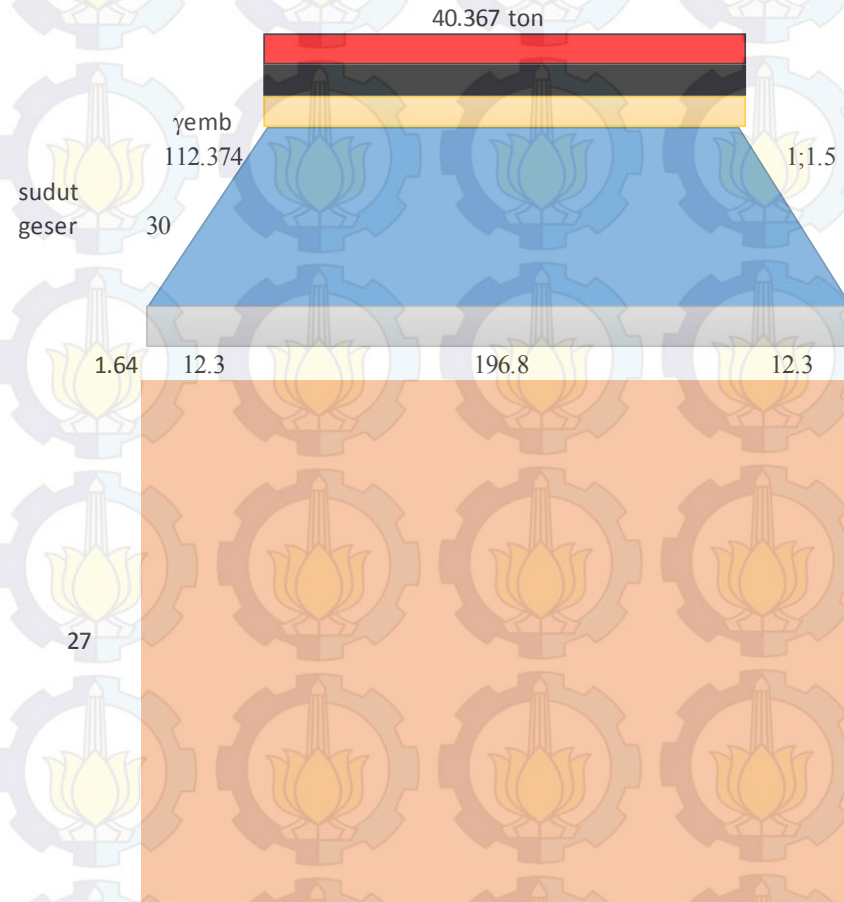
Cross Section ZONA B



Cross Section ZONA C



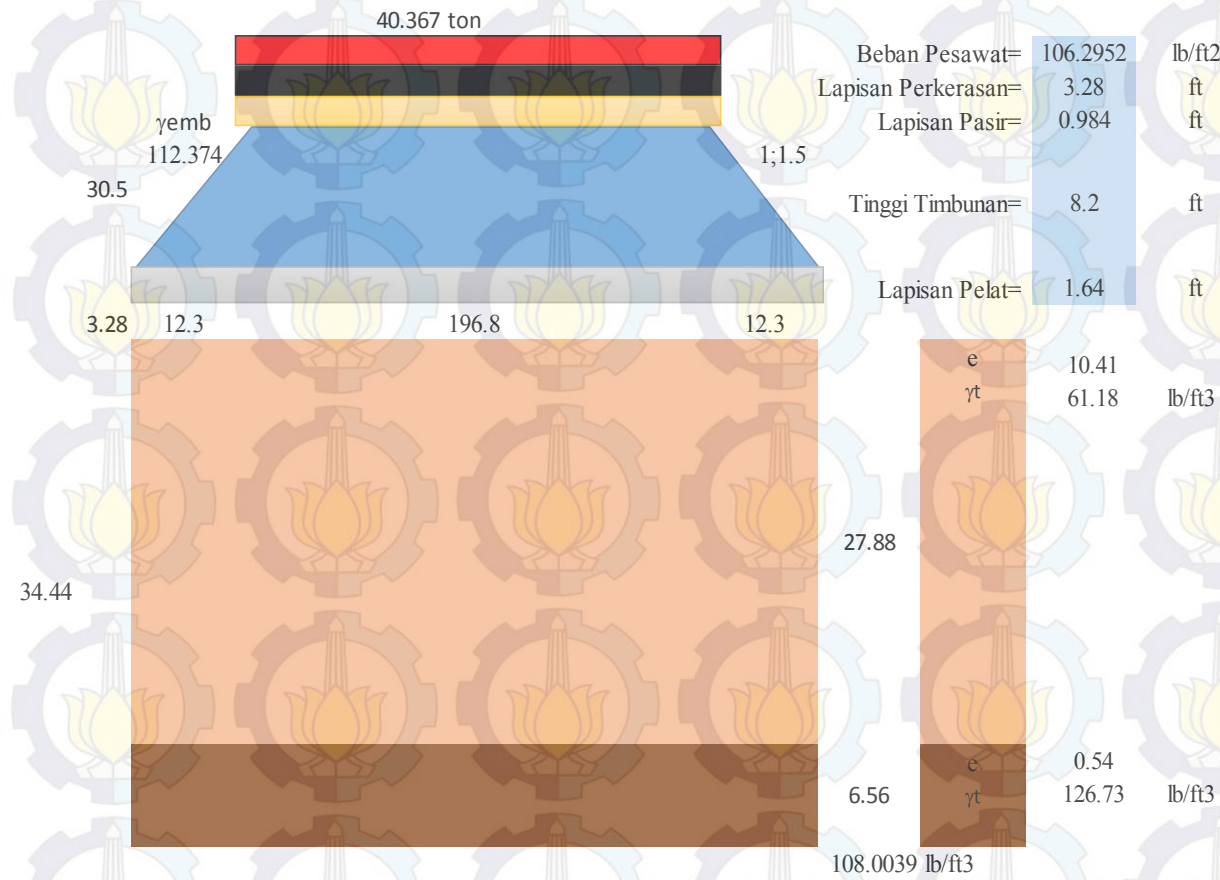
Kedalaman		eo	qu	C	ϕ	γ_t
ft	(m)		lb/ft2	lb/ft2	(o)	(lb/ft3)
0-1.64	0-0.5	0.6	122.89	245.7792	31.68	121.11
1.64-4.92	0.5-1.5	0.6	122.89	245.7792	33.2	124.37
4.92-8.2	1.5-2.5	0.6	122.89	245.7792	31.68	121.11
8.2-13.12	2.5-4.0	0.6	122.89	245.7792	30.1	117.99
13.12-19.68	4.0-6.0	0.7	102.408	204.816	26.5	113.00



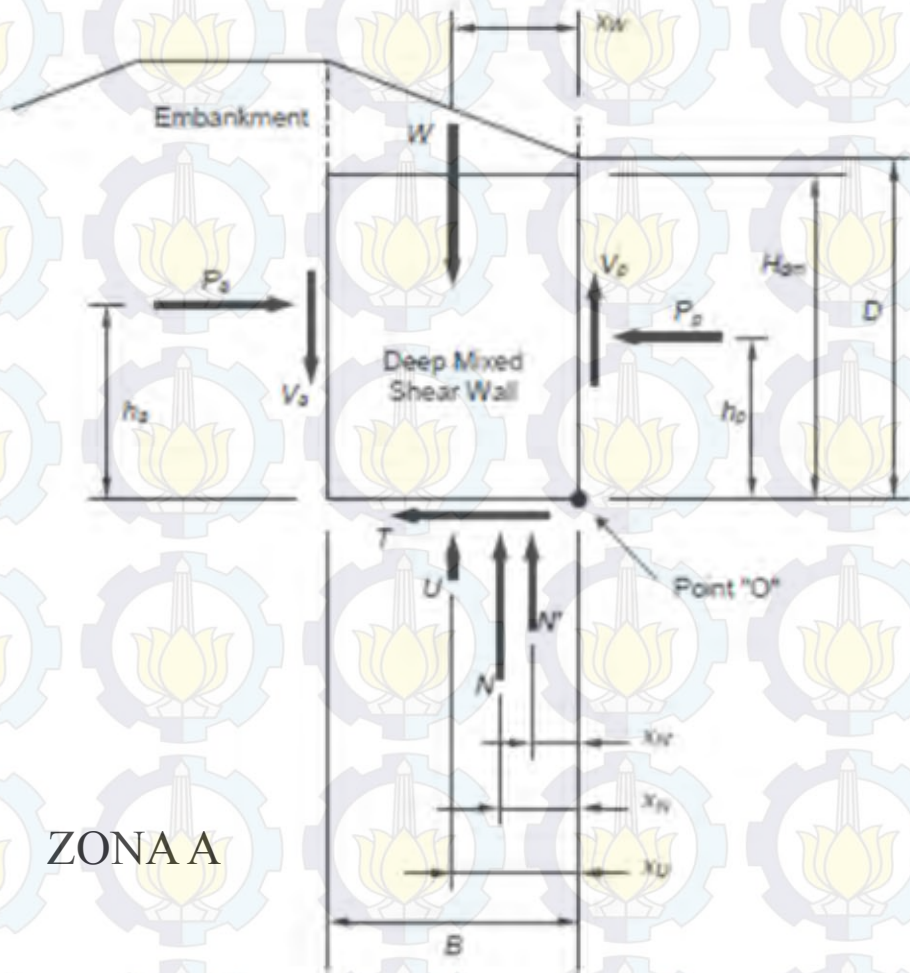
- Beban Pesawat= 106.30 lb/ft²
- Lapisan Perkerasan= 3.28 ft
- Lapisan Pasir= 0.98 ft
- Tinggi Timbunan= 8.2 ft
- Lapisan Pelat= 1.64 ft
- e 10.41
- γ_t 61.18 lb/ft³

sand 111.13 lb/ft³
30.5

Kedalaman	e_0	q_u	C	ϕ	γ_t
(m)		lb/ft ²	lb/ft ²	(°)	lb/ft ³
0-8	10.41	75.78	151.57	0	61.18



Kedalaman (m)	eo	qu lb/ft2	C lb/ft2	φ (°)	γt (lb/ft3)
0-8.5	10.41	75.782881	151.57	0	61.18
8.5-10.5	0.54	351.652	351.65	33.2	126.73



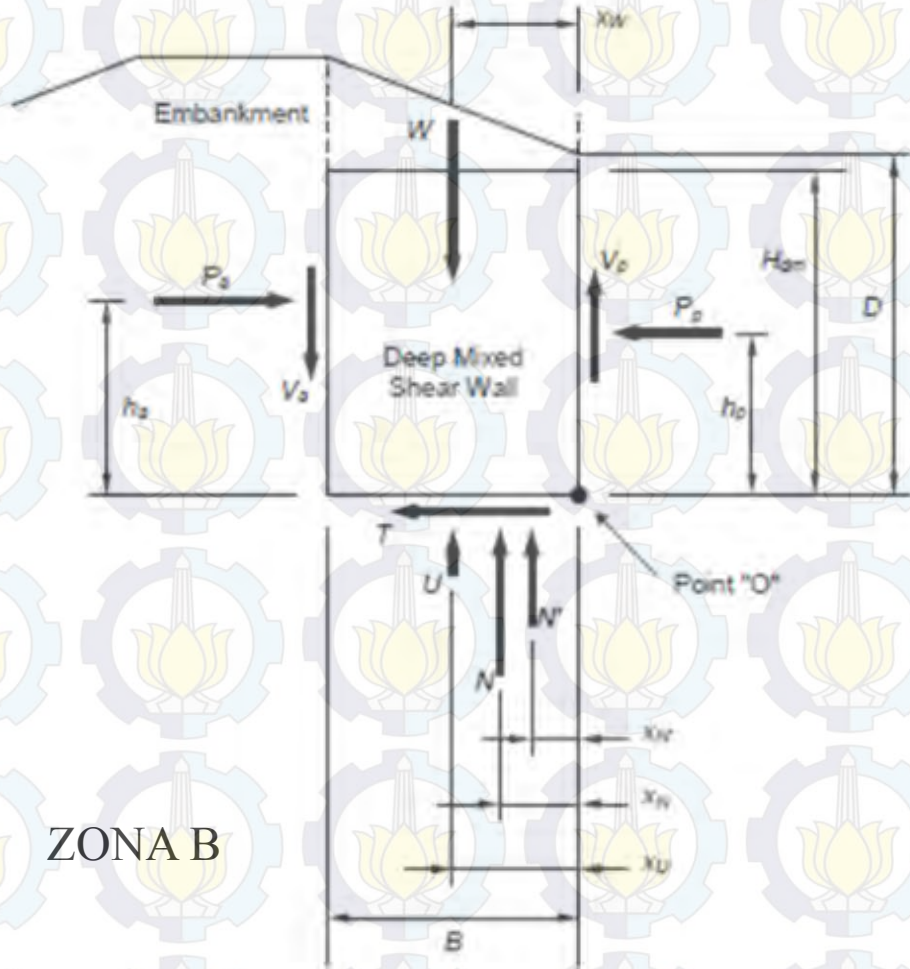
ZONA A

Kedalaman	Tebal Lapisan	Ka,soil	Pa,emb	ha,emb	Pa,q5	ha,q5	Pa soil,rect	ha soil,rect	pa soil,tri	ha soil,tri
ft	ft		lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft2	ft
0-1.64	1.64	0.311					2422.64	18.86	162.874	18.59
1.64-4.92	3.28	0.292					5168.47	16.4	669.012	15.85
4.92-8.2	3.28	0.311	1692.49	22.41	6128.69	23.78	5158.77	13.12	651.498	12.57
8.2-13.12	4.92	0.332					7884.66	9.02	1428.09	8.20
13.12-19.68	6.56	0.383					10611.39	3.28	2431.36	2.19

Kedalaman	Tebal Lapisan	Kp,soil	Pp soil,rect	hp soil,rect	pp soil,tri	hp soil,tri
ft	ft		lb/ft	ft	lb/ft2	ft
0-1.64	1.64	3.212	3365.4	18.86	162.87	18.59
1.64-4.92	3.28	3.421	6121.63	16.4	669.01	15.85
4.92-8.2	3.28	3.212	6101.53	13.12	651.50	12.57
8.2-13.12	4.92	3.012	8817.76	9.02	1428.09	8.20
13.12-19.68	6.56	2.611	11417.3	3.28	2431.36	2.19

Kedalaman	Tebal Lapisan	Wemb	Xemb	Wdm	Xdm	W	Xw	Va	Vp
ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	lb/ft
0-1.64	1.64			2443.12					
1.64-4.92	3.28			5017.59					
4.92-8.2	3.28	5667.02	8.2	4886.23	8.2	34272	8.2	3454.953	3454.95
8.2-13.12	4.92			7140.45					
13.12-19.68	6.56			9117.61					

Kedalaman	Tebal Lapisan	Pa	ha	Pp	hp	N	XN
ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft
0-1.64	1.64						
1.64-4.92	3.28						
4.92-8.2	3.28	44409.95	11.86	41166.48	9.71	34272.01	5.739174
8.2-13.12	4.92						
13.12-19.68	6.56						



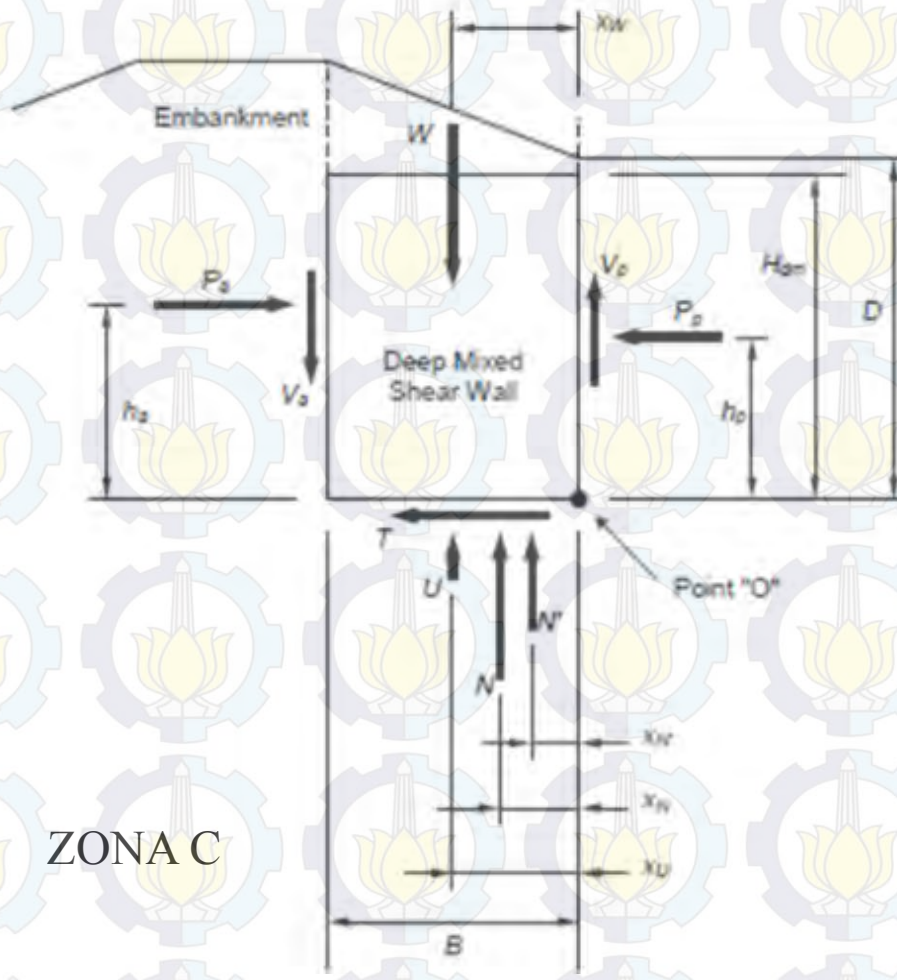
ZONA B

depth	Ka,emb	Pa,emb	ha,emb	Pa,qs	ha,qs	Pa peat,rect	ha peat,rect	pa peat, tri	ha peat,tri
ft		lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft ²	ft
27	0.447968	1692.43	29.7333	6128.5	31.1	22947.33	13.5	22300.62	9

depth	Pp peat,rect	Hp peat,rect	Pp peat,tri	Hp peat,tri
ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft
27	5846.108	13.5	22300.6	9

depth	Wemb	Xemb	Wdm	Xdm	W	Xw	Va	Vp
ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	lb/ft
27	5667.02	8.20	20318.3	6.15	25985.4	6.60	2923.05	2923.05

depth	Pa	ha	Pp	Hp	N	U	XU	N'	XN	XN'
ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft	ft
27	53069	14.16	28146.7	9.93	25985.36	19473.67	6.15	6511.70	-10.18	-58.9963



	depth	Tebal lapisan	K _{a,soil}	P _{a,emb}	h _{a,emb}	P _{a,q_s}	h _{a,q_s}	P _{a soil,rect}	h _{a soil,rect}	p _{a soil, tri}	h _{a soil,tri}
	ft	ft		lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft ²	ft
Lapisan Gambut	27.88	27.88	1.00	1692.43	13.94	3069.11	14.23	23695.25	20.50	23777.98	15.85
Lapisan Clay	34.44	6.56	0.29					7131.50	3.28	2726.89	2.19

	depth	Tebal lapisan	K _{p,soil}	P _{p soil,rect}	h _{p soil,rect}	p _{p soil, tri}	h _{p soil,tri}
	ft	ft		lb/ft	ft	lb/ft ²	ft
Lapisan Gambut	27.88	27.88	1.00	43495.84	20.50	23777.98	15.85
Lapisan Clay	34.44	6.56	3.42	17039.38	3.28	2726.89	2.19

	depth	Tebal lapisan	W _{emb}	X _{emb}	W _{dm}	X _{dm}	W	X _w	V _a	V _p
	ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	lb/ft
Lapisan Gambut	27.88	27.88	5667.02	8.2	31206.4	6.15	36873.42	6.47	3156.90	3156.90
Lapisan Clay	34.44	6.56								

	P _a	h _a	P _p	h _p	N	U	X _U	N'	X _N	X _{N'}
	lb/ft	ft	lb/ft	ft	lb/ft	lb/ft	ft	lb/ft	ft	ft
Lapisan Gambut	62093.15	15.45	87040.09	15.29	36873.42	23927.421	6.15	12945.99	17.58	38.71
Lapisan Clay										



Dalam perencanaan Tugas Akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

- Dari hasil statigrafi menghasilkan tiga bagian zona perencanaan yaitu : Zona A dengan kedalaman tanah lunak dominan *clay* yang diperbaiki daya dukungnya sedalam 6m, Zona B dengan kedalaman tanah lunak *peat* yang diperbaiki daya dukungnya sedalam 8m, dan Zona C dengan kedalaman tanah lunak *peat* dan *clay* yang diperbaiki daya dukungnya sedalam 10.5m.
- Elevasi rencana runway adalah +2.5 dengan tinggi hujan maximum sebesar +1.5m. Sehingga elevasi rencana berada 1m diatas tinggi hujan maximum.
- Perencanaan Tiang Pancang pada zona A untuk bagian utama *runway* menggunakan tiang tunggal D50 dan D40 group 2 tiang pada bagian bahu *runway*. Untuk Zona B pada bagian utama *runway* menggunakan D50 group 2 tiang dan D40 group 3 tiang pada bahu *runway*. Untuk Zona C pada bagian utama *runway* menggunakan tiang tunggal D50 dan tiang tunggal D40 untuk bahu *runway*.



- Perencanaan *Geosynthetics Encased Stone Column* (GESC) menggunakan ringtrac 2000PM diameter 0.8m untuk Zona A dan ringtrac 3500PM diameter 0.8m untuk Zona B dan Zona C. Instalasi GESC sendiri disetiap zona memiliki jarak 2m setiap column dengan kedalaman yang berbeda sesuai kedalaman tanah lunak yang akan diperbaiki disetiap zona.
- Perencanaan *Deep Mixing Cement* (DMC) menggunakan hasil tinjauan pustaka (qdm,spec) kuat tekan 90 hari untuk *peat* yaitu 460 Kpa dimana *curing time* untuk *peat* bernilai 1 dan (qdm,spec) kuat tekan 28 hari untuk *clay* yaitu 800 Kpa dimana *curing time* untuk *clay* bernilai 1.14 (60 days).
- Design *Deep Mixing Cement* (DMC) untuk setiap zona memiliki kesamaan formasi yaitu pada bagian utama berupa kolom tunggal yang memiliki jarak antar kolom, pada bagian lereng menggunakan formasi seperti *shearwall*. Untuk diameter direncanakan sama 1m baik untuk bagian *center* maupun bagian *shearwall* dengan kedalaman yang berbeda setiap Zonanya



1. Untuk metode tiang pancang harus diperhitungkan ketersediaan material di lapangan, serta biaya instalasi yang sangat tinggi untuk metode ini.
2. Untuk *Geosynthetics Encased Stone Column* (GESC) bahan yang harus diimport merupakan hal yang harus dipertimbangkan dalam desain. Pemilihan batu sebagai stone column diusahakan mendekati dan dipastikan sesuai atau mendekati kriteria desain.
3. *Federal Highway Administration Design Manual: Deep Mixing for Embankment and Foundation Supportng* menjadi satu satunya acuan yang digunakan dalam perencanaan *Deep Mixing Cement* (DMC) karena belum adanya peraturan yang diakui di Indonesia. Untuk besar kuat tekan (qdm,spec) dari material disarankan diperoleh dengan uji laboratorium dari tanah lokasi design dengan beberapa kombinasi campuran sement dan material lain untuk mendapatkan kuat tekan *maximal*.



TERIMA KASIH